

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический  
университет имени Гагарина Ю.А.»

Профессионально-педагогический колледж

УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Профессионально-педагогического  
колледжа СГТУ имени Гагарина Ю.А.  
Т.И. Кузнецова



**Методические указания для обучающихся по выполнению  
лабораторных работ по дисциплине  
ОД.06 ФИЗИКА (углубленный уровень)  
специальность  
23.02.04 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ  
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)**

Рассмотрено на заседании цикловой методической  
комиссии Технических специальностей

Председатель ЦМК  Е.Э. Воеводина

Саратов 2024

Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы по дисциплине ОД.06 Физика (углубленный уровень) в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 января 2018г., № 45, ФГОС среднего общего образования (приказ Минобрнауки РФ от 17.05.2012 № 413) (с изменениями на 27.12.2023 г.) и примерной программой общеобразовательной учебной дисциплины «Физика» для профессиональных образовательных организаций, утвержденной на заседании Совета по оценке содержания и качества примерных рабочих программ общеобразовательного и социально - гуманитарного циклов среднего профессионального образования Протокол № 14 от «30» ноября 2022..

Разработчик:

Хмелевский Н.В. - преподаватель ППК СГТУ имени Гагарина Ю.А.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Пояснительная записка	4
2. Указания по выполнению лабораторных работ	8
3. Критерии оценки	21
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение лабораторных работ	22

## 1. Пояснительная записка

1.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ по дисциплине ОД.06 Физика (углубленный уровень), предназначены для реализации Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям).

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен достичь следующие результаты:

П1 сформированность понимания роли физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роли и места физики в современной научной картине мира; роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;

П2 сформированность системы знаний о физических закономерностях, законах, теориях, действующих на уровнях микромира, макромира и мегамира, представлений о всеобщем характере физических законов; представлений о структуре построения физической теории, что позволит осознать роль фундаментальных законов и принципов в современных представлениях о природе, понять границы применимости теорий, возможности их применения для описания естественнонаучных явлений и процессов;

П3 сформированность умения различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): инерциальная система отсчета, материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение, абсолютно упругая деформация, абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения, моделей газа, жидкости и твердого (кристаллического) тела, идеального газа, точечный заряд, однородное электрическое поле, однородное магнитное поле, гармонические колебания, математический маятник, идеальный пружинный маятник, гармонические волны, идеальный колебательный контур, тонкая линза; моделей атома, атомного ядра и квантовой модели света;

П4 сформированность умения объяснять особенности протекания физических явлений: механическое движение, тепловое движение частиц вещества, тепловое равновесие, броуновское движение, диффузия, испарение, кипение и конденсация, плавление и кристаллизация, направленность теплопередачи, электризации тел, эквипотенциальности поверхности заряженного проводника, электромагнитной индукции, самоиндукции, зависимости сопротивления полупроводников "р-" и "n-типов" от температуры, резонанса, интерференции волн, дифракции, дисперсии, полного внутреннего отражения, фотоэффект, физические принципы спектрального анализа и работы лазера, "альфа-" и "бета-" распады ядер, гамма-излучение ядер;

П5 сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов (закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, закон всемирного тяготения, первый закон термодинамики, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения энергии) и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности относительности механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения, три закона Ньютона, принцип относительности Галилея, закон всемирного тяготения, законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы силы с изменением механической энергии, условия равновесия твердого тела; связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева-Клапейрона, первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей, закона Кулона; законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля-Ленца, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, постулаты специальной теории относительности Эйнштейна, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, первый и второй постулаты Бора, принцип неопределенности Гейзенберга, закон сохранения заряда, массового числа и энергии в ядерных реакциях, закон радиоактивного распада;

П6 сформированность умений применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов происходящих на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звезд и Вселенной;

П7 сформированность умений исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, проводить самостоятельные исследования в реальных и лабораторных условиях, читать и анализировать характеристики приборов и устройств, объяснять принципы их работы;

