



**Траектория, путь и перемещение.**

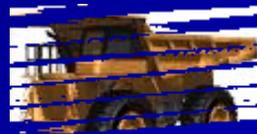
# Кинематика

(греч. "кинематос" – движение) – это раздел физики, изучающий способы математического описания движения тел.

...не интересуется тем, почему тело движется так, а не иначе. Она лишь отвечает на вопрос: "**Как** движение этого тела описать математически?"

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

# Механическое движение



Материальная точка - это тело, размерами которого **в данных условиях** можно пренебречь.

**Условия:**

1. если размеры тела малы по сравнению с расстоянием, которое оно проходит,
2. если тело движется поступательно.

# Ответим на вопросы



- В каких случаях автомобиль можно считать материальной точкой?
- Автомобиль движется из Новосибирска в Томск
- Производится заправка бензином автомобиля;
- Автомобиль совершает обгон

# ОТВЕТИМ НА ВОПРОСЫ

- В каких случаях самолет можно считать материальной точкой:
- самолет летит из Москвы в Новосибирск;
- самолет выруливает на взлетную полосу;
- происходит посадка пассажиров в самолет?



Можно ли считать материальными точками тела, описанные в следующих предложениях:

- ✓ Рассчитывают путь Земли по орбите вокруг Солнца.
- ✓ Рассчитывают возможность столкновения спутника с метеоритом.
- ✓ Для определения объема шарика его опускают в мензурку.
- ✓ Для измерения массы лимона его кладут на весы.

# Что такое **поступательное движение**?

- Тело движется поступательно, если все его точки движутся **одинаково**.

**ИЛИ**

Тело движется поступательно, если прямая, проведенная через две точки этого тела, при его перемещении смещается **параллельно** своему первоначальному положению.

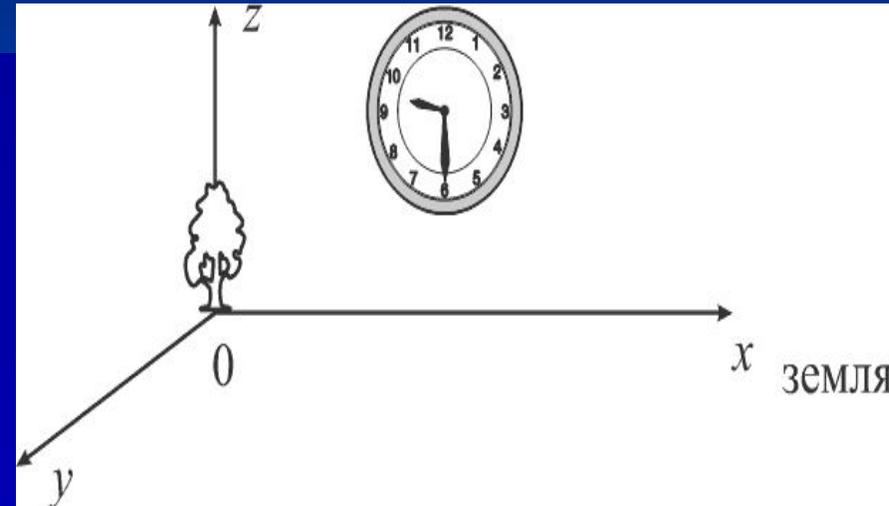
# Примеры поступательного движения

- Поступательно движется кабина лифта
- Поступательно движется кабина колеса обозрения



# Чтобы определить положение тела (материальной точки) в пространстве надо:

- задать тело отсчета;
- выбрать систему координат;
- иметь прибор для отсчёта времени (часы)

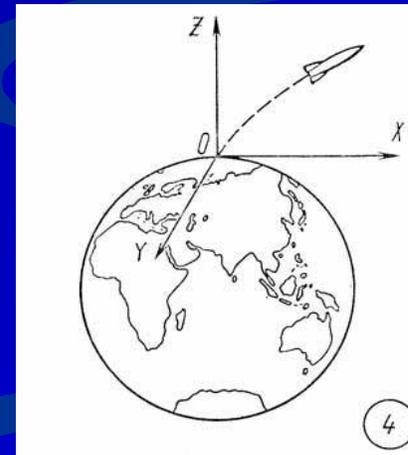
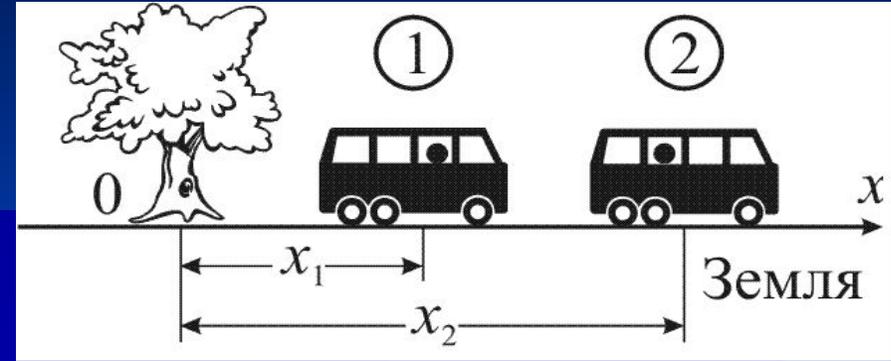


# Определение

- Тело отсчета, связанная с ним система координат и часы для отсчета времени движения образуют систему отсчета.

# Что такое тело отсчёта?

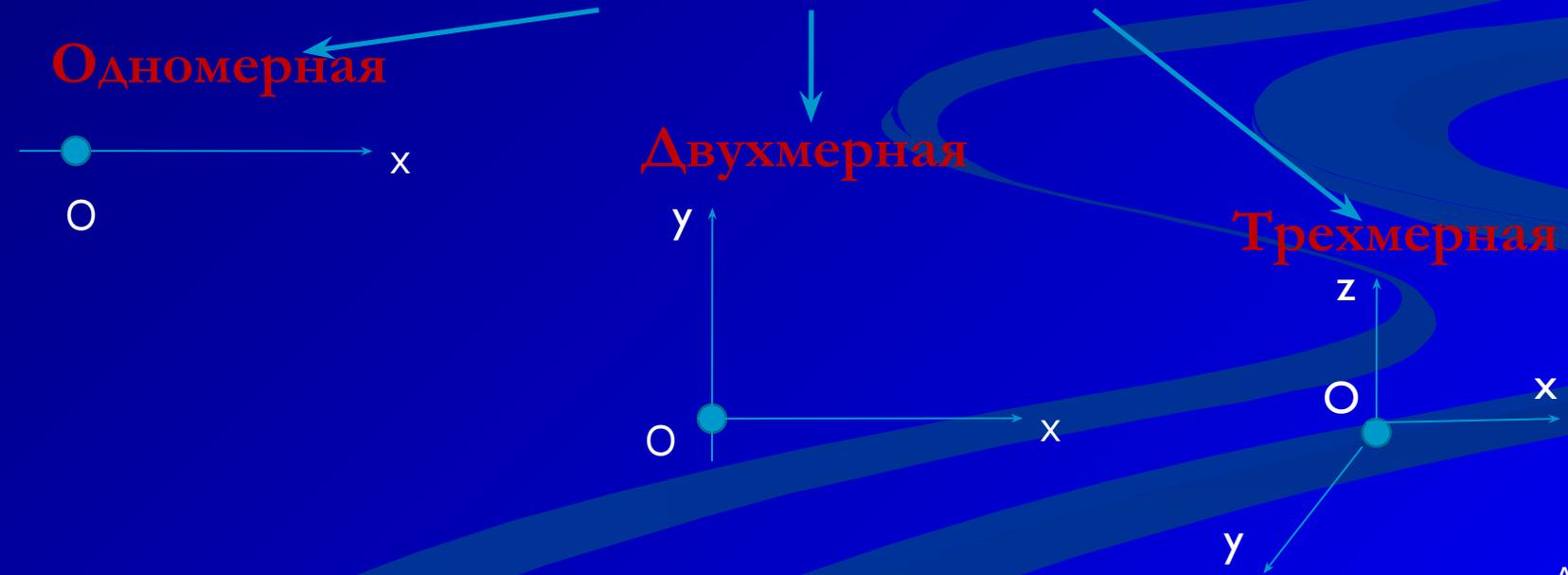
- Тело отсчёта - это тело, относительно которого определяется положение других (движущихся) тел.
- Например, это может быть **дерево**, когда рассматриваем движение автобуса, или **Земля**, при расчёте движения ракеты



Тело отсчета  
+  
Система координат  
+  
Часы

=

# СИСТЕМА ОТСЧЕТА



# Это интересно

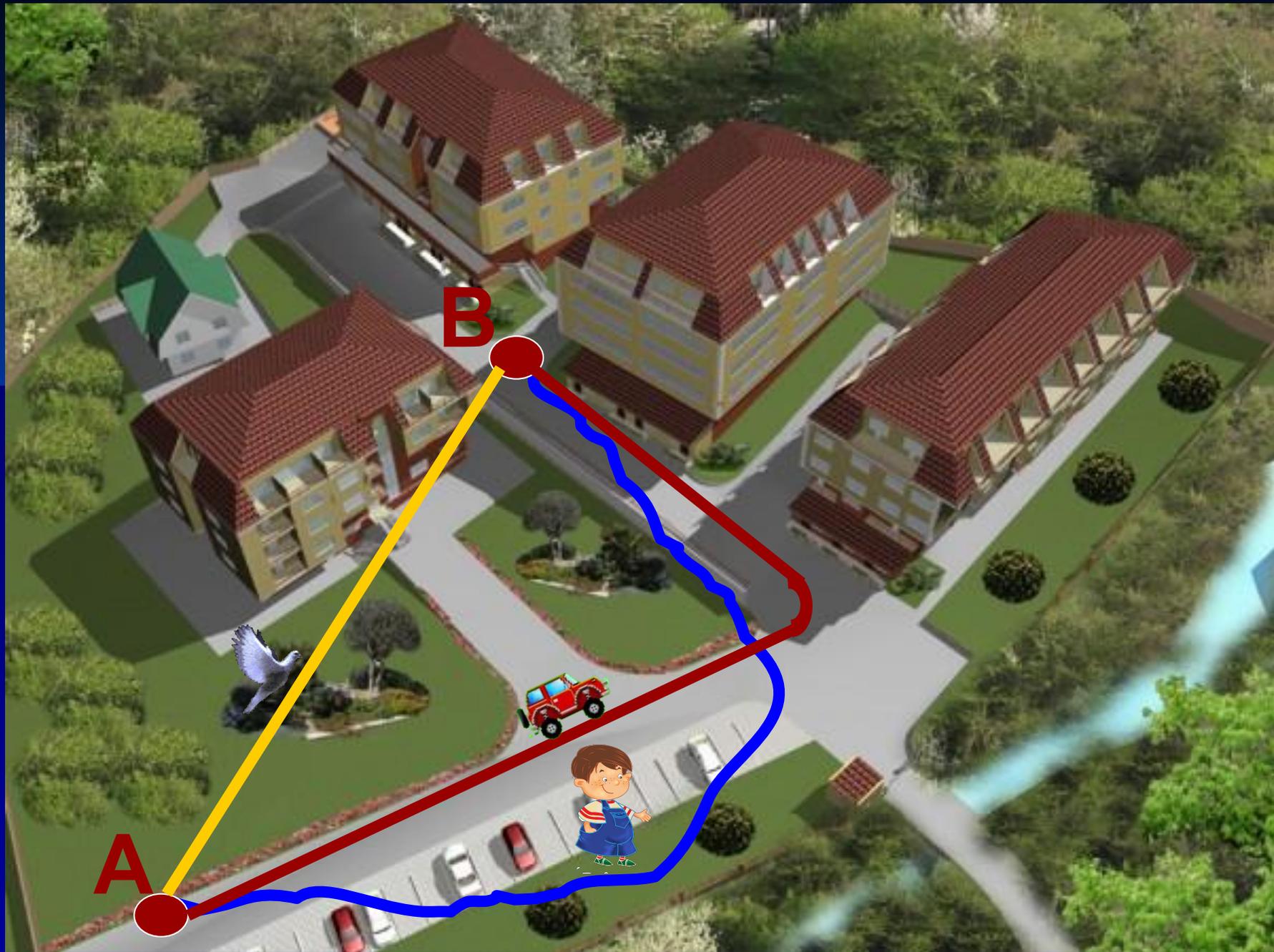
- Современное понимание трехмерности окружающего пространства появилось в 17 веке, когда **Декарт** изобрел прямоугольную систему координат. В древности понятие размерности пространства не применялось, т.к. отсутствовало понятие координат.





