

А. В. Грачёв
В. А. Погожев
А. В. Селиверстов

Физика

7 класс

Учебник

Рекомендовано
Министерством просвещения
Российской Федерации

6-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**

Грачёв, А. В.
Г78 Физика. 7 класс : учебник / А. В. Грачёв, В. А. Погожев, А. В. Селиверстов. — 6-е изд., стереотип. — М. : Вентана-Граф, 2020. — 287, [1] с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-360-11204-4

Учебник рассчитан на учащихся общеобразовательных организаций, приступающих к систематическому изучению физики.

Настоящее издание вместе с рабочими тетрадями, тетрадью для лабораторных работ и методическим пособием для учителей составляет учебно-методический комплект по физике для 7 класса. В учебнике представлен раздел «Механические явления».

Учебник соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования.

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-360-11204-4

© Грачёв А.В., Погожев В.А., Селиверстов А.В., 2007
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2007
© Грачёв А.В., Погожев В.А., Селиверстов А.В., 2019,
с изменениями
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2019,
с изменениями

Как работать с учебником

Дорогие ребята!

Этот учебник вы будете использовать во время урока, например чтобы усвоить новый материал, научиться правильно решать задачи. Но с учебником можно работать и дома: самому разобраться в проблеме, найти ответ на непростой вопрос, хорошо подготовиться к уроку или контрольной работе. В учебнике достаточно подробно изложены нужные вам знания, и, если на уроке вы что-то упустили, поработайте самостоятельно — внимательно прочтите текст параграфа, постарайтесь выполнить предложенные в нём упражнения. Обращайте внимание на места, где стоят значки.



Это важно! Так отмечены основные положения в тексте параграфа.



Комментарии. Это 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, которые могут потребоваться, например, при решении задач.



Совместная работа. Так отмечены задания, требующие совместной работы двух или более учащихся.



Проектная и исследовательская деятельность. Так отмечены задания, предназначенные для проектной и исследовательской деятельности.

Итоги. В конце каждого параграфа собраны и приведены сведения, которые помогут вам понять, что является главным, без чего нельзя усвоить

дальнейшее содержание учебника. Внимательно прочтите каждый вывод, спрашивая себя: всё ли в нём понятно? При необходимости ещё раз обратитесь к соответствующему месту в учебнике.

Вопросы. Для того чтобы проверить, насколько успешно вы усвоили основной материал в данном параграфе, постарайтесь ответить на заданные вопросы и только после этого переходите к упражнениям.

Упражнения. В конце параграфа приводятся упражнения, которые вы будете выполнять дома, после того как убедитесь, что поняли содержание параграфа и его итоги. Встретятся вам и сложные упражнения; они отмечены знаком * и рассчитаны на самостоятельную работу.

Знаком  (для дополнительного изучения) в учебнике отмечены те места, в том числе параграфы, которые адресованы всем, кто заинтересуется физикой и захочет расширить свои знания.

Кроме условных обозначений, облегчающих работу с книгой, вам встретятся в тексте учебника и особо выделенные места.

Так, **формулировки законов** набраны другим шрифтом и цветом.

Таким же шрифтом обычного цвета набраны тексты **определений**.

Текст, на который при чтении следует обратить внимание, выделен *курсивом*. Как правило, это отдельные выводы или ключевые для понимания слова.

В разделе «Ответы» приведены ответы к отдельным вопросам и задачам в учебнике, чтобы можно было проверить свою работу.

В конце учебника дан предметный указатель. Если вам потребуется найти в книге страницу, на которой впервые появляется тот или иной физический термин, загляните в указатель.

Надеемся, всё это облегчит вам работу с учебником.

Физические явления и методы их изучения

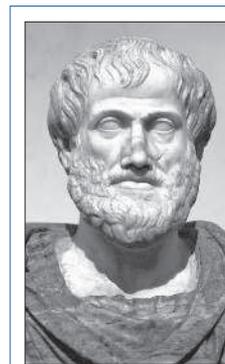
§ 1 Что такое физика. Роль физики в формировании естественно-научной грамотности. Научный метод познания

Вы держите в руках учебник по новому для вас учебному предмету — физике. Несмотря на то что вы только приступаете к её изучению, объект исследования этой науки хорошо вам знаком. С ним вы сталкивались и в школе, и дома, и на прогулке. Ведь физика изучает окружающий нас мир, и даже её название происходит от греческого слова φύσις (фюсис) — «природа». Но значит ли это, что физика изучает всё на свете?

