

А. В. Грачёв  
В. А. Погожев  
П. Ю. Боков

# Физика

**9 класс**

Учебник

Рекомендовано  
Министерством просвещения  
Российской Федерации

*7-е издание, стереотипное*



Москва  
Издательский центр  
«Вентана-Граф»  
2020

УДК 373.167.1:53  
ББК 22.3я721  
Г78

Одобрено Научно-редакционным советом корпорации  
«Российский учебник» под председательством академиков  
Российской академии наук В. А. Тишкова и В. А. Черешнева

**Г78 Грачёв, А. В.** Физика : 9 класс : учебник / А. В. Грачёв, В. А. Погожев, П. Ю. Боков. — 7-е изд., стереотип. — М. : Вентана-Граф, 2020. — 365, [3] с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-360-11304-1

Настоящее издание является завершением линии учебников для учащихся 7–9 классов общеобразовательных организаций (авт. А. В. Грачёв, В. А. Погожев и др.).

Учебник рассматривает разделы «Механические явления», «Электромагнитные явления», «Оптические явления» и «Квантовые явления». В учебник включены материалы для учащихся, интересующихся физикой, задания для внеклассной работы.

Учебник соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования.

УДК 373.167.1:53  
ББК 22.3я721

## Условные обозначения



*Это важно:* основные положения в тексте параграфа



*Комментарии:* вспомогательные тексты, поясняющие отдельные положения параграфа; советы, как ими пользоваться; различные напоминания и т. п.



*Справочные материалы:* сведения из истории физики; интересная дополнительная информация, данные для решения задач и др.



*Для дополнительного изучения:* материалы, адресованные всем, кто интересуется физикой и стремится расширить свои знания

\* *Задания повышенной сложности*



*Задания для совместной работы*



*Задания по проектной работе*

© Грачёв А. В., Погожев В. А., Боков П. Ю., 2012  
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2012  
© Грачёв А. В., Погожев В. А., Боков П. Ю., 2019,  
с изменениями  
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2019,  
с изменениями

ISBN 978-5-360-11304-1

## Введение

Два года назад, в 7 классе, вы начали изучать физику – одну из основных наук о природе. Физика занимает важнейшее место среди естественных наук – биологии, химии, геологии, астрономии и др. Она изучает наиболее общие и универсальные закономерности, лежащие в основе всех явлений природы. *Объектами* изучения физики являются различные виды материи – вещество, тела, частицы, поля. Они составляют окружающий мир, поэтому их взаимодействия определяют химические, геологические и многие другие явления.

Вам уже известно, что для количественного описания всего многообразия физических объектов, явлений и процессов материального мира используют *физические величины*. Со многими из них вы познакомились при изучении механических, тепловых, электрических и магнитных явлений. В механике это, например, масса, время, сила, механическая работа и энергия и др., в термодинамике – температура, количество теплоты и т. п. Вы узнали также, что законы окружающего нас мира устанавливают, проводя эксперименты и исследуя взаимосвязи между физическими величинами.

Знание этих законов позволяет объяснить явления природы, выявить их причины, понять, как протекают различные процессы в природе. Для этого в науке используют не только *экспериментальные*, но и *теоретические методы* исследования.

Экспериментальные методы исследования связаны с измерением физических величин. Выполняя лабораторные работы на уроках физики, вы пользовались экспериментальным методом исследования физических явлений.

С теоретическим описанием вы познакомились, например, при изучении закона сохранения импульса или при выводе формулы для расчёта гидростатического давления.

Экспериментальный и теоретический методы исследования используют в физике совместно. Эксперименты, в частности, проводят, чтобы подтвердить выдвинутую гипотезу или проверить, применима ли к реальной ситуации используемая *модель* описания физического явления.