Траектория - это линия, вдоль  
которой движется тело

Траектория – это след...





# Траектория



автомобиля

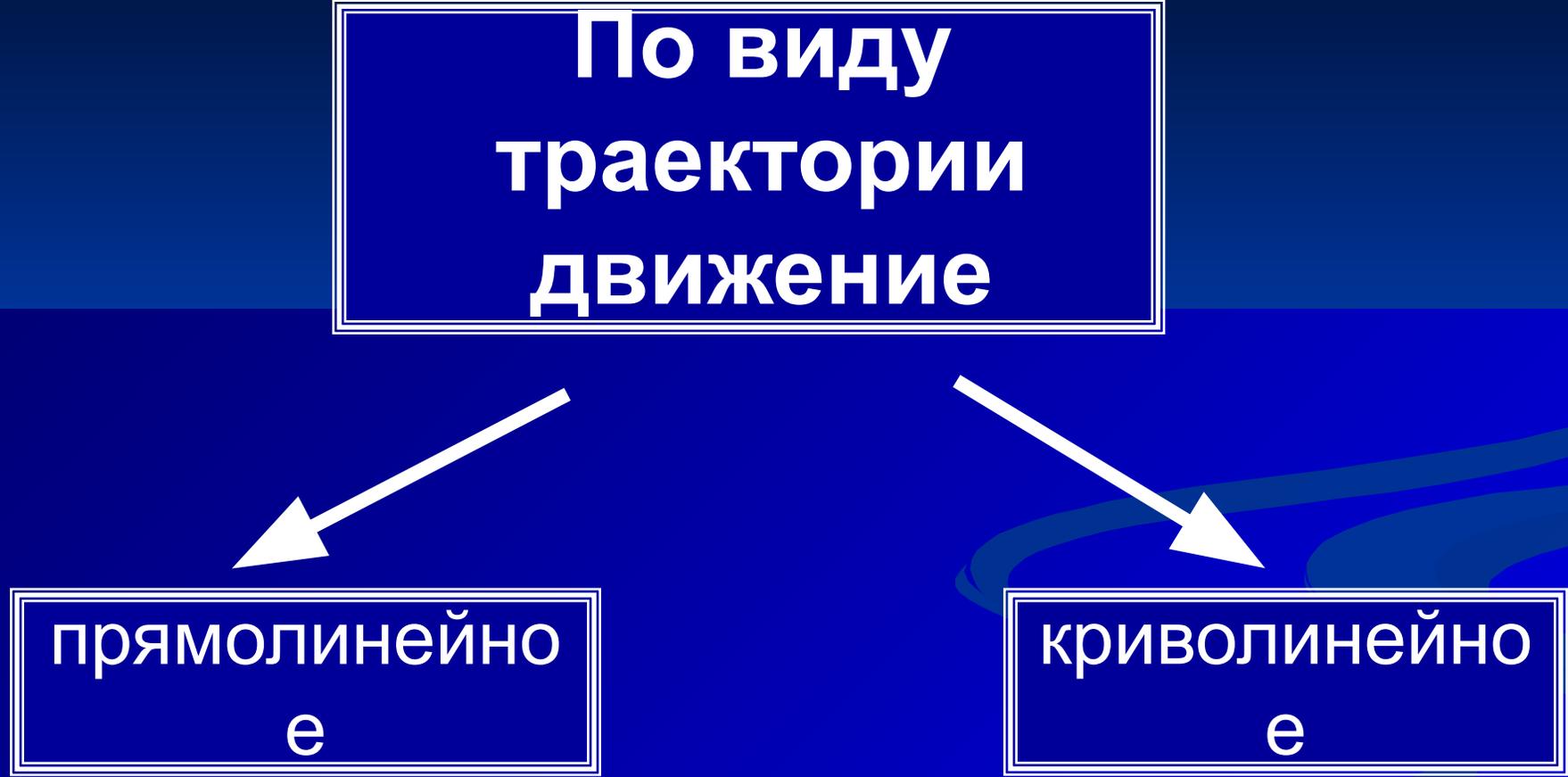


пешехода



птицы

По виду  
траектории  
движение



прямолинейно

e

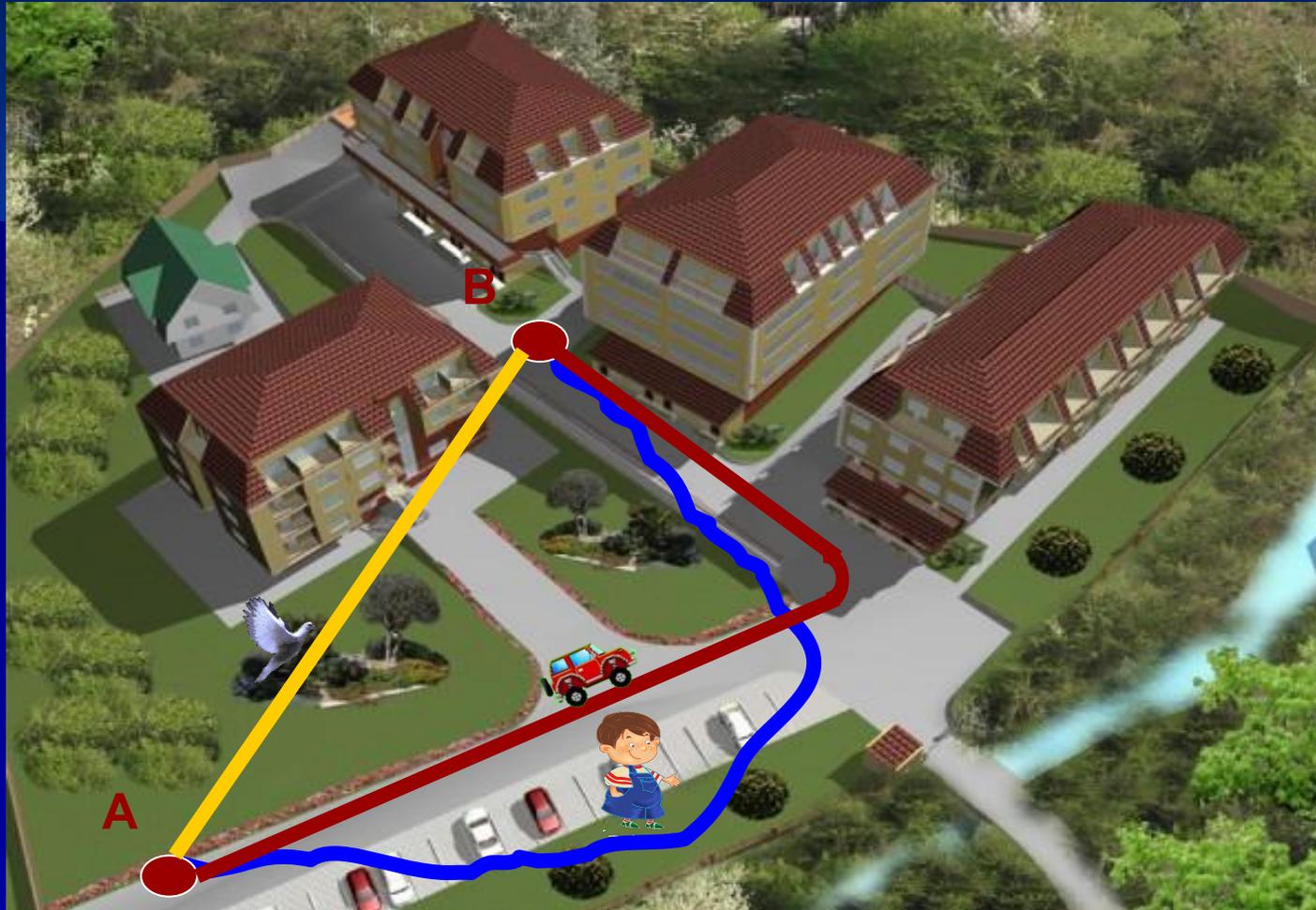
криволинейно

e

# Пройденный путь – это длина траектории

- ✓ величина скалярная;
- ✓ обозначение пути –  $s$  ;
- ✓ единица измерения пути в системе СИ  
 $[s] = 1 \text{ м}$

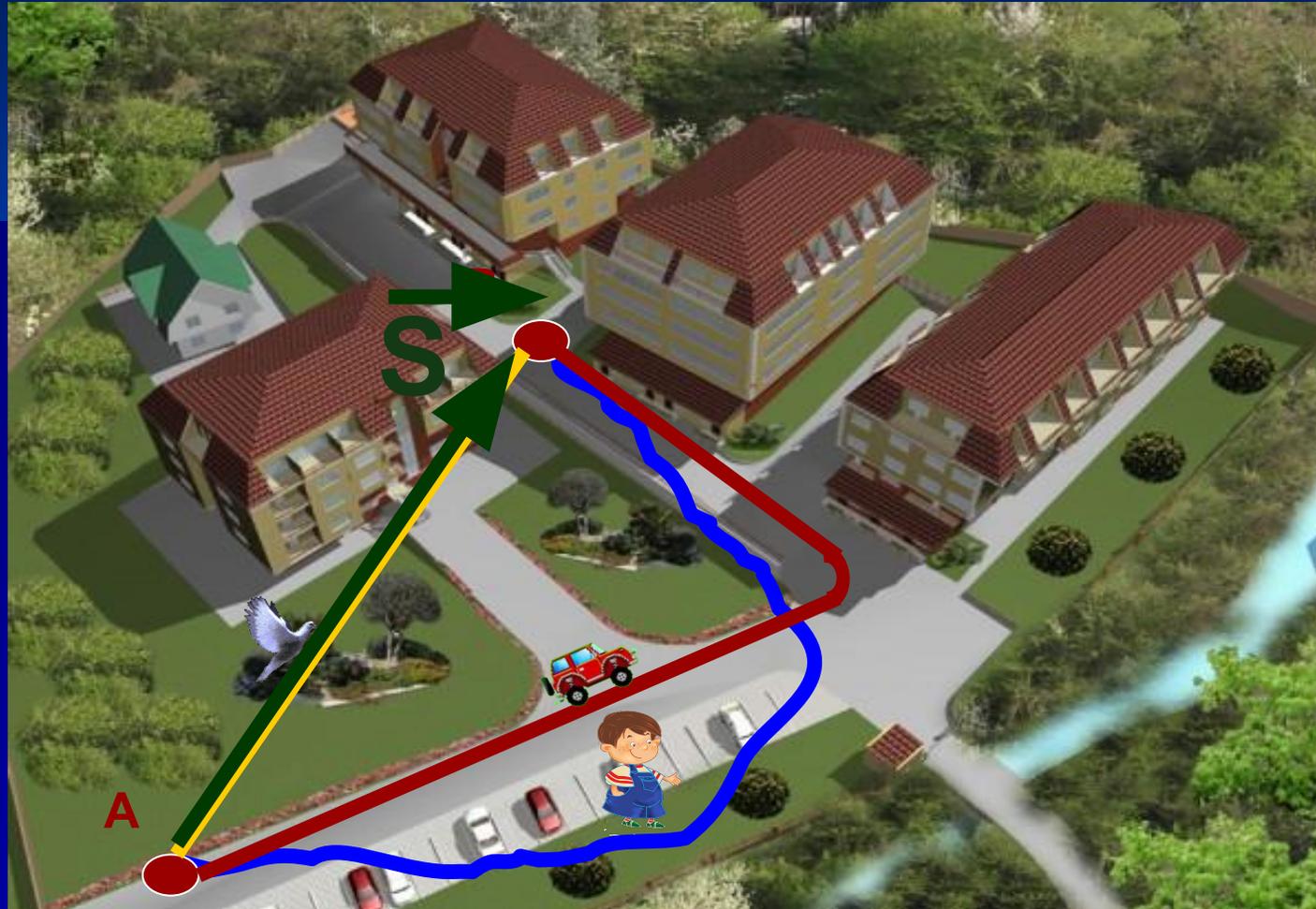
У какого тела наибольший большой путь?