Само название «физика» было придумано в эпоху Античности греческим философом Аристотелем (384–322 до н. э.). Вначале оно действительно означало всю совокупность знаний о природе. Однако по мере накопления таких знаний и совершенствования методов исследования из физики выделились отдельные науки (астрономия, география, химия и др.), которые принято называть *естественными*. Отличительная особенность естественных наук заключается в том, что источником знаний о природе и критерием их истинности является опыт.

Чем же современная физика отличается от остальных естественных наук? Чтобы разобраться в этом, рассмотрим, с чего началось изучение природы.

С древних времён люди наблюдали самые разные явления на Земле и в небе: восход и заход светил, смену дня и ночи, движение и столкновение предметов, свет и звук, тепло и холод, проявления стихии — разливы рек, ураганы, грозы и многое другое. Явлений вокруг было множество. Но, несмотря на такое разнообразие, окружающий мир всегда виделся человеку единым целым. Ни одно из явлений не было изоли-



Аристотель



Древний астроном наблюдает расположение небесных светил с помощью угломерных палочек

рованным, не происходило отдельно от других. Некоторые из них повторялись (например, смена времён года). Другие (такие как дождь, гроза, радуга) происходили одновременно или следовали друг за другом. Это наводило на мысли о том, что у разных явлений должны иметься какие-то общие причины — законы, скрытые от человека.

В Древнем мире закономерности различных явлений подмечали, записывали и хранили в глубокой тайне жрецы храмов. Целью их занятий было предсказание, например, разливов рек, солнечных и лунных затмений, т. е. тех природных явлений, от которых зависела жизнь человека.

Но учение Древнего мира о природе ещё не было наукой. *Объяснения явлений природы*, которые давали посвящённые в «высшие» знания люди, *не содержали природных причин*. Например, восходы и заходы

Солнца, смену времён года, проявления стихии — грозу, ветер, землетрясение — связывали с действиями богов. Поэтому деятельность учёных того времени ограничивалась лишь собиранием разных фактов и общим описанием явлений.

Исследование природы в современном понимании — *описание её явлений и изучение их закономерностей на основе продуманных экспериментов* — началось лишь в эпоху Возрождения. К этому времени объём накопленных знаний стал столь значительным, что науку о природе пришлось разделить на части. Появился ряд новых дисциплин, исследующих окружающий мир в более узких областях: живую природу стали изучать своими методами зоология и ботаника, небесные тела — астрономия, поверхность и недра Земли — география и геология, превращения веществ — химия. При этом физики стали широко применять новые методы исследования, используя всё более совершенные инструменты. В то же время физика сохранила прежнюю цель — искать объяснения разнообразным явлениям окружающего мира, изучать их причины, выявлять общие свойства, находить закономерности.

сти и взаимосвязи между явлениями и процессами. Именно в этом заключается роль физики в процессе познания окружающего мира.



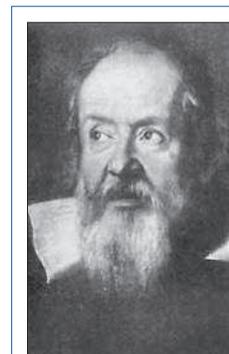
В наши дни интересы учёных включают в себя физику микромира, изучающую свойства мельчайших частиц вещества, макрофизику, рассматривающую окружающие нас объекты, и мегафизику — физику космических объектов (галактик и Вселенной в целом).

Эти закономерности (или, по-другому, физические законы) *описывают количественные соотношения в природе*. Часто они записываются на математическом языке, с помощью формул. Поэтому при изучении физики знание математики так же необходимо, как знание языка при чтении книг.

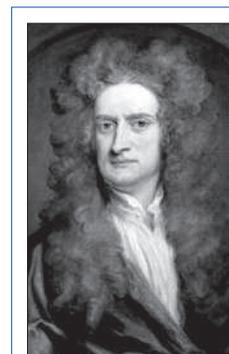
Как же учёные открывают эти закономерности? На начальном этапе познания проводили наблюдения явлений природы. Анализ этих наблюдений позволил найти количественные характеристики для их описания. Это, в свою очередь, позволило устанавливать связи между этими характеристиками.