Со многими физическими моделями вы уже имели дело при изучении механики в 7 классе (такими моделями являлись точечное тело и твёрдое тело). В 8 классе при изучении тем «Строение вещества» и «Газовые законы» рассматривались модели молекулы вещества и идеального газа. Удачно построенные *физические модели* позволяют упростить описание сложных явлений природы, открыть *физические законы* и записать их на языке математики. В этом вы убедились, изучая виды движения и взаимодействия наиболее простых моделей — точечных тел. При этом, изучая механику, вы рассматривали только прямолинейное движение и взаимодействие тел, при котором силы были направлены вдоль одной прямой. При изучении электрических взаимодействий вы имели дело только с точечными зарядами, причём расположенными на одной прямой. Всё это позволило использовать доступные вам знания из математики для изучения окружающего мира, понимания основных физических законов.

Чтобы разобраться в более сложных явлениях, например изучить другие виды механического движения, больше узнать о тепловых и электромагнитных явлениях, о строении материи и т. п., необходима определённая подготовка, в том числе по математике. Знания, полученные на уроках алгебры, геометрии и физики в 7 и 8 классах, помогут вам справиться с этой задачей.

Основные физические законы и методы изучения природных явлений, с которыми вы познакомились, пригодятся вам в дальнейшем. Дело в том, что физические законы имеют замечательную особенность: они применимы к совершенно разным природным объектам и лежат в основе многих природных явлений. Таковы, например, закон сохранения механической энергии и начала термодинамики.

Дальнейшее изучение физики убедит вас в том, что уже полученные вами первоначальные знания по механике и другим разделам физики войдут частью в новые для вас знания. Так, самые простые виды движения и взаимодействия тел, изученные в 7 классе, лягут в основу более сложных форм движения, с которыми вам предстоит познакомиться. Поэтому при рассмотрении кинематики и динамики криволинейного движения вы встретите «своих старых знакомых» — законы прямолинейного движения, законы Ньютона, закон сохранения механической энергии и т. д. Таким образом, вы будете использовать уже известные вам формулировки многих определений и законов.

В этом учебном году вам предстоит знакомство и с новыми для вас явлениями, которые изучают в оптике и ядерной физике. Понять эти явления и получить новые знания о строении вещества вам поможет более глубокое изучение механических явлений. Поэтому изучение физики мы продолжим, вновь обратившись к механике.

Кинематика — раздел механики, в котором рассматриваются способы описания механического движения тел без выяснения причин изменения характера движения.

Напомним:

**механическим движением называют изменение положения тела или его частей относительно других тел с течением времени.**

Для описания механического движения необходимо научиться отвечать на два вопроса: «*Где*, в какой точке пространства, и *когда*, в какой момент времени, находилось, находится или будет находиться тело (части этого тела) в процессе своего движения?»

Любое реальное тело имеет размеры. В общем случае различные его части могут двигаться по-разному. Мы же начнём рассмотрение движения тела со случая, когда нас *не интересует различие в движении его отдельных частей*. Тогда при описании движения тела можно рассматривать движение какой-либо одной его точки. При этом реальное тело заменяют на *модель — точечное тело*.

**Точечное тело — модель для описания объекта, размерами которого можно пренебречь по сравнению с характерными масштабами решаемой задачи.**

Точечное тело в каждый момент времени находится в определённой точке пространства. Реальное тело можно заменить точечным также в случае, если размеры тела много меньше, чем пройденное им расстояние (например, при описании движения автомобиля из одного города в другой). Кроме того, замена реального тела на точечное возможна и в том случае, когда тело движется *поступательно*.

**Движение тела называют поступательным, если прямая, проведённая через любые две точки этого тела, в процессе движения не изменяет своей ориентации (остаётся параллельной своему начальному положению).**

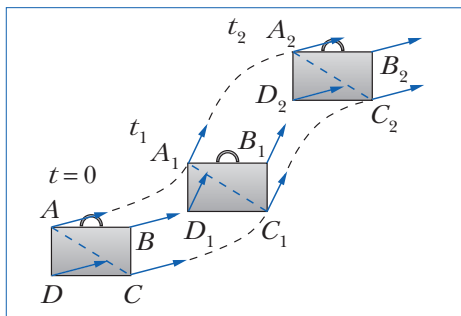


Рис. 1

При поступательном движении тела прямая, проведённая через любые две его точки, не изменяет своей ориентации ( $AC \parallel A_1C_1 \parallel A_2C_2$ )

Из этого определения следует, что движение всех точек поступательно движущегося тела происходит одинаково (рис. 1), т. е. в любой момент времени все точки тела имеют одинаковые скорости (по модулю и направлению). Поэтому при описании такого движения достаточно описать движение одной точки тела. В тех случаях, когда различие в движении частей тела имеет принципиальное значение (допустим, нас интересует, как движутся ноги велосипедиста во время езды), требуется описание движения каждой точки тела.