**Перемещение** – это вектор,  
соединяющий начальное и  
конечное положения тела

- ✓ векторная величина;
- ✓ обозначение перемещения -  $S$ ;
- ✓ единица измерения перемещения в СИ  
 $[S] = 1 \text{ м}$

Перемещение – это вектор, соединяющий начальное и конечное положения тела



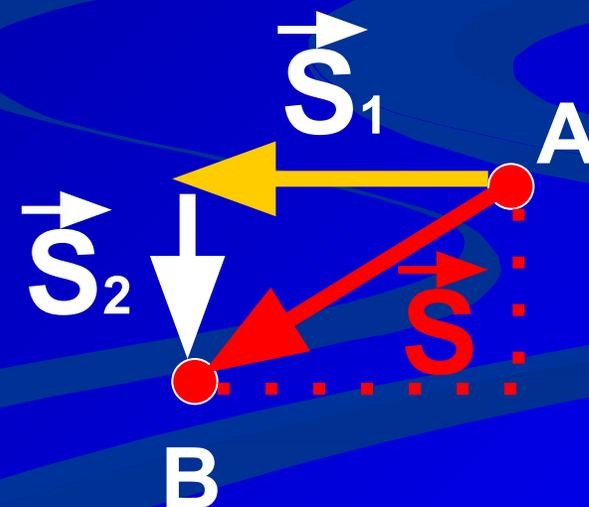
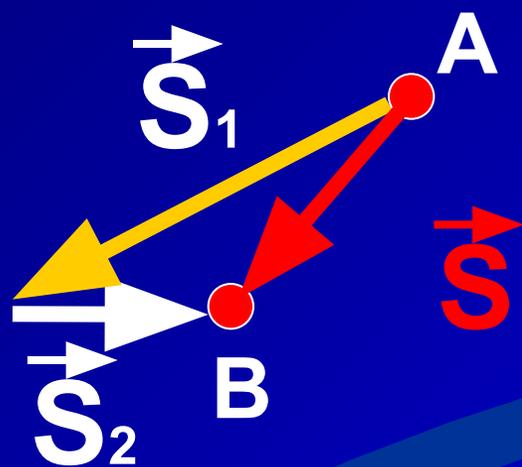
# Перемещение

- ✓ векторная величина;
- ✓ обозначение перемещения -  $S$ ;
- ✓ единица измерения перемещения в СИ  
 $[S] = 1 \text{ м}$

# Сложение векторов

Правило  
треугольника

Правило  
параллелограмма



## ЗАКРЕПЛЕНИЕ

Девочка подбросила мячик вверх и снова поймала его. Считая, что мяч поднялся на высоту 2м, найдите модуль перемещения и пройденный путь мяча.

**Ответ:** модуль перемещения равен нулю, пройденный путь равен 4м.

## ЗАКРЕПЛЕНИЕ

Расстояние между пунктами А и В по прямой линии 4км. Человек проходит это расстояние туда и обратно за 2 часа. Чему равны модуль перемещения и пройденный путь человека за 1ч?

**Ответ:** модуль перемещения равен 4км,  
пройденный путь равен 4км.

## ЗАКРЕПЛЕНИЕ

Расстояние между пунктами А и В по прямой линии 4км. Человек проходит это расстояние туда и обратно за 2 часа. Чему равны модуль перемещения и пройденный путь человека за 2ч?

**Ответ:** модуль перемещения равен 0км,  
пройденный путь равен 8км.

## ЗАКРЕПЛЕНИЕ

Туристы, двигаясь из пункта А в пункт В прошли 3 км пути на север, затем повернули на восток и прошли еще 4 км. Определить пройденный путь и перемещение туристов.

# Решение.

Дано:

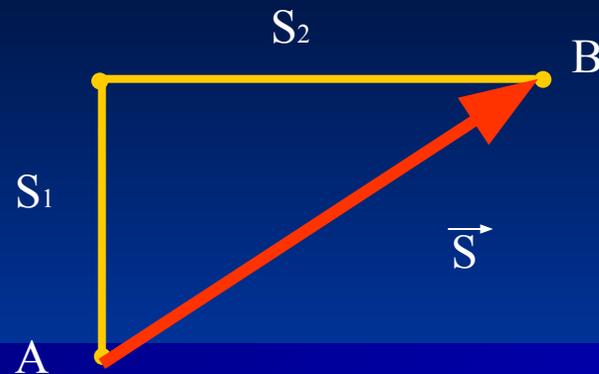
$$S_1 = 3 \text{ км}$$

$$S_2 = 4 \text{ км}$$

$S$  - ?

-?

⊠



$$\boxtimes = S_1 + S_2$$

$$\boxtimes = 3\text{км} + 4\text{км} = 7\text{км}$$

$$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2}$$

$$S = \sqrt{9\text{км}^2 + 16\text{км}^2} = 5\text{км}$$

Ответ:  $\boxtimes = 7\text{км}$ ,  $S = 5\text{км}$ .

## ЗАКРЕПЛЕНИЕ

- ✓ Определите пройденный путь и перемещение бумеранга, если при своем движении он описал окружность радиусом 2м.
- ✓ Сделайте сопроводительный чертеж.

3) Скорость  $\vec{v}$  - векторная величина, равная отношению перемещения тела за любой промежуток времени к значению этого времени.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

# Равномерное прямолинейное движение



Равномерное  
прямолинейное  
движение

Неравномерное  
прямолинейное  
движение

## 2. Равномерное прямолинейное движение (РПД) -

-это движение, при котором тело за равные промежутки времени проходит одинаковые расстояния, скорость при этом не меняется.

$x_0$  – начальная координата

$x$  – конечная координата

$$S = x - x_0$$

## Прямолинейное равномерное движение

Характеристики:

1) скорость;

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

$$v = \text{const}$$

$$[v] = \frac{M}{C}$$

$1 \frac{M}{C}$  - это скорость такого равномерного движения, при котором тело за 1 секунду совершает перемещение 1 м.

2) перемещение;

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

3) путь;

$$s = v t$$

4) координата.

$$x = x_0 + s_x$$

$$s_x = v_x t$$

Уравнение  
движения

$$x = x_0 + v_x t$$

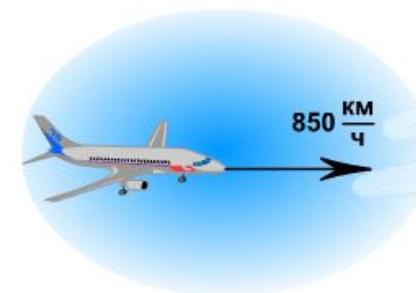
решение ОЗМ для прямолинейного  
равномерного движения

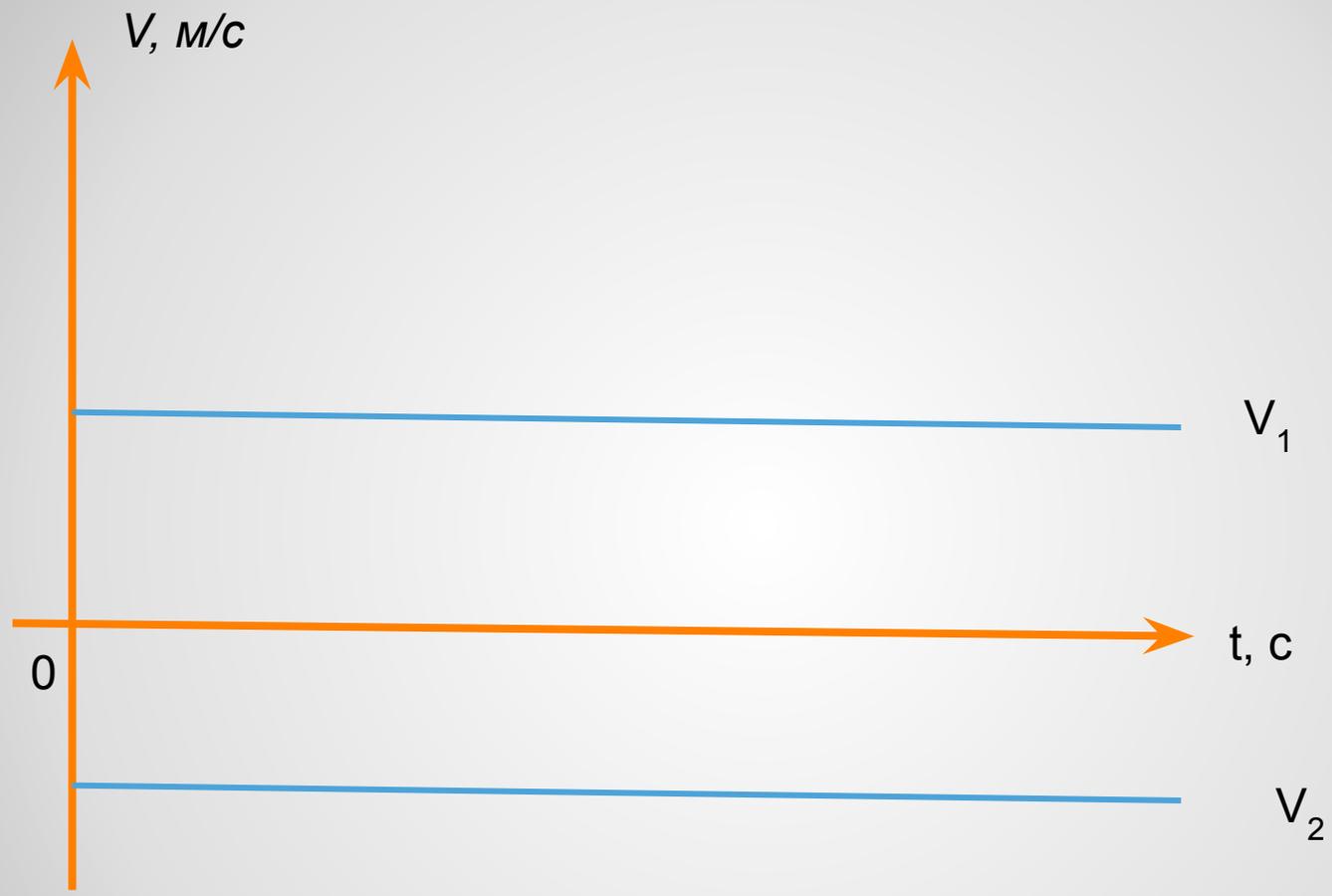
**1. Скоростью РПД** называют векторную величину, равную отношению перемещения тела ко времени, за которое это перемещение произошло.

