

С. В. Степанов

ЛАБОРАТОРНЫЙ  
ПРАКТИКУМ

ФИЗИКА

Учебное пособие

УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ

10

к л а с с

Москва



2020



Российский  
учебник

УДК 373.167.1:53  
ББК 22.3я72  
С79

**Степанов, С. В.**  
С79 **Физика. Углублённый уровень. 10 класс. Лабораторный практикум : учебное пособие / С. В. Степанов. — М. : Дрофа, 2020. — 95, [1] с. : ил. — (Российский учебник). ISBN 978-5-358-23052-1**

В пособии представлены 24 работы лабораторного практикума, которые проводятся в классах с углублённым изучением физики. При выполнении работ учащиеся смогут применить полученные теоретические знания на практике, отработать умения проводить экспериментальные исследования по физике, обрабатывать и анализировать полученные результаты.

Пособие является универсальным, т. е. может использоваться с любым учебником для углублённого изучения физики.

УДК 373.167.1:53  
ББК 22.3я72

**РОССИЙСКИЙ УЧЕБНИК**

*Учебное издание*

**Степанов Сергей Васильевич**

**ФИЗИКА**

Углублённый уровень

**10 класс**

Лабораторный практикум

Учебное пособие

Зав. редакцией *И. Г. Власова*. Редактор *В. В. Кудрявцев*  
Художественный редактор *А. В. Пряхин*. Технический редактор  
*А. А. Боровикова*. Компьютерная верстка *Г. А. Фетисова*  
Корректор *Е. Е. Никулина*

Подписано в печать 13.06.19. Формат 60 × 90<sup>1/16</sup>. Гарнитура «Школьная»  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,0. Тираж 3000 экз. Заказ №

ООО «ДРОФА». 123112, г. Москва, Пресненская набережная,  
дом 6, строение 2, помещение № 1, этаж 14.



[rosuchebnik.rf/метод](http://rosuchebnik.rf/метод)

Предложения и замечания по содержанию и оформлению книги  
можно отправлять по электронному адресу: [expert@rosuchebnik.ru](mailto:expert@rosuchebnik.ru)  
По вопросам приобретения продукции издательства обращайтесь:

Электронные формы учебников, другие электронные материалы и сервисы:  
[lecta.rosuchebnik.ru](http://lecta.rosuchebnik.ru), тел.: 8-800-555-46-68

В помощь учителю и ученику: регулярно пополняемая библиотека дополнительных  
материалов к урокам, конкурсы и акции с поощрением победителей, рабочие программы,  
вебинары и видеозаписи открытых уроков [rosuchebnik.rf/метод](http://rosuchebnik.rf/метод)

**12+**

ISBN 978-5-358-23052-1

© ООО «ДРОФА», 2020

## **Предисловие**

---

Предлагаемые работы лабораторного практикума проводятся при углублённом изучении курса физики 10 класса. При их выполнении вы будете использовать методы исследований физических явлений и процессов, методы измерения физических величин и обработки полученных результатов. Кроме того, вы сможете на практике применить, обобщить и систематизировать теоретический материал курса физики.

Большинство описанных в пособии работ выполняется на стандартном оборудовании. В отдельных случаях предполагается самостоятельное изготовление простейшего приспособления или детали для сборки экспериментальной установки.

Каждая работа практикума проводится по единой схеме, включающей следующие этапы: цель работы; оборудование; теоретическое обоснование; подготовка к работе; порядок выполнения работы. При необходимости повторите соответствующий теоретический материал из учебника, а также правила использования измерительных приборов. Перед выполнением работы практикума рекомендуется заранее подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений. Вопросы и задания, приведённые в разделе «Подготовка к работе», позволят вам проверить готовность к проведению опыта. В разделе «Порядок выполнения работы» приводится развёрнутый план действий по достижению цели эксперимента. Обратите внимание на общие правила проведения работ практикума.

1. Во время выполнения эксперимента будьте предельно внимательным и аккуратным.

2. Размещайте оборудование на рабочем столе так, чтобы исключить его падение или опрокидывание.

3. Подключайте собранную электрическую цепь к электросети только после проверки учителем.

4. Не покидайте рабочего места без разрешения учителя.

5. Следите за надёжностью всех креплений в собранных экспериментальных установках.

6. Обнаружив неисправность в электрической цепи, немедленно отключите источник питания и сообщите об этом учителю.

7. Оформление полученных результатов эксперимента производите после того, как экспериментальная установка отключена от электросети и разобрана.

В приложении 1 представлены правила определения погрешностей полученных результатов, расчётные формулы, примеры записи результатов измерений с учётом погрешностей.

В приложении 2 приведены рекомендации по определению причин неисправностей в учебных экспериментальных установках.