## § 1 Способы описания механического движения. Системы отсчёта

Из определения механического движения следует, что для его описания необходимо ввести систему отсчёта. В 7 классе при изучении прямолинейного движения точечного тела мы дали следующее определение системы отсчёта:

**совокупность тела отсчёта, с которым связана система координат, и часов называют системой отсчёта.**

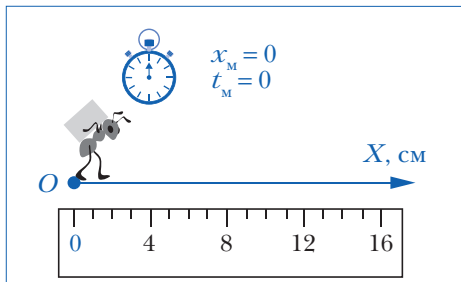


Рис. 2

Положение муравья в выбранной системе отсчёта в момент времени  $t = 0$

Напомним на уже известном примере, как вводится система отсчёта, в которой описывают прямолинейное движение тела.

На рис. 2 показан муравей, который с крупинкой сахара в некоторый момент времени начинает бежать по столу вдоль края ученической линейки. В качестве тела отсчёта, относительно которого изменяется положение муравья в пространстве, выбран стол. За начало отсчёта принята точка, в которой муравей схватил крупин-

ку сахара и начал двигаться с ней относительно стола. Ось координат направлена от начала отсчёта параллельно краю линейки в сторону движения муравья. За единицу длины на оси выбран 1 см. Часы (секундомер) включены в момент начала движения муравья.

Результаты измерения координаты прямолинейно движущегося муравья в различные моменты времени можно представить в виде таблицы (табличный способ описания движения). Можно построить график движения (рис. 3) в осях времени и координаты (графический способ описания движения).

Можно также представить результаты в виде аналитической зависимости  $x(t) = 2t$  (аналитический способ описания движения).

Если известна графическая (в виде непрерывной линии) или аналитическая зависимость координаты прямолинейно движущегося вдоль оси  $X$  тела от времени, то говорят, что движение тела в выбранной системе отсчёта описано полностью. В этом случае можно ответить на основные вопросы кинематики:

- 1) определить координату тела в любой момент времени движения (ответить на вопрос «где?»);
- 2) определить момент времени, в который тело имело заданную координату (ответить на вопрос «когда?»).

Однако как быть, если в процессе своего движения муравей сошёл с выбранной нами оси  $X$ ? Например, ему пришлось обходить стоящую на столе чашку или блюдце. В этом случае линия, вдоль которой движется муравей относительно стола, уже не будет прямой.

**Линию, в каждой точке которой последовательно находилось, находится или будет находиться движущееся точечное тело, называют траекторией.**

**Движение, при котором траектория движущегося точечного тела является кривой линией, называют криволинейным движением.**

Понятно, что при криволинейном движении муравья его положение относительно стола в разные моменты времени невозможно описать с помощью только одной координаты  $x$ .