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

Единица скорости СИ:  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$

**При РПД**  
скорость не меняется  
 $V = \text{const}$





# 1. Законы взаимодействия и движения тел

## 1.3. Прямолинейное равномерное движение

Таким образом, координату тела при равномерном прямолинейном движении в любой момент времени можно определить, если известны его начальная координата и проекция скорости движения на ось  $X$ . Проекции скорости и перемещения могут быть как положительными, так и отрицательными.

Проекция скорости положительна, если она совпадает с направлением оси  $X$ , в этом случае  $x > x_0$ .

Проекция скорости отрицательна, если тело движется против направления оси  $X$ , в этом случае  $x < x_0$ .

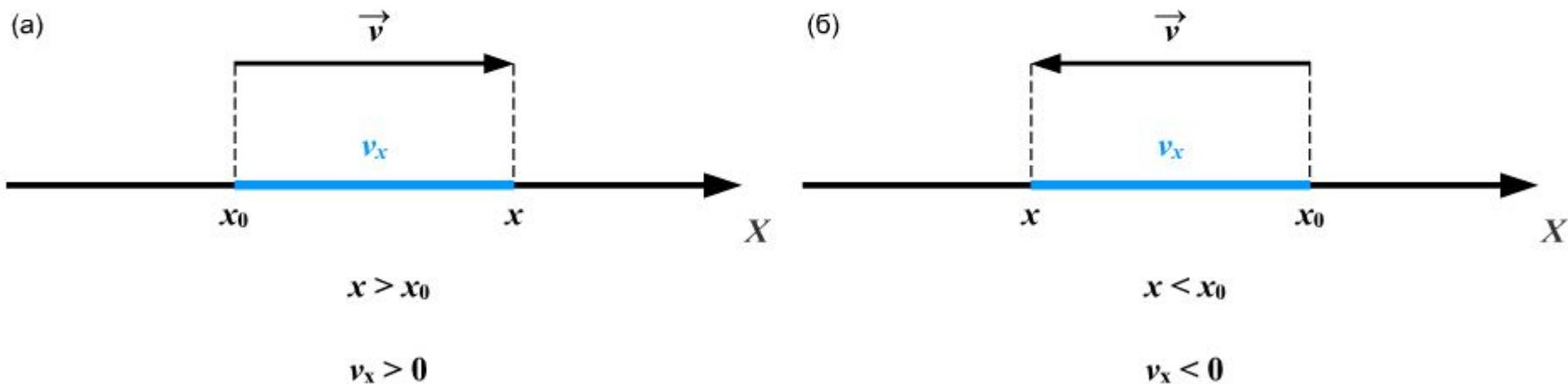


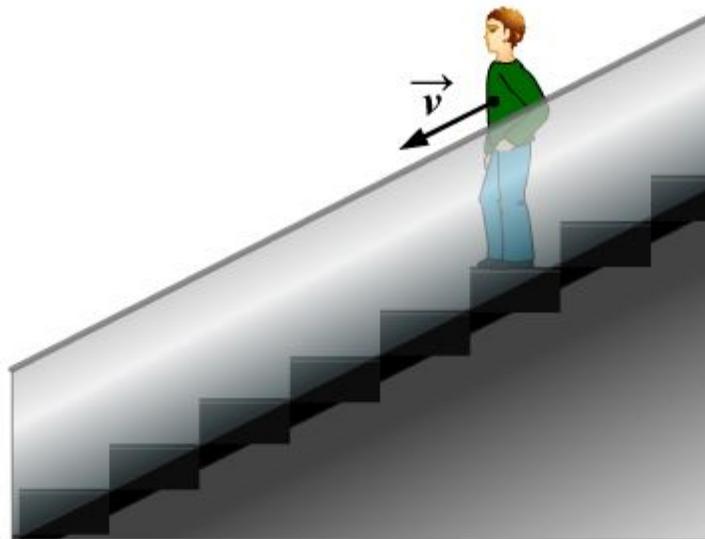
Рисунок 1.10. Положительная (а) и отрицательная (б) проекции скорости

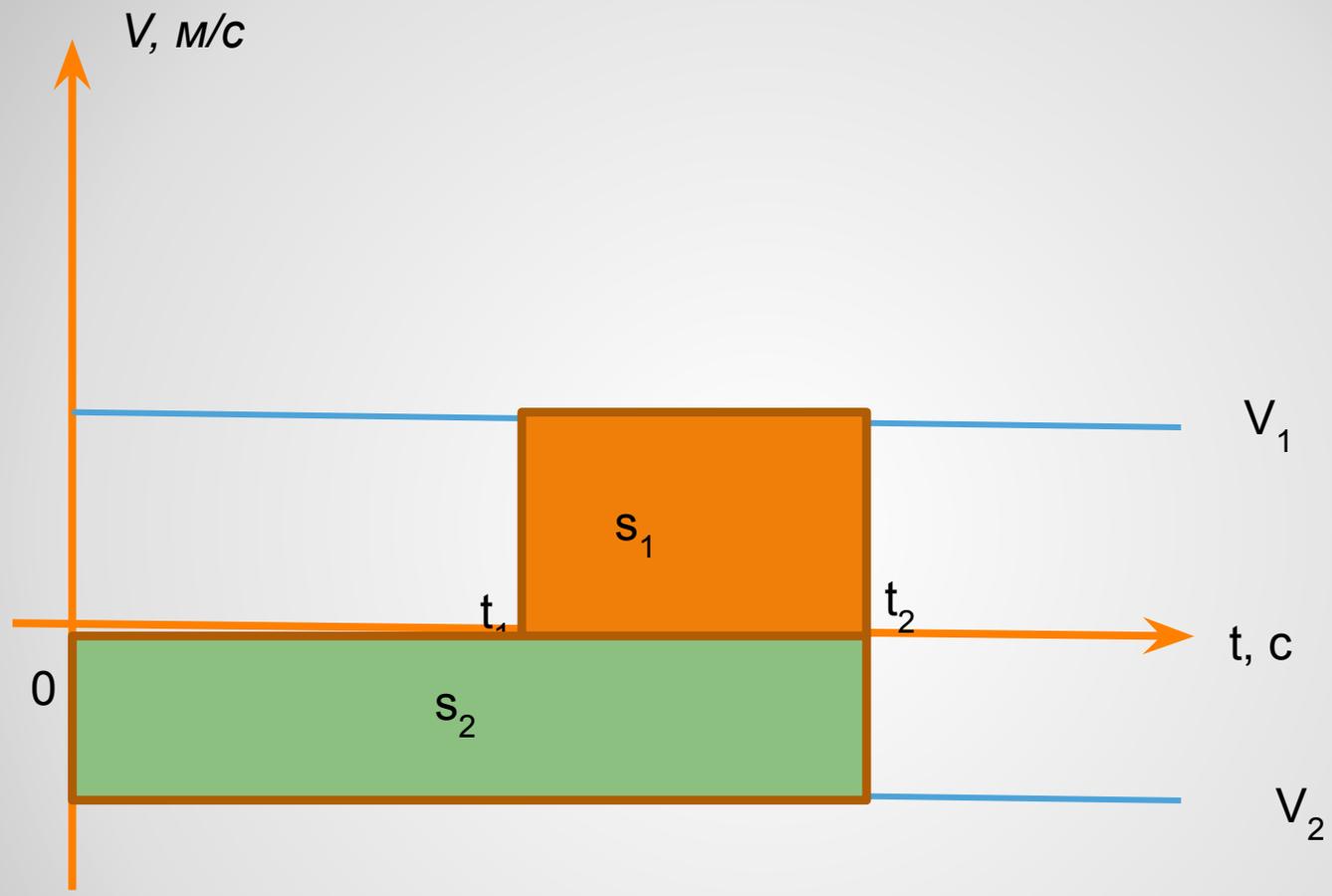
## 2. Перемещение

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

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

При ПРД векторы скорости и перемещения направлены в одну сторону





*Пример 1.*

$$x = 11 + 4t$$

$$x = x_0 + v_x t$$

$$x_0 = 11 \text{ (м)}$$

$$v_x = 4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

$$x(10) = 11 + 4 \cdot 10 = 51 \text{ (м)}$$

*Пример 2.*

$$x = 5 - 7t$$

$$x = x_0 + v_x t$$

$$x_0 = 5 \text{ (м)}$$

$$v_x = -7 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

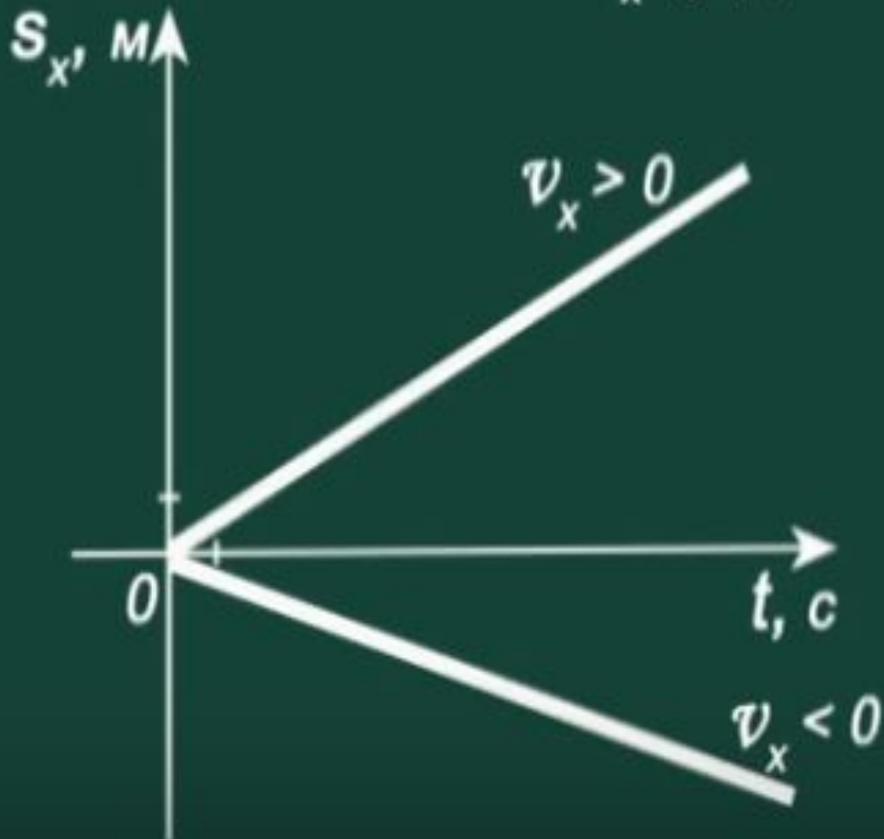
$$x(9) = 5 - 7 \cdot 9 = -58 \text{ (м)}$$