П8 сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний; владение умениями самостоятельно формулировать цель исследования (проекта), выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами; планировать и проводить

физические эксперименты, описывать и анализировать полученную при выполнении эксперимента информацию, определять достоверность полученного результата;

П9 сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов; решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественнонаучного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;

П10 сформированность умений анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

П11 овладение различными способами работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, развитие умений критического анализа и оценки достоверности получаемой информации;

П12 овладение организационными и познавательными умениями самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ, умениями работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

П13 сформированность мотивации к будущей профессиональной деятельности по специальностям физикотехнического профиля.

Количество часов отведенное на проведение:

лабораторных занятий 10 часов.

## 1.2. Перечень лабораторных работ

Наименование темы	Наименование, № практического занятия	Объем часов	Вид работы	Формируемые результаты освоения
"Особенности силы трения (скольжения)"	<b>Лабораторная работа №1</b>	<b>2</b>	Выполнение лабораторной работы	П1-П13
«Измерение относительной влажности воздуха»	<b>Лабораторная работа №2</b>	<b>2</b>	Выполнение лабораторной работы	П1-П13
«Изучение Закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников»	<b>Лабораторная работа №3</b>	<b>2</b>	Выполнение лабораторной работы	П1-П13
«Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника»	<b>Лабораторная работа №4</b>	<b>2</b>	Выполнение лабораторной работы	П1-П13
«Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити»	<b>Лабораторная работа №5</b>	<b>2</b>	Выполнение лабораторной работы	П1-П13
Итого		<b>10</b>		

## 2. Указания по выполнению лабораторных работ

### Лабораторная работа №1

"Изучение особенностей силы трения (скольжения)"

**Цель:** ознакомиться с методами измерения силы трения покоя и силы трения скольжения.

#### Задание:

1. Ознакомьтесь с методами измерения силы трения покоя и силы трения скольжения.
2. Вычислите коэффициент трения; на чертеже изобразите все силы, действующие на брусок и груз.

#### Краткие теоретические сведения

Если к находящемуся на шероховатой поверхности бруску приложить горизонтальную внешнюю силу, то до определенного момента брусок будет

находиться в покое, т.к. на него в противоположном направлении действует сила, равная внешней силе. Это сила трения покоя

$$\vec{F}_{\text{тр.пок.}} = -\vec{F}_{\text{внеш}}$$

Когда сила трения покоя достигает максимальной величины

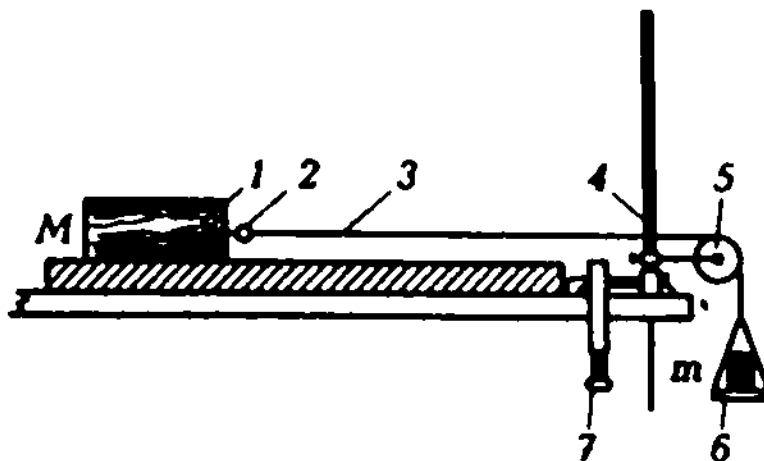
$$F_{\text{тр.пок.}}^{\text{max}} = \mu \cdot N,$$

( $N$  – сила реакции опоры;  $\mu$  – коэффициент трения скольжения), брусок начинает сдвигаться из первоначального положения и далее на него действует сила трения скольжения

$$F_{\text{тр.скольж.}} = F_{\text{тр.пок.}}^{\text{max}} = \mu \cdot N.$$

### Порядок выполнения работы

1 Привяжите к крючку деревянного бруска нить, перебросив ее через укрепленный к краю стола блок, и к противоположному концу нити прикрепите чашечку для весов.