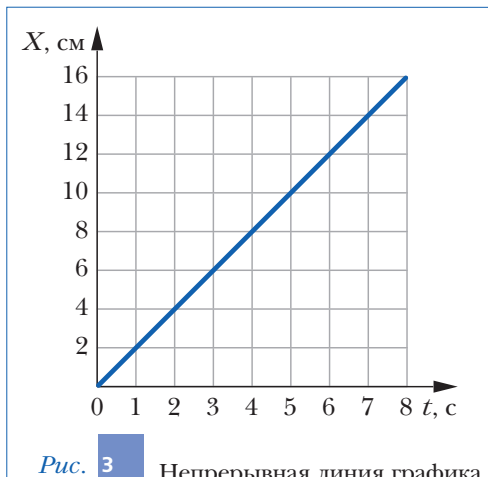


Рис. 3

Непрерывная линия графика описывает положение муравья в любой момент времени

Из курса математики вы уже знаете, что положение точки на плоскости задают в прямоугольной системе координат двумя координатами:  $x$  и  $y$ . Поэтому для описания движения точечных тел по плоскости выбирают систему отсчёта с двумя осями:  $X$  и  $Y$ . Эту систему координат связывают с телом отсчёта таким образом, чтобы оси, во-первых, проходили через выбранное начало отсчёта, во-вторых, лежали в плоскости движения тела. Положительные направления на этих осях и единицы длины выбирают из соображений удобства при решении конкретных задач.

Пример такой системы отсчёта для описания движения точечного тела по плоскости приведён на рис. 4. Телом отсчёта в ней является стол.

Связанная с телом отсчёта система координат состоит из двух перпендикулярных друг другу координатных осей  $X$  и  $Y$ , которые проходят через начало отсчёта (угол стола) вдоль его сторон.

Положение точечного тела на плоскости (например, муравья относительно стола) в выбранной системе отсчёта в каждый заданный момент времени  $t$  можно описать двумя координатами:  $x$  и  $y$ .

Рассмотрим подробнее, как определяются эти координаты. Пусть в момент времени  $t = 3$  с тело находится в точке  $A$  (см. рис. 4). Опустим из этой точки  $A$  перпендикуляр на ось  $X$ . Основание этого перпендикуляра – точку с

координатой  $x_A$  называют *проекцией точки  $A$  на ось  $X$* . Видно, что в рассматриваемом примере координата  $x_A = 4$  см.

Аналогичным образом определяется координата точки  $A$  по оси  $Y$ . Из точки  $A$  опустим перпендикуляр на ось  $Y$ . В рассматриваемом примере  $y_A = 7$  см.

Из приведённого примера ясно, что, в отличие от рассмотренного ранее движения по прямой вдоль координатной оси  $X$ , для описания движения по плоскости необходимо приводить два закона движения, т. е. зависимости от времени  $t$  обеих координат  $x$  и  $y$ . **К**

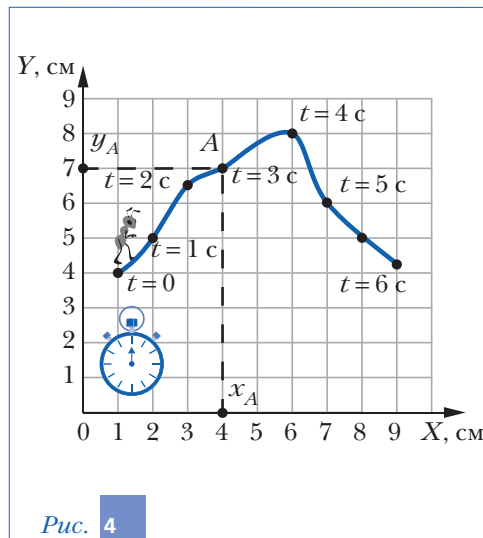


Рис. 4

**К** Кроме табличного и графического способов описания таких зависимостей, возможен и аналитический способ описания движения точечного тела в выбранной системе отсчёта. В этом случае должны быть известны законы движения  $x(t)$  и  $y(t)$ , т. е. зависимости координат  $x$  и  $y$  от времени  $t$ , записанные в аналитической форме (в виде формул).