В современной науке не ограничиваются пассивным наблюдением, дожидаясь, пока интересующее их явление будет происходить самопроизвольно. Для его изучения проводят специально подготовленный опыт — *эксперимент*, во время которого изучаемое природное явление воспроизводится в строго определённых условиях заранее продуманным образом. Эксперимент для получения новых знаний использовал итальянский физик и астроном Галилео Галилей (1564–1642). Исследуя движение, он сбрасывал предметы одинаковой формы с наклонной Пизанской башни и изучал, зависит ли время их падения от массы. С исследований Галилея берёт начало история современной физики.

Эксперимент в современной физике — один из ведущих методов изучения природы. На основании результатов эксперимента строится физическая теория. При её построении используют модели. Это связано с тем, что описываемые теоретически реальные явления, процессы и объекты весьма сложны. Поэтому их описание начинают с выделения главных факторов и признаков, характеризующих явление, процесс или объект, и отбрасывания второстепенных, не оказывающих существенного влияния, с точки зрения исследователя.



Галилео
Галилей



Исаак
Ньютон



Модель в физике — упрощённая версия реального явления (процесса, объекта), сохраняющая её (его) основные черты, с точки зрения исследователя.

После выбора модели учёные начинают строить теорию, используя основные черты этой модели. В результате предсказываются новые свойства явления, выдвигаются гипотезы, из которых вытекают следствия. Теория развивается. Появляется возможность предсказать новые, ещё не открытые явления и закономерности. Это позволяет провести новые эксперименты, с помощью которых можно понять, соответствует ли выбранная учёными модель реальному явлению или при её выборе не были учтены какие-либо важные факторы. Таким образом, *эксперимент является не только источником, но и критерием истинности наших знаний о природе.*

По мере развития подкреплённой экспериментами и наблюдениями теории учёные всё лучше понимают, какие причины и условия протекания изучаемых явлений и процессов являются определяющими, а какие — несущественными или вовсе не относящимися к ним. В результате появляется возможность проведения модельных экспериментов.



Модельным называют эксперимент, в котором реализуют лишь основные, играющие, с точки зрения исследователя, принципиальную роль, причины и условия протекания изучаемого явления или процесса.

Модельный подход позволяет не только упростить подготовку и реализацию эксперимента, но и более полно проверить выдвигаемые гипотезы.

Второй, не менее важный способ познания — *теоретическое описание* явлений окружающего нас мира. На основе физических теорий учёные получают общие законы природы, объясняют с их помощью уже известные явления и предсказывают новые, ещё не открытые. Основоположник теоретического метода в физике — английский физик и математик Исаак Ньютон (1643–1727), создавший первую физическую теорию (классическую механику).

Изобретение и усовершенствование компьютеров привело к развитию самого молодого научного способа познания окружающего мира. Это — компьютерное моделирование явлений и процессов, или *численный эксперимент.*



Эксперимент, теоретическое описание и компьютерное моделирование — основные научные методы познания природы. В современной физике они используются совместно.

Но зачем физика занимается исследованием природы? Что движет учёными, кроме обычного любопытства? Ещё в самом начале цивилизации люди поняли, что знания об окружающем мире делают человека сильнее и по-

могают обустроить жизнь. Открытие законов природы изменило отношение человека к окружающему миру, что привело к появлению техники. У человека появились новые возможности: рычаг сделал его сильнее, паровой двигатель освободил от тяжёлого труда. С помощью самолёта люди покорили воздушное пространство, а с помощью ракеты – космос. Мобильный телефон, СВЧ-печь, компьютер, Всемирная сеть Интернет – вот очевидные успехи прикладной физики последних десятилетий. Можно сказать, что в наши дни благодаря развитию науки и техники человек живёт уже в новом окружающем мире и физика играет в этом мире всё более важную роль. Знание законов природы позволяет человеку использовать её для своих нужд, создавать новые приборы, устройства, материалы. А поскольку наши потребности и возможности всё время растут, то и физика постоянно развивается.

В школьном курсе невозможно рассказать обо всех направлениях современной науки. Чтобы упростить изучение физики, изучаемые ею явления принято делить на механические, тепловые, электромагнитные, световые и квантовые.

Эти явления изучаются в различных разделах физики: механике, молекулярной физике, термодинамике, электромагнетизме, оптике, атомной и ядерной физике. Но нужно помнить: природа не знает о том, что люди разделили знания о ней на части. Поэтому для объяснения того или иного явления могут потребоваться законы, изучаемые не только в разных разделах физики, но и в разных естественных науках.

Итоги

Физика появилась в результате наблюдений разнообразных явлений природы и стремления понять причины возникновения этих явлений.