■ **Цель работы:** исследовать зависимость перемещения тела от времени при равноускоренном прямолинейном движении из состояния покоя.

■ **Оборудование:** жёлоб прямой, шарик стальной, секундомер, рулетка, стальной цилиндр (из набора калориметрических тел), штатив лабораторный с муфтой и лапкой, карандаш.

■ **Теоретическое обоснование**

Работу проводят с целью экспериментальной проверки утверждения о том, что при равноускоренном прямолинейном движении тела из состояния покоя его перемещение изменяется со временем по закону:

$$s = \frac{at^2}{2},$$

т. е. прямо пропорционально квадрату времени движения.

Эта зависимость может быть представлена как функция вида  $s = kt^2$ . Её график в координатных осях  $s, t^2$  имеет вид отрезка прямой, выходящей из начала координат под некоторым углом к оси  $t^2$ . Угол наклона этой прямой определяется коэффициентом пропорциональности  $k = \frac{a}{2}$ .

Общий вид экспериментальной установки для проведения работы показан на рисунке 1.

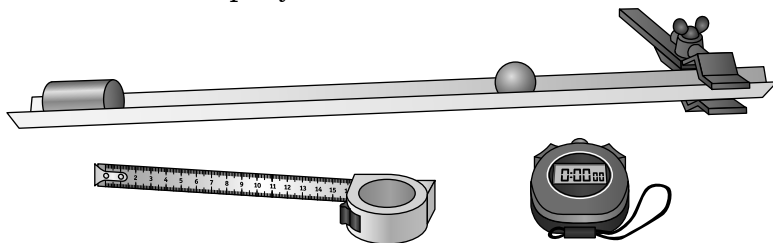


Рис. 1

Для уменьшения относительной погрешности измерения времени жёлобу придают наклон, при котором шарик будет скатываться с минимальным ускорением.

### ■ Подготовка к работе

— Почему опыт рекомендуется проводить при минимально возможном наклоне жёлоба? Как обеспечить такой наклон?

— Как по виду графика зависимости  $s(t^2)$  определить ускорение тела, которое двигалось равноускоренно и прямолинейно из состояния покоя?

— Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Номер опыта	$t_1, \text{C}$	$t_{1\text{cp}}, \text{C}$	$t_{1\text{cp}}^2, \text{C}^2$	$\frac{s}{4}, \text{M}$	$t_2, \text{C}$	$t_{2\text{cp}}, \text{C}$	$t_{2\text{cp}}^2, \text{C}^2$	$\frac{s}{2}, \text{M}$	$t_3, \text{C}$	$t_{3\text{cp}}, \text{C}$	$t_{3\text{cp}}^2, \text{C}^2$	$\frac{2s}{3}, \text{M}$	$t_4, \text{C}$	$t_{4\text{cp}}, \text{C}$	$t_{4\text{cp}}^2, \text{C}^2$	$s, \text{M}$

### ■ Порядок выполнения работы

1. Соберите экспериментальную установку, как показано на рисунке 1.

2. Нанесите на жёлобе метки, обозначающие места пуска и остановки шарика. Для этого шарик удерживают рукой возле лапки штатива, приставляют к нему вплотную цилиндр и напротив основания цилиндра, которого касается шарик, делают метку на жёлобе. Затем цилиндр переносят на нижний конец жёлоба, приставляют к нему шарик и наносят ещё одну метку.

3. Измерьте расстояние  $s$  между верхней и нижней метками на жёлобе.

4. Нанесите на жёлоб дополнительно метки, соответствующие отрезкам длиной  $\frac{s}{4}$ ,  $\frac{s}{2}$  и  $\frac{2s}{3}$ .

5. Положите цилиндр на жёлоб так, чтобы его верхнее основание находилось возле метки отрезка длиной  $\frac{s}{4}$ .

6. Пустите шарик от верхней метки и измерьте секундомером время его перемещения  $t_1$  на отрезке длиной  $\frac{s}{4}$ .

**7.** Повторите пуск шарика не менее 10 раз, записывая каждый раз результаты измерений в таблицу.

**8.** Проведите серии пусков, измеряя время прохождения шариком отрезков длиной  $\frac{s}{2}$ ,  $\frac{2s}{3}$  и  $s$  (соответственно  $t_2$ ,  $t_3$  и  $t_4$ ).

**9.** Вычислите среднее время перемещения шарика на каждом отрезке:  $t_{1\text{cp}}$ ,  $t_{2\text{cp}}$ ,  $t_{3\text{cp}}$  и  $t_{4\text{cp}}$ .

**10.** Вычислите квадраты полученных значений среднего времени:  $t_{1\text{cp}}^2$ ,  $t_{2\text{cp}}^2$ ,  $t_{3\text{cp}}^2$  и  $t_{4\text{cp}}^2$ .