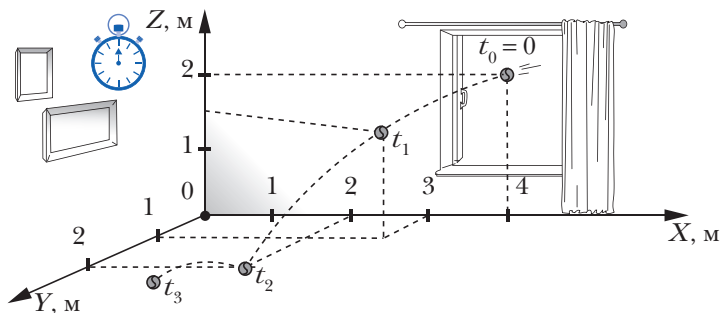


Рис. 5 Система отсчёта для описания движения теннисного мяча

Теперь представим себе, что мы хотим описать движение не муравья, а мяча, влетающего в комнату. В этом случае придётся в любой момент времени описывать положение точечного тела не на плоскости, а в пространстве. Поэтому нам потребуются уже не две, а три координаты:  $x$ ,  $y$  и  $z$ . Следовательно, связанная с выбранным телом отсчёта (например, стенами комнаты) система координат должна состоять из трёх взаимно перпендикулярных координатных осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

Пример такой системы отсчёта, включающей в себя и прибор для измерения времени (часы), показан на рис. 5. Влетевший в открытое окно теннисный мяч движется относительно пола и стен комнаты. С течением времени в выбранной системе отсчёта изменяются все три координаты мяча:  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Поэтому для описания его движения в такой системе отсчёта необходимо приводить три закона движения, т. е. зависимости от времени всех трёх координат:  $x(t)$ ,  $y(t)$  и  $z(t)$ . Эти зависимости также могут быть представлены в табличном, графическом или аналитическом видах.

На рис. 6 приведено графическое описание изменения координат теннисного мяча в системе отсчёта, связанной с комнатой.

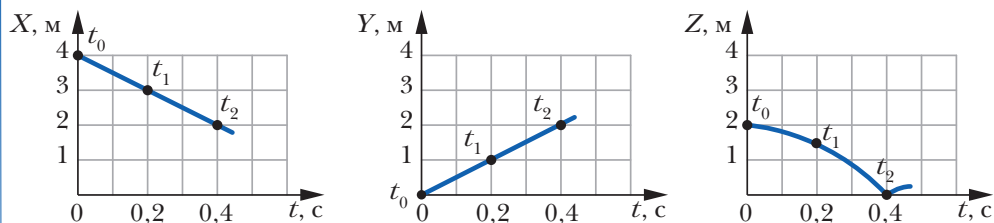


Рис. 6 Изменения координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$  с течением времени в системе отсчёта, связанной с комнатой

**Совокупность тела отсчёта, с которым связана система координат, и часов называют системой отсчёта.**

Для того чтобы механическое движение точечного тела было описано *полностью*, необходимо:

в случае прямолинейного движения — знание закона движения  $x(t)$ , где  $x$  — координата тела по оси  $X$ , совпадающей с траекторией движения тела;

в случае движения по плоскости — знание двух законов движения:  $x(t)$  и  $y(t)$ , где  $x$  и  $y$  — координаты тела соответственно по осям  $X$  и  $Y$ , которые перпендикулярны друг другу и находятся в плоскости движения тела;

в случае движения в пространстве — знание трёх законов движения:  $x(t)$ ,  $y(t)$  и  $z(t)$ ; при этом все три координатные оси  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  взаимно перпендикулярны друг другу.

Законы движения (зависимости координат тела от времени) могут быть представлены либо в табличном, либо в графическом, либо в аналитическом виде.

**Линию, в каждой точке которой последовательно находилось, находится или будет находиться движущееся точечное тело, называют траекторией.**

**Движение, при котором траектория движущегося точечного тела является кривой линией, называют криволинейным движением.**

### Вопросы

1. Что называют системой отсчёта?
2. Что называют траекторией движения тела? Приведите примеры прямолинейного и криволинейного движений тел.
3. Какое движение называют: а) прямолинейным; б) криволинейным?
4. Сколько координатных осей потребуется для описания движения: а) свободно падающего из состояния покоя камня; б) парохода, идущего по озеру по криволинейной траектории; в) пчелы, летающей в комнате?
5. Является ли траектория вашего движения от подъезда дома до школы прямолинейной?