Физика стала наукой в современном понимании лишь в эпоху Возрождения, когда люди начали описывать явления и изучать их закономерности на основе продуманных экспериментов.

Основные научные методы познания природы — эксперимент, теоретическое описание и компьютерное моделирование. В современной физике они используются совместно.

Физические законы описывают количественные соотношения в природе. Часто они записываются на математическом языке, с помощью формул. Физические законы основываются и проверяются на экспериментальных фактах.

Знание законов природы изменило отношение человека к окружающему миру и привело к появлению техники.

Вопросы

- 1 Назовите, какие из перечисленных явлений изучает физика, а какие — другие науки: падение камня, рост дерева, полёт самолёта, горение спички, свечение лампочки, извержение вулкана.
- 2 Как в древние времена люди отвечали на вопрос о причинах природных явлений? Почему их учение о природе ещё не было наукой? Когда физика стала наукой в современном понимании?
-  3 Запланируйте и проведите наблюдение и описание известного вам физического явления, например ветра или кипения воды в кастрюле. Сформулируйте цель исследования, обстоятельства и условия проведения наблюдения. Укажите различные проявления этого явления. Какие понятия потребовались вам для описания?
- 4 Что такое эксперимент, чем он отличается от наблюдения? Перечислите основные научные методы познания природы, используемые в физике.
- *5 Приведите примеры физических явлений, которые: а) происходят периодически (повторяются); б) происходят одновременно; в) следуют друг за другом.
- 6 Что называют моделью в физике?
- 7 Какой эксперимент называют модельным?

§ 2 Физические величины

Физика, как мы уже установили, изучает общие закономерности в окружающем нас мире. Для этого учёные проводят наблюдения физических явлений. Однако при описании явлений принято использовать не повседневный язык, а специальные слова, имеющие строго определённый смысл, — *термины*. Некоторые физические термины уже встречались вам в предыдущем параграфе. Многие термины вам только предстоит узнать и запомнить их значения.

Кроме того, физикам необходимо описывать различные свойства (характеристики) физических явлений и процессов, причём характеризовать их не только качественно, но и количественно. Приведём пример.

Исследуем зависимость времени падения камня от высоты, с которой он падает. Опыт показывает: чем *больше* высота, тем *больше* время падения. Это *качественное* описание, оно не позволяет подробно описать результат эксперимента. Чтобы понять закономерность такого явления, как падение, нужно знать, например, что при *увеличении высоты в 4 раза*

время падения камня обычно *увеличивается в 2 раза*. Это и есть пример *количественных* характеристик свойств явления и взаимосвязи между ними.

Для того чтобы количественно описывать свойства (характеристики) физических объектов, процессов или явлений, используют *физические величины*. Примеры известных вам физических величин — *длина, время, масса, скорость*.



Физические величины количественно описывают свойства физических тел, процессов, явлений.

С некоторыми величинами вам доводилось сталкиваться раньше. На уроках математики, решая задачи, вы измеряли длины отрезков, определяли пройденный путь. При этом вы пользовались одной и той же физической величиной — *длиной*. В других случаях вы находили продолжительность движения различных объектов: пешехода, автомобиля, муравья — и также использовали для этого только одну физическую величину — *время*. Как вы уже заметили, для разных объектов одна и та же физическая величина принимает различные значения. Например, длины разных отрезков могут быть неодинаковы. Поэтому *одна и та же физическая величина может принимать разные значения и быть использована для характеристики самых разных объектов, процессов и явлений*.

Необходимость введения физических величин заключается ещё и в том, что с их помощью записывают законы физики.

В формулах и при расчётах физические величины обозначают буквами латинского и греческого алфавитов. Есть общепринятые обозначения, например длина — l или L , время — t или T , масса — m или M , температура — t или T , площадь — S , объём — V и т. п.

Если вы запишете значение физической величины (ту же самую длину отрезка, получив её в результате измерения), то заметите: это значение — не просто число. Сказав, что длина отрезка равна 100, обязательно нужно уточнить, в каких единицах она выражена: в метрах, сантиметрах, километрах или в чём-то ещё. Поэтому говорят, что *значение физической величины — именованное число*. Его можно представить как число, за которым указано наименование единицы этой величины.



Значение физической величины = Число × Единица величины.