2 Штатив зафиксируйте на столе.

3 Чашечка весов первоначально нагружается так, чтобы не выводить брусок из состояния покоя. Добейтесь, увеличивая массу груза, чтобы брусок сдвинулся с места. Зафиксируйте массу груза, соответствующую максимальной силе трения покоя. Найдите коэффициент трения скольжения из условия

$$\mu Mg = mg,$$

где  $m$  — масса груза;  $M$  — масса бруска:

$$\mu = \frac{m}{M}.$$

4 Изобразите в тетради действующие на брусок и груз силы и, применив второй закон Ньютона и формулу для силы трения, выведите формулу для расчета коэффициента трения скольжения самостоятельно.

### Условия выполнения задания:

1 для выполнения 1 задания студенту предлагается краткая теоретическая справка;

2 для выполнения 2 задания студенты наблюдают за выполнением эксперимента, проводимого преподавателем, фиксируют массу груза,



соответствующую максимальной силе трения покоя. Затем, используя формулу, вычисляют коэффициент трения; на сделанном ими чертеже, изображают все силы, действующие на брусок и груз.

3 задание выполняется в учебном кабинете «Физика»

4 работа оформляется в тетрадях для лабораторно-практических работ

5 время, отводимое на выполнение работы – 2 часа

6 максимальный балл за работу - 5 баллов.

#### **Материально-техническое обеспечение**

Вид, выполняемой работы	Наличие прикладной компьютерной программы (наименование)	Наличие специального оборудования (наименование)
Измерение коэффициента трения		1) деревянный брусок с крючком; 2) блок на стержне; 3) пружинный динамометр; 4) чашечка для весов; 5) разновес; 6) гладкая доска; 7) штатив; 8) устройство для фиксации; 9) круглый деревянный брусок; 10) прочный шнур; 11) камень или груз; 12) металлическая цепочка.

### **Лабораторная работа №2**

«Измерение относительной влажности воздуха»

**Цель работы:** освоить приемы определения относительной влажности воздуха, основанные на использовании психрометра.

#### **Задание:**

1. Познакомьтесь с устройством психрометра;
2. Измерьте с помощью психрометра температуру воздуха и снимите показания влажного термометра;
3. С помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха в кабинете.

#### **Краткие теоретические сведения и описание экспериментальной установки**

Экспериментальную модель психрометра собирают из термометра, кусочка тонкой ткани, нитки и стакана с водой комнатной температуры. Вначале термометром измеряют температуру воздуха в помещении. Затем резервуар со спиртом термометра оборачивают в два-три слоя тканью, которую закрепляют ниткой, после чего ткань смачивают водой и наблюдают за изменением показаний термометра. По результатам двух измерений температуры, используя психрометрическую таблицу 1, определяют относительную влажность воздуха.

Рассмотрите таблицу 1 и определите, с каким интервалом приведены в ней возможные значения температуры воздуха и значения разности температур сухого и влажного термометров. Каково предельное значение

этой разности, и каковы значения максимальной и минимальной относительной влажности воздуха, которые можно определить с помощью модели психрометра.