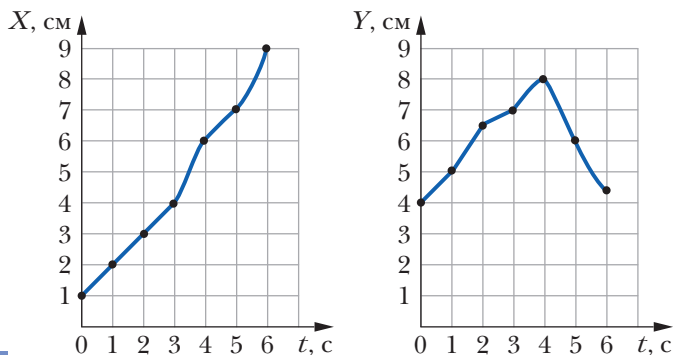


Рис. 7

### Упражнения

1. Определите координаты муравья, движение которого показано на рис. 4 в моменты времени 1 с и 4 с.
2. Определите координаты муравья, движение которого описано графиками на рис. 7, в моменты времени 1 с и 4 с. Сравните полученные результаты с результатами из упражнения 1.
3. Определите координаты мяча, движение которого показано на рис. 5, в моменты времени  $t_0$  и  $t_1$ .
4. Определите координаты мяча, движение которого описано графиками на рис. 6, в моменты времени 0 с и 0,2 с. Сравните полученные результаты с результатами из упражнения 3.
- \*5. Как изменяются со временем (увеличиваются или уменьшаются) координаты  $x$ ,  $y$  и  $z$  теннисного мяча, изображённого на рис. 5?
- ✓6. Найдите карту вашего района. Перенесите её на лист формата А4. Выберите на карте объект, который будет началом отсчёта. Изобразите карандашом координатные оси  $X$  (с запада на восток) и  $Y$  (с юга на север). С учётом масштаба карты оцифруйте эти оси. Определите координаты вашего дома и школы. Изобразите траекторию вашего движения от школы до дома.

## § 2 Прямолинейное движение

Прежде чем описывать движение точечного тела на плоскости, напомним, что такое прямолинейное равномерное и прямолинейное равноускоренное движения.

**Прямолинейное движение называют равномерным, если тело за любые равные промежутки времени проходит равные расстояния в одном и том же направлении.**

Рассмотрим пример такого движения.

Пусть по прямолинейной дороге катится велосипедист (рис. 8). Будем следить за движением велосипедиста, считая его точечным телом. Выберем в качестве тела отсчёта Землю. За начало отсчёта примем дерево на обочине дороги. Координатную ось  $X$  направим от выбранного начала отсчёта параллельно дороге в направлении движения велосипедиста. Включим секундомер в тот момент времени, когда велосипедист находится в 10 м от начала отсчёта. В этом случае начальная координата велосипедиста  $x_0 = 10$  м.

Пусть велосипедист движется со скоростью, модуль которой равен 5 м/с. Так как в выбранной системе отсчёта направление скорости совпадает с положительным направлением координатной оси  $X$ , то значение его скорости положительно и равно  $v = 5$  м/с. (Отметим, что если бы скорость была направлена в отрицательном направлении оси  $X$ , то её значение было бы отрицательно.)

При заданном значении скорости за каждую секунду координата велосипедиста увеличивается на 5 (м). Поэтому за  $t$  (с) его координата увеличится на  $5t$  (м). Следовательно, к моменту времени  $t$  с учётом того, что  $x_0 = 10$  м, координата велосипедиста будет равна:

$$x(t) = x_0 + v \cdot t = 10 + 5t,$$

где  $x$  — координата велосипедиста в метрах,  $t$  — время в секундах.

Напомним, что выражение, описывающее зависимость координаты  $x$  тела от времени, называют **законом движения** вдоль оси  $X$ . Если в это выражение подставить конкретное значение времени  $t$ , то оно превратится в уравнение, позволяющее вычислить координату тела в этот момент времени.

Например, определим положение велосипедиста через время  $t = 20$  с

после включения секундомера. Для этого подставим в закон движения значение времени  $t = 20$  с:

$$x(t = 20 \text{ с}) = 10 + 5 \cdot 20 = 110 \text{ (м)}.$$

Таким образом, в момент времени  $t = 20$  с координата велосипедиста в выбранной системе отсчёта будет равна 110 м.