## Графическое представление равномерного прямолинейного движения



## Графическое представление равномерного прямолинейного движения

2. График перемещения:  $s_x = f(t)$



$$s_x = v_x t \quad v = \text{const}$$

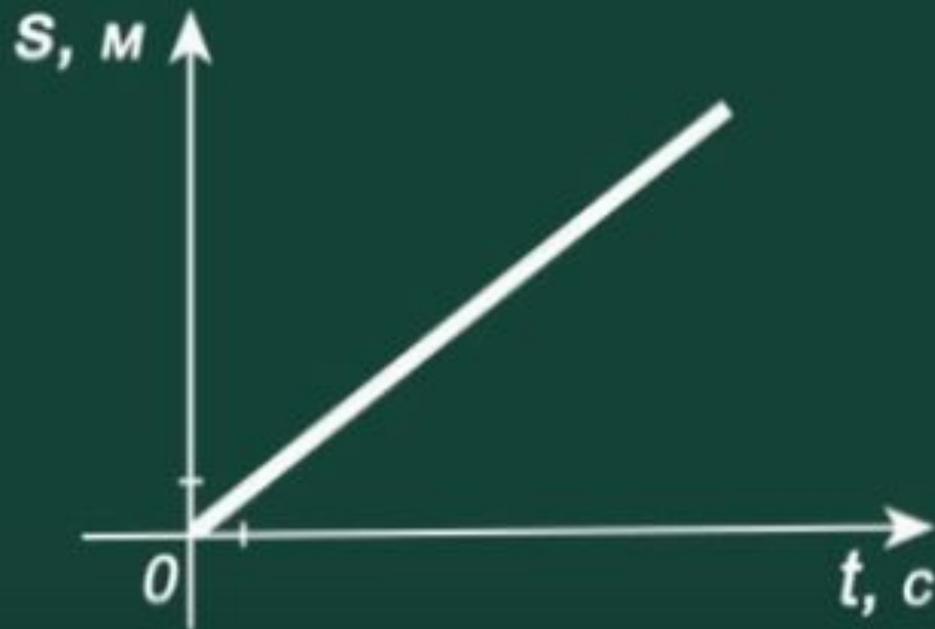
$$s_x - y$$

$$t - x$$

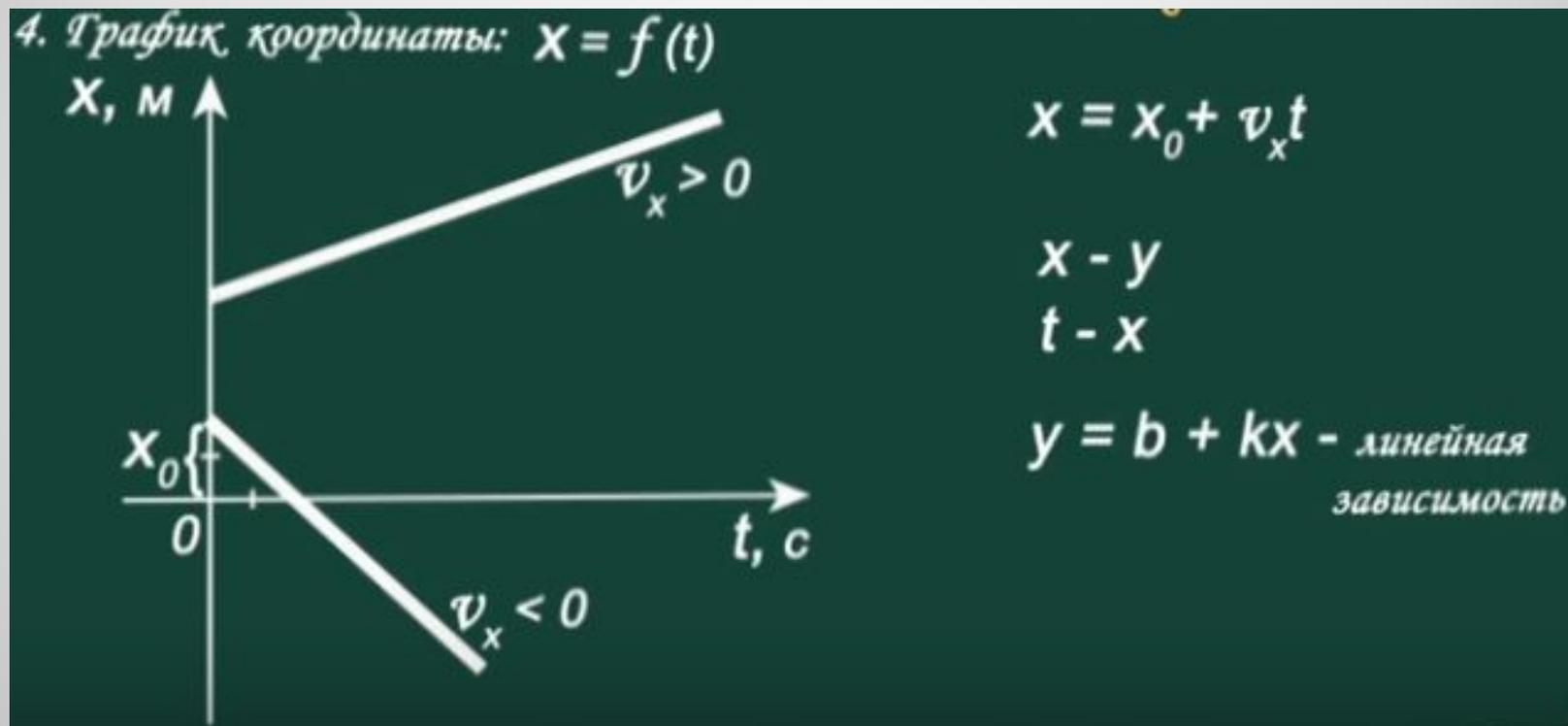
$y = kx$  - линейная  
зависимость

## Графическое представление равномерного прямолинейного движения

3. График пути:  $s = f(t)$



## Графическое представление равномерного прямолинейного движения



# Повторим

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

$$v_x = f(t)$$