Таблица 1 Психрометрическая таблица

$t$ (показания сухого термометра), °C	$t - t_1$ (разность показаний сухого и влажного термометров)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Относительная влажность $\varphi$ , %											
0	100	81	63	45	28	11						
1	100	83	65	48	32	16						
2	100	84	68	51	35	20						
3	100	84	69	54	39	24	10					
4	100	85	70	56	42	28	14					
5	100	86	72	58	45	32	19	6				
6	100	86	73	60	47	35	23	10				
7	100	87	74	61	49	37	26	14				
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7			
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11			
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5		
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8		

$t$ (показания сухого термометра), °C	$t - t_1$ (разность показаний сухого и влажного термометров)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность $\varphi$ , %										
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

### Порядок выполнения работы

1 Подготовьте таблицу 2 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 2 Результаты вычислений и измерений

№п/п	$t$ , °C	$t_{вл}$ , °C	$\Delta t$ , °C	$\varphi$ , %	$\varphi_{ср}$ , %

- 2 Измерьте температуру воздуха  $t$  в помещении.
- 3 Опустите термометр в воду и убедитесь, что она имеет комнатную температуру.
- 4 Оберните наполненный спиртом резервуар влажного термометра кусочком ткани и закрепите его ниткой.
- 5 Смочите ткань водой и наблюдайте за изменением показаний термометра. Запишите его показания в тот момент, когда столбик спирта перестанет опускаться.
- 6 Занесите в таблицу 2 показания температуры, которые показывал термометр до и после того, как его резервуар увлажнили. Вычислите их разность  $\Delta t$  и с помощью психрометрической таблицы 1 определите относительную влажность воздуха в помещении.
- 7 Повторите опыт четыре раза и определите среднее значение искомой величины  $\varphi_{\text{ср}}$ .
- 8 При наличии психрометра определите относительную влажность с его помощью.

### **Контрольные вопросы**

1. Могут ли в ходе опытов температуры сухого и влажного термометров оказаться одинаковыми?
2. Может ли температура влажного термометра оказаться выше температуры сухого?
3. Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

### **Условия выполнения задания:**

- 1 для выполнения 1 задания студенту предлагается разобраться с устройством психрометра
- 2 для выполнения 2 задания студенты снимают показания сухого и влажного термометров;
- 3 для выполнения 3 задания студенты с помощью психрометрической таблицы определяют относительную влажность воздуха;
- 4 задание выполняется в учебном кабинете «Физика»;
- 5 работа оформляется в тетрадях для лабораторно-практических работ
- 6 время, отводимое на выполнение работы – 2 часа
- 7 максимальный балл за работу - 5 баллов.

### **Материально-техническое обеспечение**

Вид, выполняемой работы	Наличие прикладной компьютерной программы (наименование)	Наличие специального оборудования (наименование)
Измерение показаний сухого и влажного термометров		1) термометр лабораторный; 2) стакан химический; 3) сосуд с водой комнатной температуры; 4) сосуд с кусочками льда; 5) кусочек ткани; 6) нить психрометр

### Лабораторная работа №3

«Изучение Закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников»

**Цель работы:** определить сопротивление проводника на основе закона Ома. Выяснить законы последовательного соединения проводников. Выяснить законы параллельного соединения проводников.

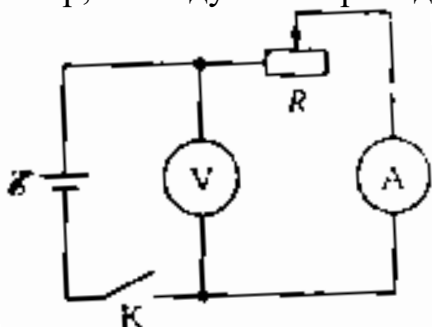
#### Задание:

1. Определите сопротивление проводника с помощью амперметра и вольтметра
2. Изучите последовательное соединение проводников
3. Изучите параллельное соединение проводников

#### Порядок выполнения работы:

**Задание 1.** Определите сопротивление проводника с помощью амперметра и вольтметра.

1 Соберите цепь, соединив последовательно источник питания, амперметр, исследуемый проводник, ключ.



2 Измерьте силу тока в цепи.

3 Присоедините вольтметр к концам исследуемого проводника и измерьте напряжение на проводнике.