С помощью закона движения можно решить и обратную задачу: определить момент времени, в который тело будет находиться в точке с заданной координатой.

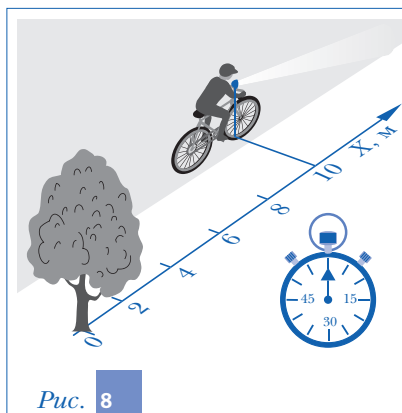


Рис. 8

Например, определим момент времени  $t_1$ , когда координата велосипедиста  $x(t_1) = 200$  м. Для этого подставим значение  $x(t_1) = 200$  м в закон движения велосипедиста  $x(t_1) = x_0 + v \cdot t_1$ :

$$200 = 10 + 5t_1.$$

Решая это уравнение, получаем:

$$t_1 = \frac{200 - 10}{5} = 38 \text{ (с)}.$$

Таким образом, координата велосипедиста в выбранной системе отсчёта будет равна 200 м в момент времени  $t_1 = 38$  с.



При равномерном движении тела вдоль оси  $X$  его координата изменяется с течением времени по закону:

$$x(t) = x_0 + v \cdot t,$$

где  $x_0$  — начальная координата тела в момент  $t = 0$ , а  $v$  — постоянное значение его скорости.

Теперь рассмотрим прямолинейное равноускоренное движение.

**Прямолинейное движение тела называют равноускоренным, если в процессе движения ускорение тела остаётся постоянным.**

Если тело движется прямолинейно равноускоренно вдоль координатной оси  $X$  с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  и постоянным ускорением  $\vec{a}$ , то значение его скорости  $v(t)$  и координата  $x(t)$  в любой момент времени  $t$  соответственно равны:

$$v(t) = v_0 + a \cdot t, \tag{1}$$

$$x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}. \tag{2}$$

Приведённые выражения называют законом изменения значения скорости от времени (1) и законом движения (2).

Заметим, что если направления начальной скорости  $\vec{v}_0$  и ускорения  $\vec{a}$  тела совпадают с положительным направлением выбранной координатной оси, то их значения в выражениях (1) и (2) положительны:  $v_0 > 0$  и  $a > 0$ , в противном случае они отрицательны. Например, если направление начальной скорости  $\vec{v}_0$  совпадает с положительным направлением оси  $X$ , а направление ускорения противоположно, то в уравнениях (1) и (2) значение  $v_0$  будет положительным ( $v_0 > 0$ ), а значение  $a$  — отрицательным ( $a < 0$ ).

Как и в случае равномерного движения, если известны закон изменения значения скорости от времени и закон движения, то можно определить значение скорости и координату тела в любой момент времени  $t$ .

Можно решить и обратную задачу – определить момент времени, в который тело будет находиться в точке с заданной координатой (или иметь заданное значение скорости). Для этого надо подставить заданную координату в закон движения или заданное значение скорости в закон изменения значения скорости от времени и решить получившиеся уравнения.

Напомним, как используют закон движения и закон изменения значения скорости от времени, на примере решения задачи о равноускоренном движении.

### Задача

Гонимый автомобиль трогается с места и набирает скорость 40 м/с (144 км/ч) за время 10 с. Определите путь, пройденный автомобилем за это время, считая его движение равноускоренным.

*Решение.*

Воспользуемся схемой, которую мы применяли в 7 классе для решения кинематических задач.

#### Шаг 1. Выбор системы отсчёта.

Свяжем систему отсчёта с дорогой. Начало отсчёта поместим в то место, откуда автомобиль начинает разгон, и направим координатную ось  $X$  по ходу движения автомобиля (рис. 9). Часы включим в момент начала движения.

#### Шаг 2. Определение начальных координат.

В выбранной системе отсчёта начальная координата автомобиля  $x_0 = 0$ .