Единицы многих физических величин (например, длины, времени, массы) первоначально возникли из потребностей обыденной жизни. Для них в разные времена разными народами были придуманы различные единицы. Интересно, что названия многих единиц величин у разных народов совпадают, потому что при выборе этих единиц использовались размеры те-

ла человека. Например, единица длины, называемая «локоть», использовалась в Древнем Египте, Вавилоне, арабском мире, Англии, России.

Но длину измеряли не только локтями, но и в вершках, футах, лье и т. п. Следует сказать, что даже при одинаковых названиях единицы одной и той же величины у разных народов были разными. В 1960 г. учёные разработали *Международную систему единиц* (СИ, или SI, – сокращение от фр. *Système International d'Unitès*).  Эта система принята многими странами, в том числе и Россией. Поэтому использование единиц этой системы является обязательным.

Принято различать *основные* и *производные* единицы физических величин. В СИ основные механические единицы – длина, время и масса. *Длину измеряют в метрах* (м), *время – в секундах* (с), *массу – в килограммах* (кг). Производные единицы образуют из основных, используя соотношения между физическими величинами. Например, единица площади – квадратный метр (м²) – равна площади квадрата с длиной стороны один метр.

При измерениях и вычислениях часто приходится иметь дело с физическими величинами, численные значения которых во много раз отличаются от единицы величины. В таких случаях к названию единицы добавляют приставку, означающую умножение или деление единицы на некоторое число. Очень часто используют умножение принятой единицы на 10, 100, 1000 и т. д. (*кратные* величины), а также деление единицы на 10, 100, 1000 и т. д. (*дольные* величины, т. е. *доли*). Например, тысяча метров – это один километр (1000 м = 1 км), приставка – *кило-*.

Приставки, означающие умножение и деление единиц физических величин на десять, сто и тысячу, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Приставки для кратных и дольных единиц величин

Множитель	Приставка	Обозначение
10	дека-	да
100	гекто-	г
1000	кило-	к

Множитель	Приставка	Обозначение
0,1	деци-	д
0,01	санτι-	с
0,001	мили-	м

 22 июня 1799 г. во Франции были изготовлены два эталона из платины для измерения длины (эталонный метр) и массы (эталонный килограмм). Эту дату принято считать днём рождения СИ. В нашей стране эта система единиц была введена в 1963 г. СИ – универсальная система единиц, её рекомендуется использовать во всех областях науки и техники. Отметим, что некоторые единицы физических величин, не входящие в СИ (внесистемные единицы), все ещё широко используются в практической деятельности.

Итоги

Физическая величина является *количественной характеристикой* свойств физических объектов, процессов или явлений.

Физическая величина характеризует одно и то же свойство самых разных физических объектов и процессов.

Значение физической величины — именованное число.

Значение физической величины = Число × Единица величины.

Вопросы

- 1 Для чего используют физические величины? Приведите примеры физических величин.
- 2 Какие из перечисленных ниже терминов являются физическими величинами, а какие нет?
Линейка, автомобиль, холод, длина, скорость, температура, вода, звук, масса.
- 3 Как записывают значения физических величин?
- 4 Что такое СИ? Для чего она нужна?
- *5 Какие единицы физических величин называют основными, а какие — производными? Приведите примеры.

Упражнения

- 1 Найдите в тексте § 1 и 2 физические термины и выпишите их.
- 2 Масса тела равна 250 г. Выразите массу этого тела в килограммах (кг) и миллиграммах (мг).
- 3 Выразите расстояние 0,135 км в метрах (м) и в миллиметрах (мм).
- 4 На практике часто используют внесистемную единицу объёма — *литр*: 1 л = 1 дм³. В СИ единица объёма носит название *кубический метр*. Сколько литров в одном кубическом метре? Найдите, какой объём воды содержит кубик с ребром 1 см, и выразите этот объём в литрах (л) и кубических метрах (м³), используя необходимые приставки.
-  5 Назовите физические величины, которые необходимы для описания свойств такого физического явления, как ветер (см. § 1).
- *6 Какие старинные и современные единицы длины, времени и массы вы знаете?

§ 3 Измерение физических величин

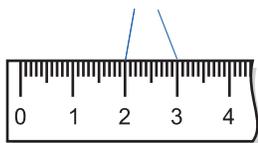
Теперь мы знаем, что такое физическая величина и как её записать. Для того чтобы узнать её значение в каждом конкретном случае, проводят измерения.

Нахождение значения физической величины опытным путём с помощью специальных технических средств называют измерением физической величины.