4 Измените с помощью реостата сопротивление цепи и снова измерьте силу тока и напряжение.

5 Результаты измерений занесите в таблицу 1.

Таблица 1 Результаты измерений и вычислений

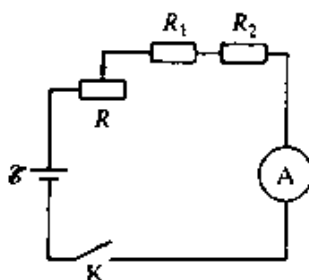
№ опыта	Проводник	I, A	U, В	R, Ом
	1			
	2			

6 Используя закон Ома, вычислите сопротивление проводника в каждом случае и определите его среднее значение.

### Задание 2. Изучите последовательное соединение проводников

#### Порядок выполнения работы

1 Соберите цепь, соединив последовательно источник питания, амперметр, два проводника, ключ.



2 Измерьте с помощью вольтметра напряжение на всем участке цепи, состоящем из двух проводников, на отдельных проводниках и силу тока в цепи.

3 Вычислите по результатам измерений сопротивление всего участка и отдельных проводников, используя формулу

$$R = \frac{U}{I}.$$

4 Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты измерений и вычислений

U, В	I, A	R, Ом	U <sub>1</sub> , В	R <sub>1</sub> , Ом	U <sub>2</sub> , В	R <sub>2</sub> , Ом

5 Сравните сопротивление всего участка R с суммой сопротивлений R<sub>1</sub>+ R<sub>2</sub> на отдельных участка. Сделайте вывод.

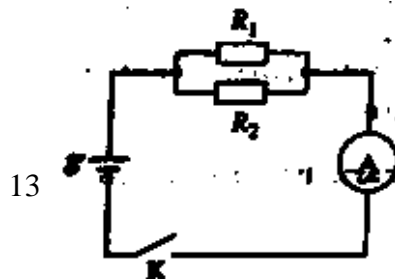
6 Сравните напряжение всего участка U с суммой напряжений U<sub>1</sub>+ U<sub>2</sub> на отдельных участка. Сделайте вывод.

7 Измените с помощью реостата сопротивление цепи и повторите измерения, описанные в пп. 2-6.

### Задание 3. Изучите параллельное соединение проводников

#### Порядок выполнения работы

1 Соберите цепь по схеме



2 Измерьте напряжение на концах проводников, соединенных параллельно.

3 Измерьте силу тока во всей цепи и отдельно на каждом проводнике. Результаты измерений занесите в таблицу 3.

Таблица 3 Результаты измерений и вычислений

U, В	I, А	R, Ом	I <sub>1</sub> , А	R <sub>1</sub> , Ом	I <sub>2</sub> , А	R <sub>2</sub> , Ом

4 С помощью полученных данных вычислите сопротивление всего участка и отдельных ветвей.

5 Сравните силу тока во всем участке I с суммой сил токов I<sub>1</sub>+ I<sub>2</sub> в отдельных проводниках. Сделайте вывод.

6 Проверьте, подтверждается ли опытным путем формула:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

### Контрольные вопросы

1. К источнику напряжения подключены последовательно два резистора сопротивлениями 4 и 6 Ом соответственно. Чему будет равно общее сопротивление участка цепи? Во сколько раз будут различаться сила тока и напряжение на каждом из резисторов?

2. К источнику напряжения подключены параллельно два резистора сопротивлениями 2 и 3 Ом соответственно. Во сколько раз будут различаться сила тока и напряжение на каждом из резисторов? Чему будет равно общее сопротивление участка цепи?

3. Резистор сопротивлением 10 Ом подключен к источнику напряжения. Во сколько раз изменится общее сопротивление, если параллельно подключить еще 4 резистора сопротивлением 10 Ом каждый?