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

$$s_x = f(t)$$

$$s = v t$$

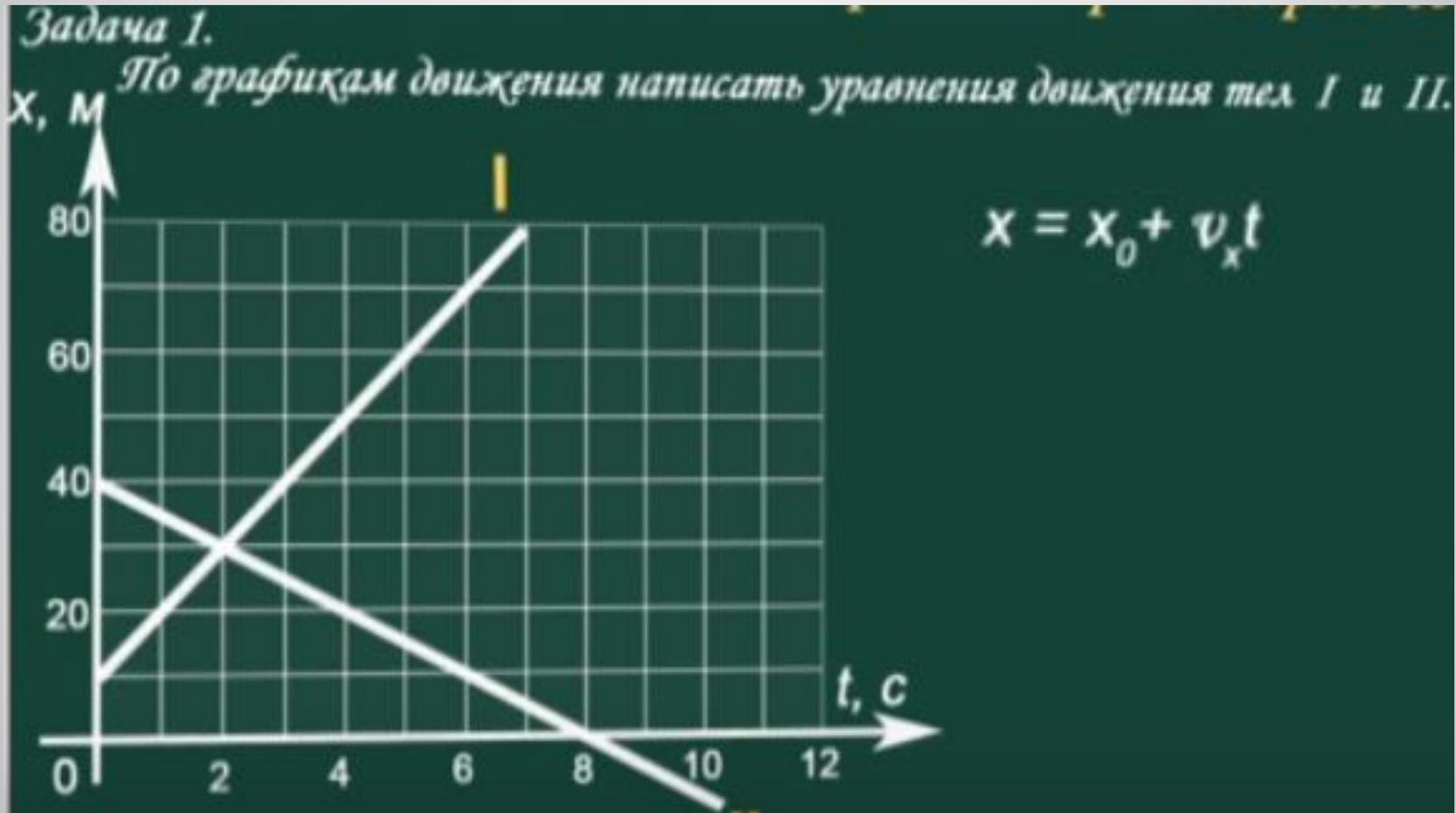
$$s = f(t)$$

$$x = x_0 + v_x t$$

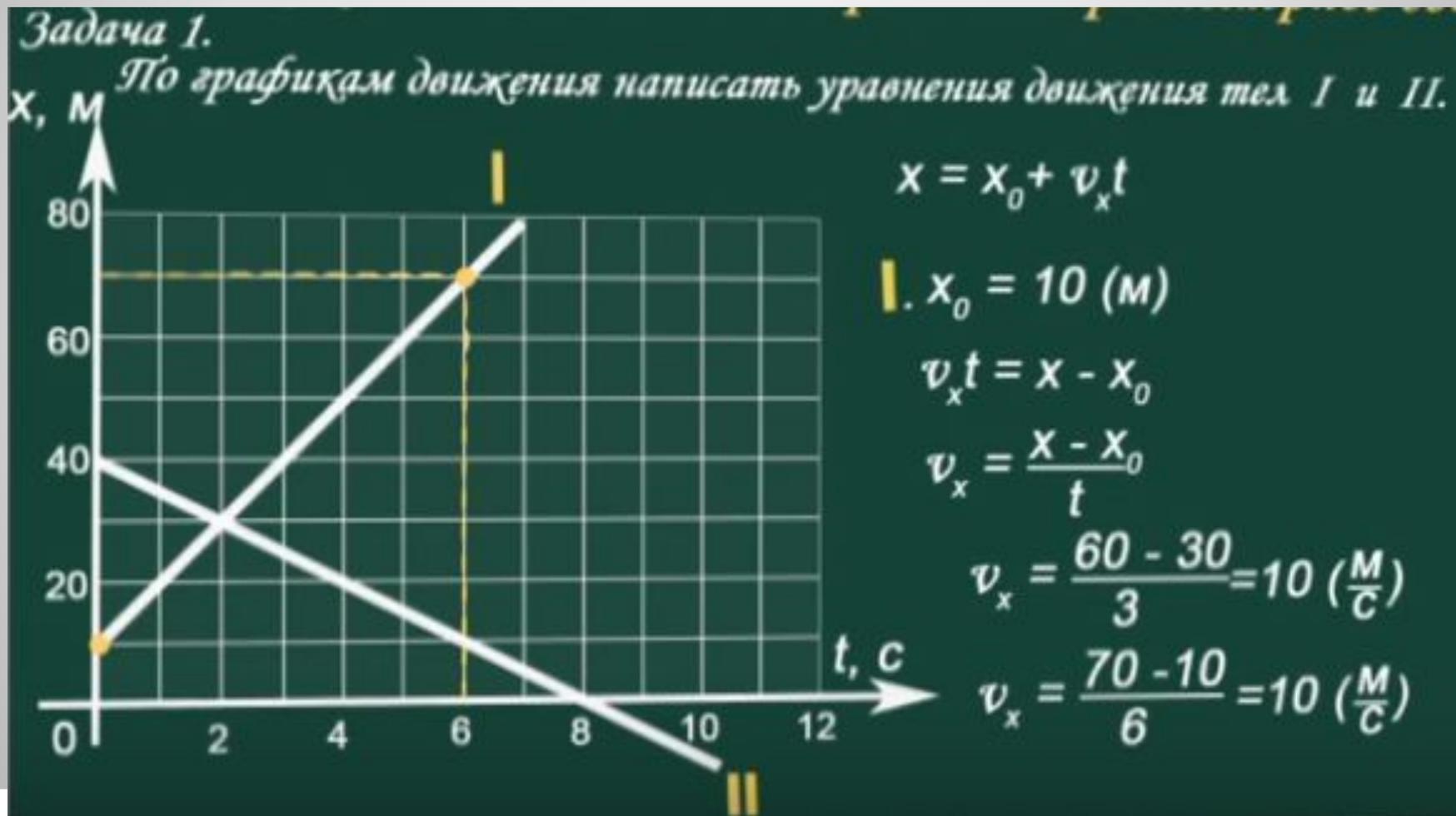
$$x = f(t)$$

Основные  
характеристики  
равномерного  
прямолинейного  
движения

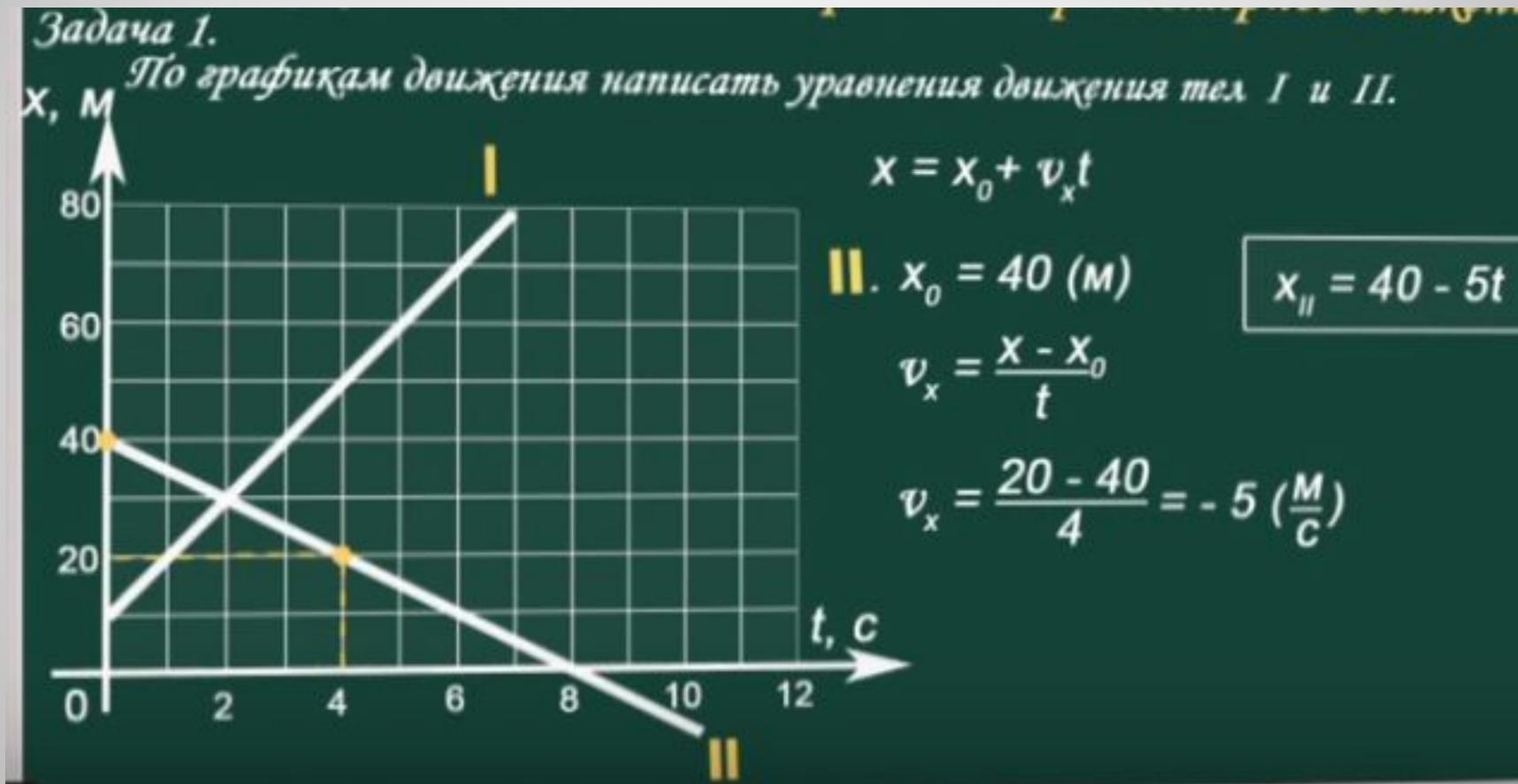
## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение



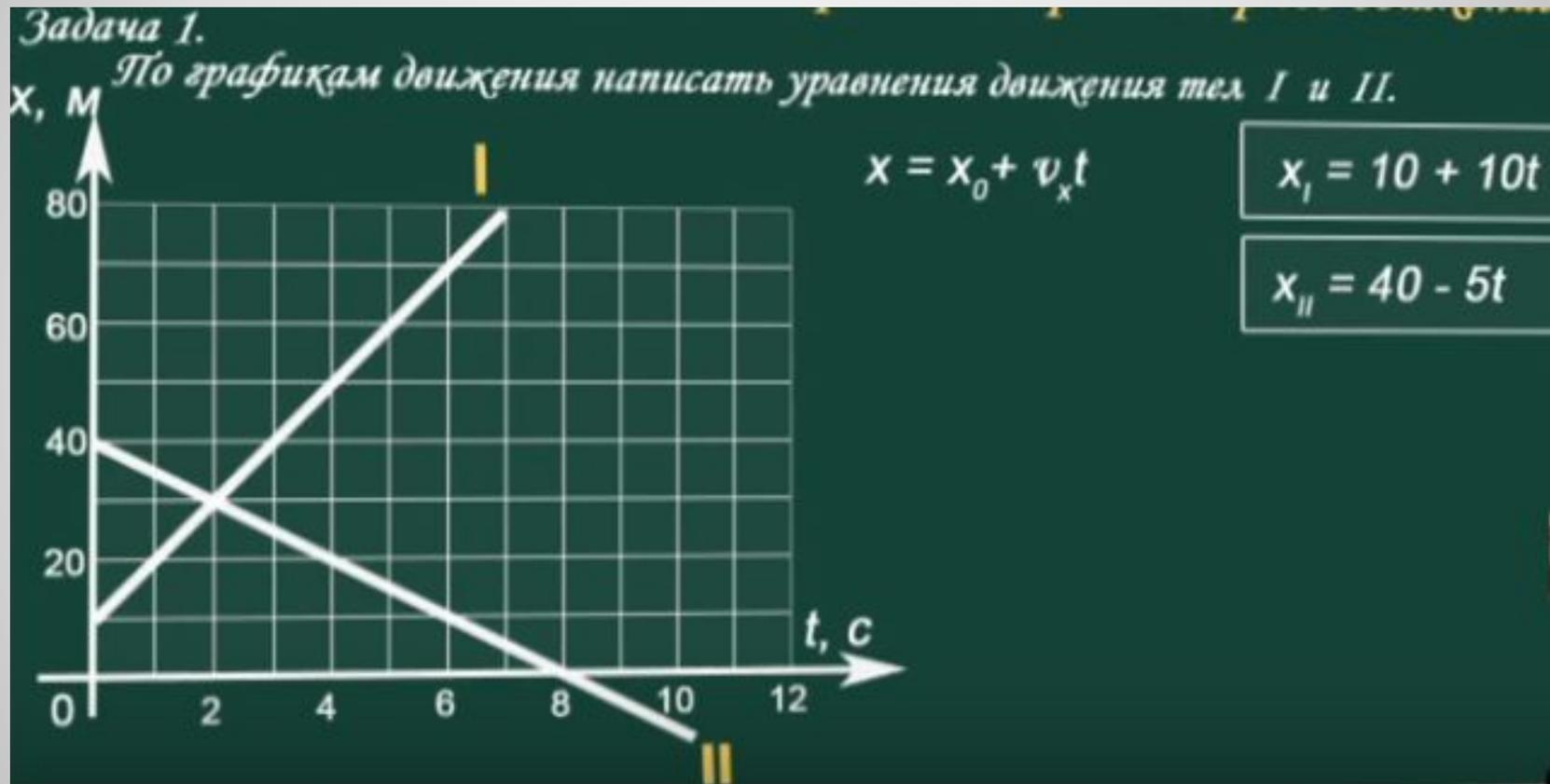
## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение



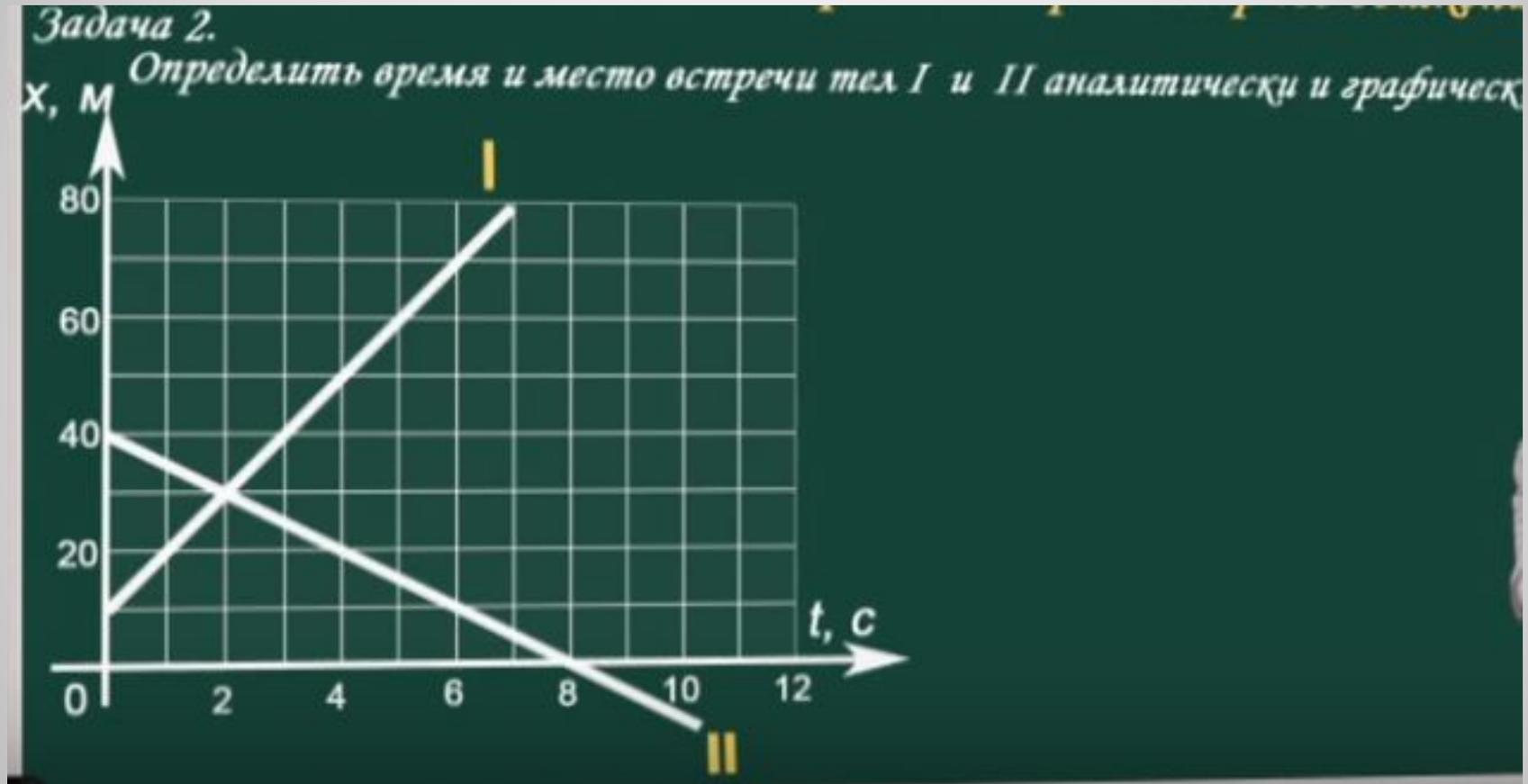
## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение



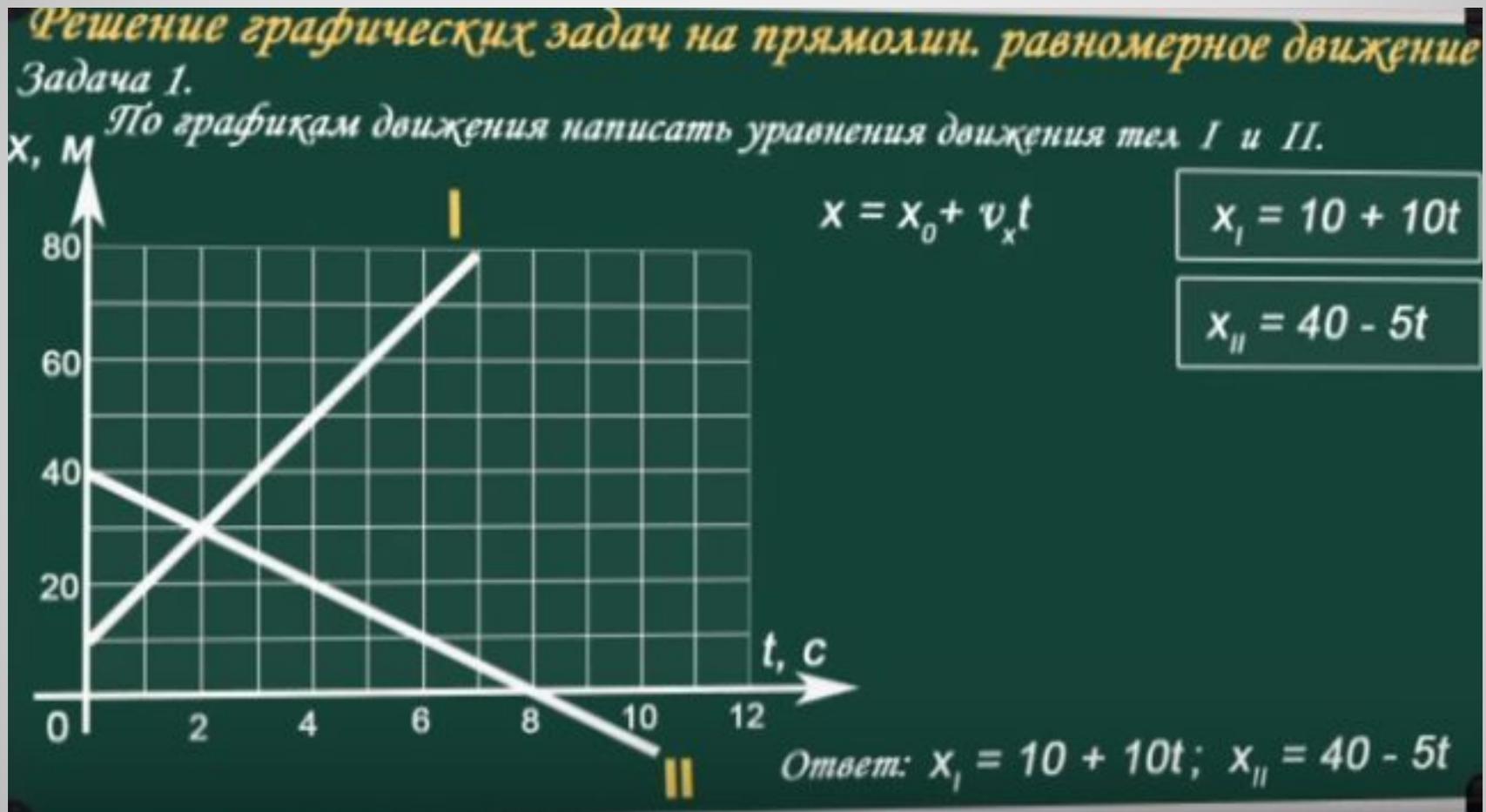
## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение



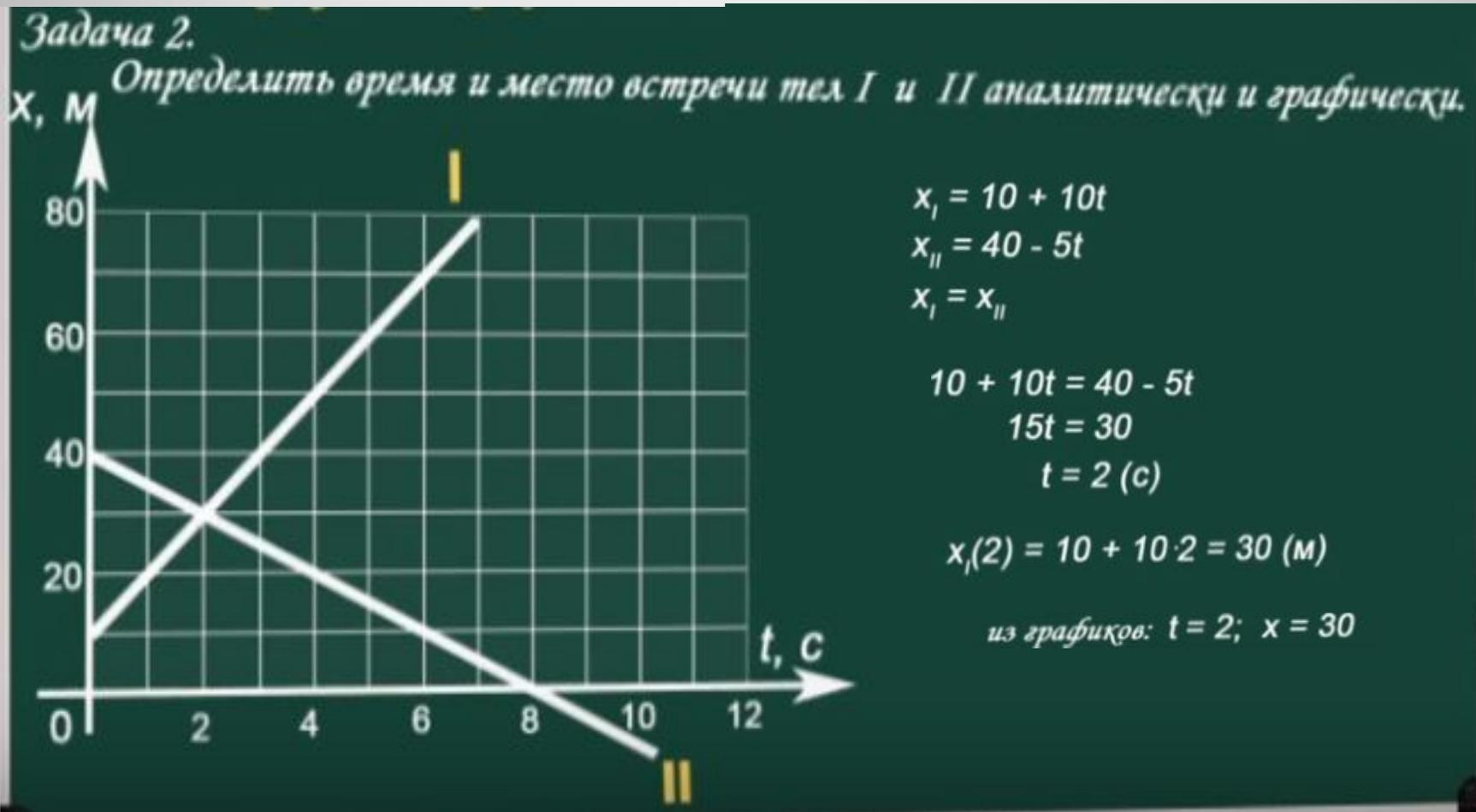
## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение



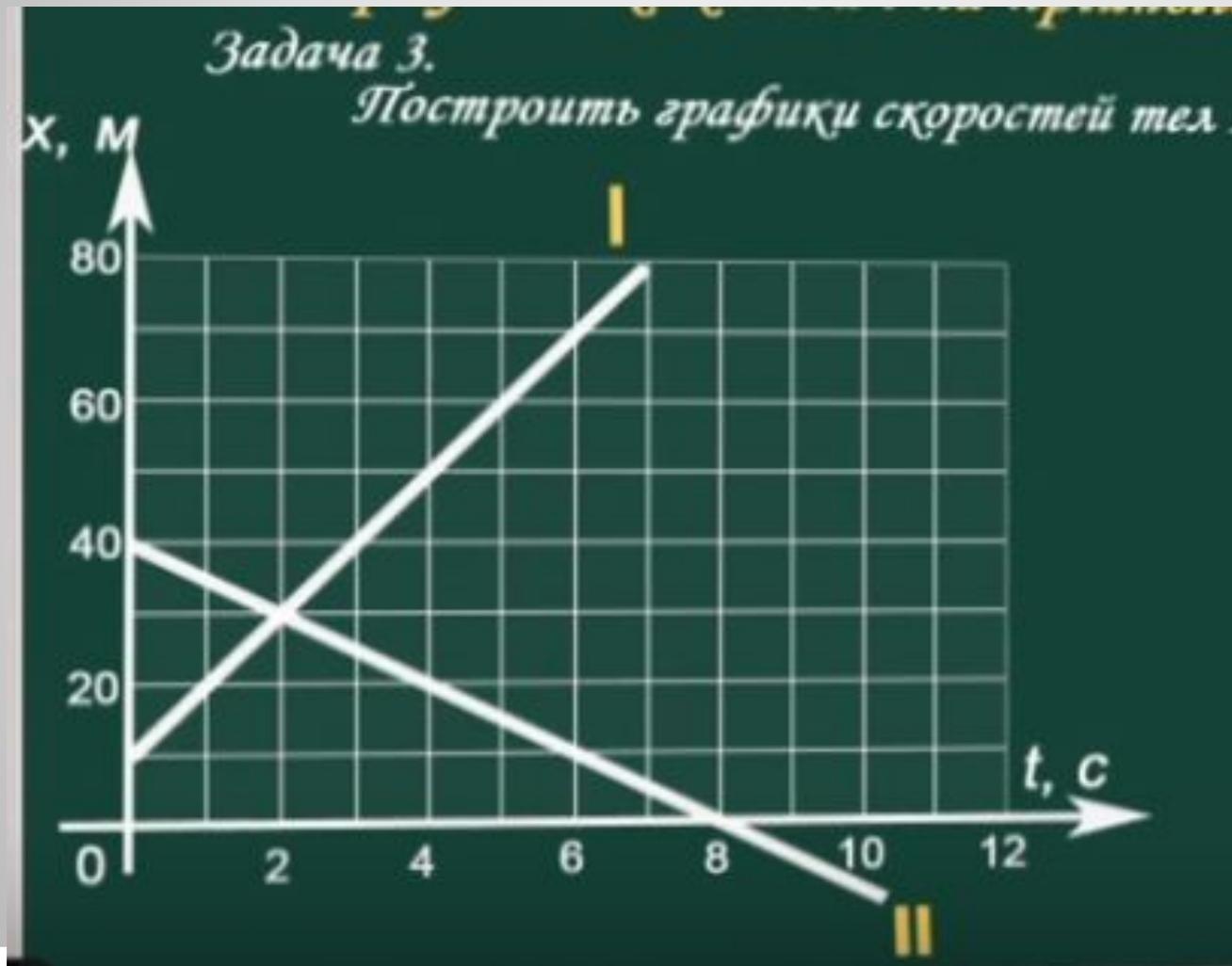
## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение



## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение



## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение



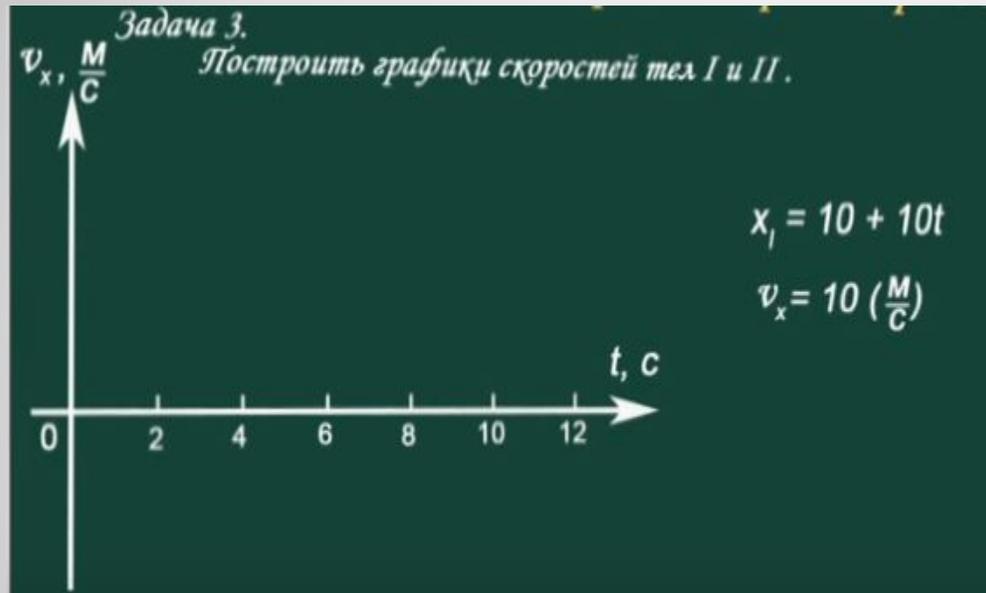
$$x_I = 10 + 10t$$

$$v_x = 10 \left(\frac{M}{C}\right)$$

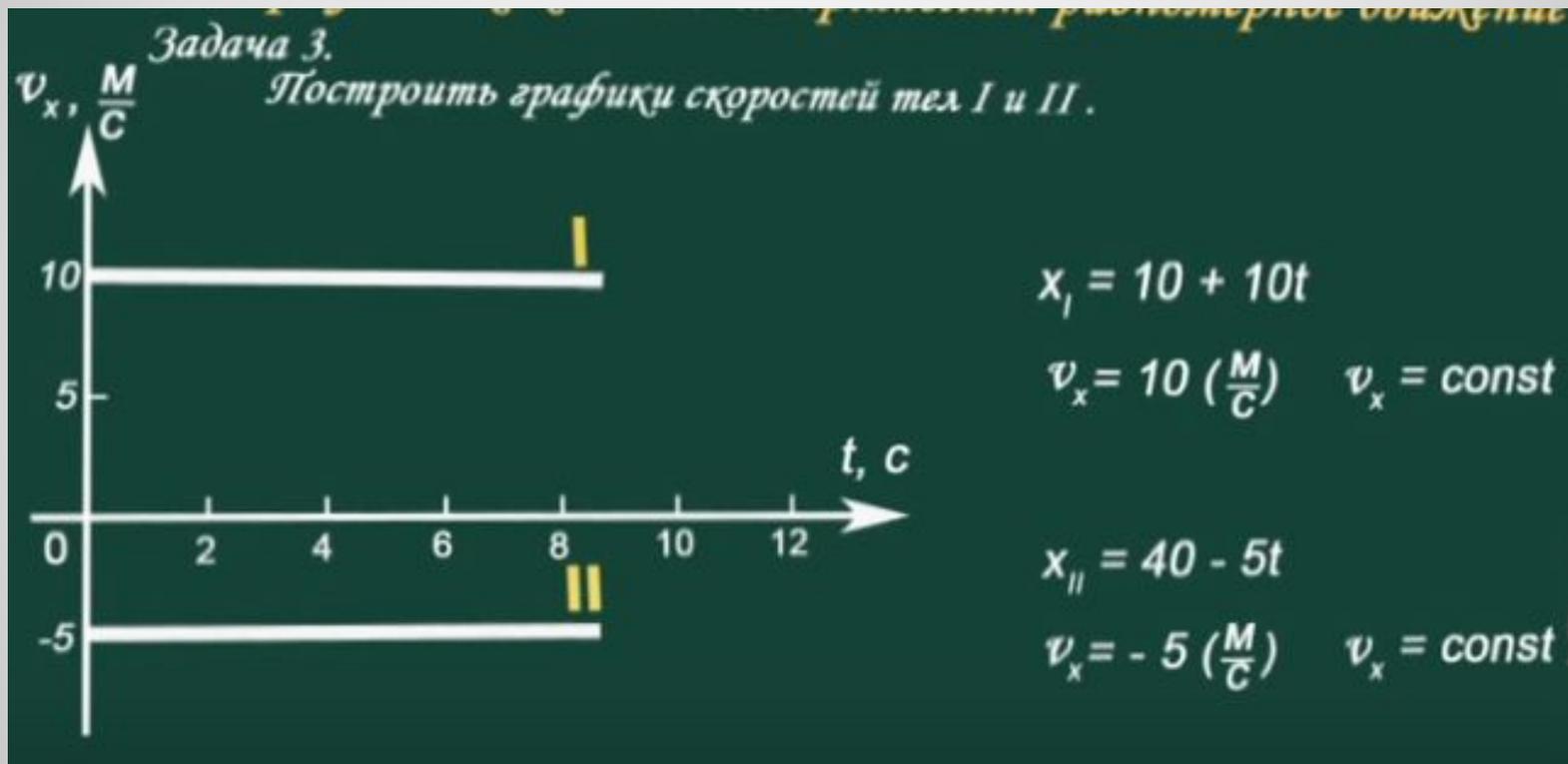
$$x_{II} = 40 - 5t$$

$$v_x = -5 \left(\frac{M}{C}\right)$$

## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение



## Решение графических задач на равномерное прямолинейное движение

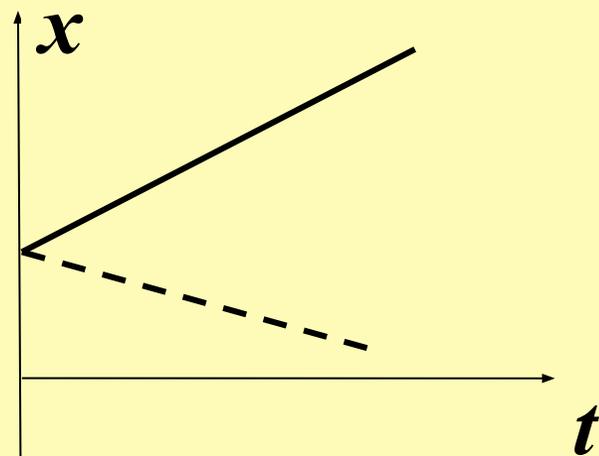


# Уравнения равномерного движения

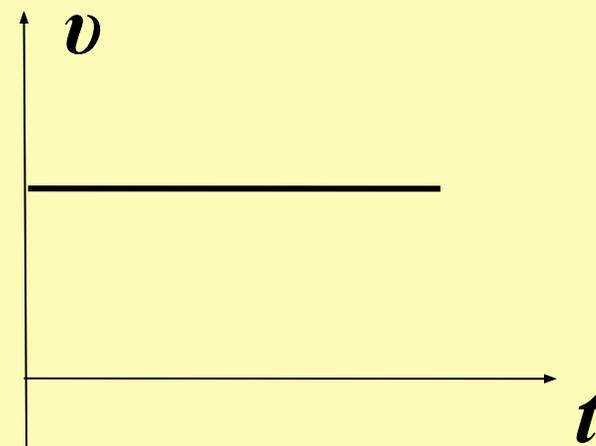
$$\begin{cases} x = x_0 + vt \\ v = \frac{s}{t} \end{cases}$$



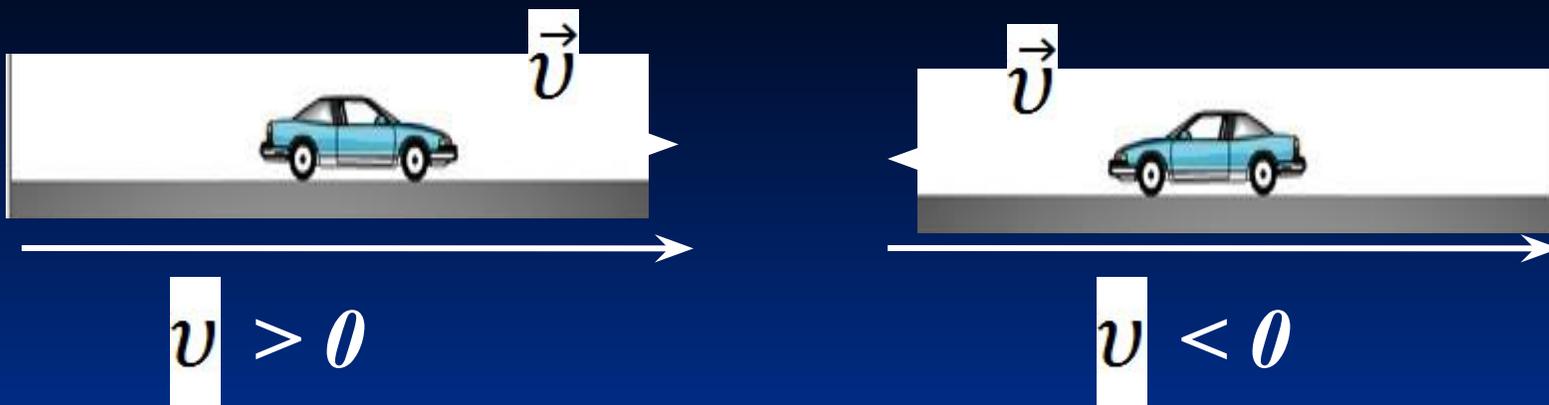
# Графики равномерного движения



*График  
координаты*



*График  
скорости*



$t$  — время,  $[t] = c$  (секунда)

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$36 \frac{\text{км}}{\text{час}} = \frac{36 \cdot 1000}{3600} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$