#### Шаг 3. Определение значений начальной скорости и ускорения.

Начальная скорость автомобиля  $v_0 = 0$ . Так как направление ускорения совпадает с положительным направлением оси  $X$ , то значение ускорения  $a$  будет положительным.

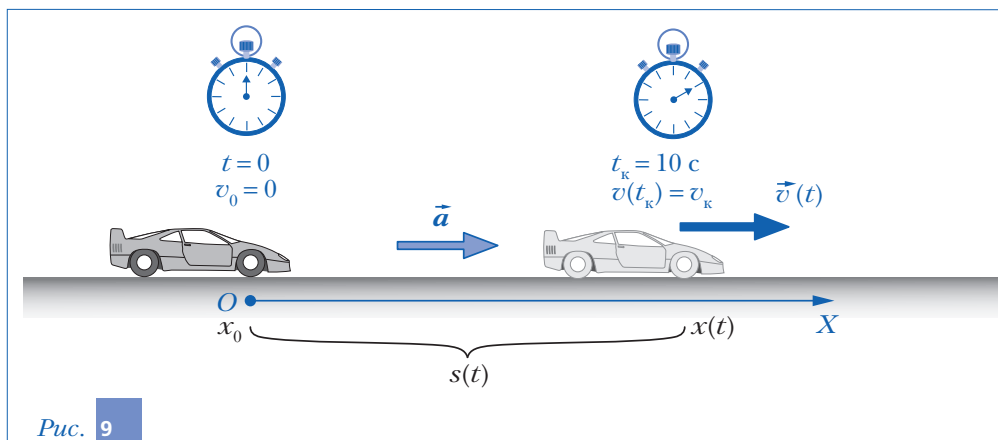


Рис. 9

#### Шаг 4. Запись закона движения.

Запишем зависимость координаты от времени при прямолинейном равноускоренном движении автомобиля с учётом данных задачи:

$$x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} = 0 + 0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{a \cdot t^2}{2}.$$

**Шаг 4\* (новый).** Запись закона изменения значения скорости от времени.

$$v(t) = v_0 + a \cdot t = 0 + a \cdot t.$$

#### Шаг 5. Запись условия задачи в виде уравнения.

Запишем условие окончания разгона к моменту времени  $t_k$  до скорости  $v_k$ . Для этого подставим заданное значение скорости  $v_k$  в закон изменения значения скорости от времени:

$$v(t_k) = v_k.$$

#### Шаг 6. Объединение уравнений в систему.

$$x(t) = \frac{a \cdot t^2}{2}, \quad (3) \text{ (закон движения автомобиля)}$$

$$v(t) = a \cdot t, \quad (4) \text{ (закон изменения значения скорости)}$$

$$v(t_k) = v_k. \quad (5) \text{ (условие окончания разгона)}$$

#### Шаг 7. Решение уравнений.

Подставляя уравнение (4) в уравнение (5), получаем:  $v_k = a \cdot t_k$ .

$$\text{Отсюда } a = \frac{v_k}{t_k} = \frac{40}{10} = 4 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$


Подставив полученное значение  $a$  в уравнение (3), находим:


$$x(t_k) = \frac{a \cdot t_k^2}{2} = \frac{4 \cdot 10^2}{2} = 200 \text{ (м)}.$$

*Ответ:* искомый путь равен 200 м.

Ещё одним наиболее часто наблюдаемым примером прямолинейного равноускоренного движения является *свободное падение* тела, брошенного вертикально (вверх или вниз) или отпущенного с некоторой высоты без начальной скорости.

Напомним, что *свободным падением называется движение тела под действием только силы тяжести*.

Многочисленные эксперименты показывают, что *свободно падающие тела движутся относительно поверхности Земли с ускорением, направленным вертикально вниз*.  Для этого ускорения принято исполь-

 Опыты по изучению свободного падения тел проводил итальянский учёный Галилео Галилей (1564–1642). Он сбрасывал предметы одинаковой формы с наклонной Пизанской башни и исследовал, зависит ли время их падения от массы. В результате Галилеем было установлено, что тела независимо от их массы в отсутствие сопротивления воздуха падают на Землю с одинаковым ускорением.