**11.** Постройте график зависимости  $s(t_{\text{cp}}^2)$ . Установите, соответствует ли вид построенного графика прямой пропорциональной зависимости перемещения тела от квадрата времени его движения.

**12.** Определите по построенному графику значение ускорения, с которым скатывался шарик по жёлобу.

**13.** Повторите опыт, изменив наклон жёлоба.

**14.** Сравните полученные графики и сделайте вывод о том, как изменение наклона жёлоба повлияло на движение шарика. Изменилось ли его ускорение; изменился ли равноускоренный характер движения шарика?

■ **Цель работы:** освоить метод измерения ускорения свободного падения с помощью нитяного маятника.

■ **Оборудование:** штатив лабораторный с муфтой и лапкой, груз массой 100 г, секундомер, нить, измерительная лента (рулетка).

■ **Теоретическое обоснование**

Нитяной маятник совершает свободные колебания, период которых можно определить по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}, \quad (1)$$

где  $L$  — длина подвеса маятника,  $g$  — ускорение свободного падения.

Из формулы (1) следует, что

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}, \quad (2)$$

т. е. ускорение свободного падения можно определить, измерив длину подвеса маятника и период его колебаний.

Следует помнить, что формула (1) справедлива для маятников, длина подвеса которых намного превышает размеры тела маятника. Причём амплитуда колебаний таких маятников также должна быть значительно меньше длины подвеса.

Для того чтобы уменьшить погрешность измерения периода колебаний, измеряют время  $t$ , за которое маятник совершит несколько колебаний  $N$ . Поскольку  $T = \frac{t}{N}$ , расчётная формула для определения  $g$  примет следующий вид:

$$g = \frac{4\pi^2 LN^2}{t^2}. \quad (3)$$



### ■ Подготовка к работе

- Выведите формулу (3).
- Запишите абсолютную погрешность измерения длины подвеса.
- Запишите абсолютную погрешность измерения времени колебаний.
- Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Номер опыта	$L_{\text{изм}} \pm \Delta L$ , м	$N$	$t_{\text{изм}} \pm \Delta t$ , с	$g_{\text{изм}} \pm \Delta g$ , м/с <sup>2</sup>	$\delta_g$ , %

### ■ Порядок выполнения работы

**1.** Соберите экспериментальную установку. Прикрепите к стержню штатива лапку и установите его на рабочем столе так, чтобы конец лапки выступал на 5—10 см за край поверхности стола.

**2.** Завяжите на конце нити петлю, за которую подвесьте груз. Другой конец нити зажмите в лапке. При этом груз должен висеть на высоте 2—3 см от пола.

**3.** Измерьте рулеткой длину  $L_{\text{изм}}$  маятника (расстояние от точки подвеса до центра груза).

**4.** Запишите результат измерения длины маятника  $L$  с учётом абсолютной погрешности измерения:  $L = L_{\text{изм}} \pm \Delta L$ .

**5.** Отклоните груз от положения равновесия на 5—10 см, отпустите его, одновременно включив секундомер.

**6.** Определите время  $t_{\text{изм}}$ , за которое груз совершит  $N = 30$  полных колебаний.

**7.** Запишите значение времени  $t$  с учётом абсолютной погрешности измерения:  $t = t_{\text{изм}} \pm \Delta t$ .

**8.** Вычислите по формуле (3) верхнюю и нижнюю границы возможных значений ускорения свободного падения  $g_{\text{ВГ}}$  и  $g_{\text{НГ}}$ .

**9.** Определите ускорение свободного падения  $g_{\text{изм}}$  и абсолютную погрешность его измерения  $\Delta g$  по формулам:

$$g_{\text{изм}} = \frac{g_{\text{ВГ}} + g_{\text{НГ}}}{2} \quad \text{и} \quad \Delta g = \frac{g_{\text{ВГ}} - g_{\text{НГ}}}{2}.$$

**10.** Запишите значение ускорения свободного падения  $g$  в виде:  $g = g_{\text{изм}} \pm \Delta g$ .

**11.** Вычислите относительную погрешность полученного результата:

$$\delta_g = \frac{\Delta g}{g_{\text{изм}}} \cdot 100\%.$$

**12.** Уменьшите на 25—30 см длину подвеса маятника и повторите опыт. Сравните полученные результаты и сделайте выводы:

— попадает ли табличное значение ускорения свободного падения в границы интервала его возможных значений, определённые по результатам опыта (п. 8);

— зависит ли ускорение свободного падения от длины подвеса;

— в каком из опытов результат вычисления ускорения свободного падения получен с меньшей относительной погрешностью?