Только проводя измерения с помощью соответствующих приборов, физики экспериментально устанавливают количественные соотношения между физическими величинами. Великий русский учёный Дмитрий Иванович Менделеев писал: «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять; точная наука немыслима без меры».

! Без проведения измерений физических величин невозможно описать свойства объектов и обнаружить количественные закономерности в природе.

Расстояние между подписанными штрихами равно 10 мм



Между подписанными штрихами находится 10 делений — значит, цена деления равна $10 \text{ мм} : 10 \text{ делений} = 1 \text{ мм}$

Рис. 1 Определение цены деления шкалы линейки

В самом простом случае, чтобы измерить какую-либо величину, необходимо сравнить её с единицей этой величины, т. е. определить, во сколько раз измеряемая величина отличается от её единицы. К примеру, при измерении длины ручки можно использовать линейку. Линейка является простейшим физическим прибором, предназначенным для измерений длин. Как и на других приборах, например на часах, термометрах, на линейке нанесена шкала — ряд делений.

Прежде чем проводить измерения с помощью прибора, имеющего шкалу, необходимо определить *цену деления* его шкалы (рис. 1). То есть нужно узнать, сколько единиц измеряемой величины приходится на одно деление — расстояние между двумя соседними отметками шкалы (штрихами). Обычно одно деление линейки соответствует 1 мм. Определять цену деления других измерительных приборов вы научитесь, выполняя лабораторные работы.

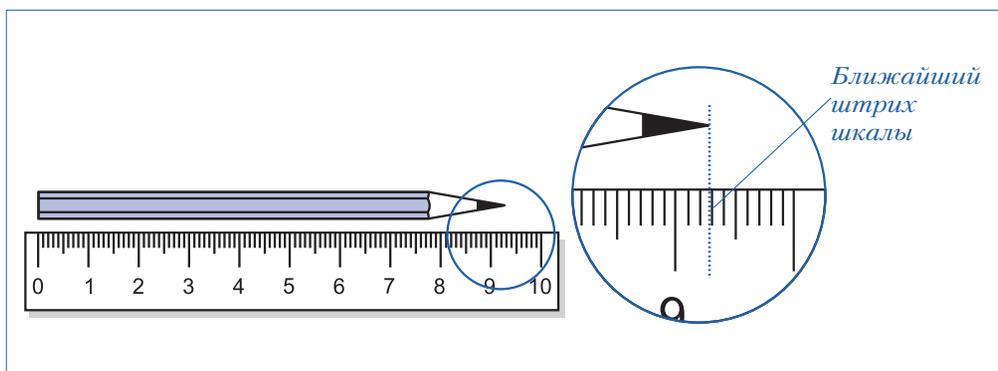


Рис. 2 Измерение длины карандаша

! Цена деления шкалы — разность значений измеряемой величины, соответствующих двум соседним отметкам (штрихам) шкалы.

После нахождения цены деления шкалы можно проводить измерение длины. Измерим с помощью линейки длину карандаша (рис. 2). Для этого совместим один из концов карандаша с началом шкалы. Затем найдём штрих на шкале, ближайший ко второму концу карандаша (на рисунке он отмечен пунктирной линией). Подсчитаем число делений шкалы между началом и найденным штрихом. После этого цену деления умножим на найденное число делений. Полученный результат можно выразить в различных единицах (например, в миллиметрах, сантиметрах или метрах).

Но линейкой нельзя измерить точно длину предмета, по крайней мере, по двум причинам. Первая заключается в том, что *невозможно точно нанести штрихи на шкалу*. Вторая причина: *измеряемый предмет может оказаться чуть длиннее или короче, чем длина целого числа делений шкалы*. Имеется и целый ряд других причин. Так, человеческий глаз улавливает различия в длине только до определённого значения, штрихи имеют конечную толщину, торец карандаша не идеально ровный и т. п. Обычно линейки изготавливают так, чтобы ошибка (погрешность) при измерении не превышала половины цены деления в любом месте шкалы. Поэтому, как правило, не имеет смысла пытаться измерить длину предмета с точностью, превышающей половину цены деления линейки. В данной ситуации можно лишь утверждать, что измеренная длина карандаша больше 92, но меньше 93 мм. **К**

К Как правило, для линейек цена деления шкалы составляет 1 мм. Поэтому не имеет смысла пытаться измерить длину предмета с помощью линейки с точностью, превышающей половину цены деления шкалы линейки, — 0,5 мм.