### Условия выполнения задания:

1 для выполнения 1 задания студенту предлагается собрать цепь по схеме, измерить силу тока и напряжение на участке цепи;

2 для выполнения 2 задания студенты собирают цепь по схеме, измеряют силу тока в цепи и напряжение на отдельных участках цепи и общее напряжение; по предложенным формулам в описании к лабораторной работе проверяют законы последовательного соединения;

3 для выполнения 3 задания студенты собирают цепь по схеме, измеряют силу тока в цепи и на отдельных участках цепи, а также измеряют напряжение в цепи; по предложенным формулам в описании к лабораторной работе проверяют законы параллельного соединения;

3 задание выполняется в учебном кабинете «Информатика»

4 работа оформляется в тетрадях для лабораторно-практических работ

5 время, отводимое на выполнение работы – 2 часа

6 максимальный балл за работу - 5 баллов.

### Материально-техническое обеспечение

Вид, выполняемой работы	Наличие прикладной компьютерной программы (наименование)	Наличие специального оборудования (наименование)
Измерение сопротивления	Виртуальные лабораторные работы по физике	
Изучение законов последовательного соединения	Виртуальные лабораторные работы по физике	
Изучение законов параллельного соединения	Виртуальные лабораторные работы по физике	

### Лабораторная работа №4

#### «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника»

**Цель работы:** измерить ЭДС источника и определить его внутреннее сопротивление.

#### Задание:

1. Измерить ЭДС источника тока;
2. Измерить внутреннее сопротивление источника тока;
3. Вычислить погрешности измерений.

#### Требования безопасности труда

Для обеспечения безопасности выполнения лабораторной работы необходимо:

1. Сборку схемы производить при выключенном напряжении.
2. Схему включать под напряжение только после того, когда её проверит лаборант или преподаватель.
3. При выполнении работы не касаться токоведущих частей схемы.

Схема электрической цепи, которую используют в этой лабораторной работе, показана на рисунке 1. В качестве источника тока в схеме используется аккумулятор или батарейка от карманного фонаря.

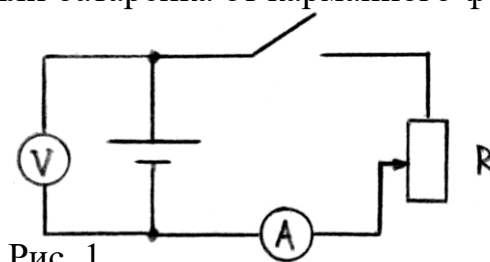


Рис. 1

Пусть известны значения сил токов  $I_1$  и  $I_2$  и падения напряжений на реостате  $U_1$  и  $U_2$  (см. рис.1). Для ЭДС можно записать:

$$\mathcal{E} = I_1 (R_1 + r) \text{ и } \mathcal{E} = I_2 (R_2 + r) \quad (1)$$

Приравнивая правые части этих двух равенств, получим

$$I_1 (R_1 + r) = I_2 (R_2 + r)$$

или

$$I_1 R_1 + I_1 r = I_2 R_2 + I_2 r$$

$$I_1 r - I_2 r = I_2 R_2 - I_1 R_1$$

Т.к.  $I_1 R_1 = U_1$  и  $I_2 R_2 = U_2$ , то можно последнее равенство записать так

$$r (I_1 - I_2) = U_2 - U_1 ,$$

откуда внутреннее сопротивление

$$(2) \quad r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} .$$

### Порядок выполнения работы

1. Соберите цепь по схеме, изображенной на рисунке 1.
2. При помощи вольтметра определите напряжение на батарее при разомкнутом ключе. Это и будет ЭДС батарейки.
3. Замкните ключ и измерьте силу тока и напряжение на реостате. Запишите показания приборов.
4. Измените сопротивление реостата и запишите другие значения силы тока и напряжения.
5. Повторите измерения силы тока и напряжения для 6 различных положений ползунка реостата и запишите полученные значения в таблицу.

№ опыта	U, В	I, А	r, Ом
1			
2			
3			
4			
5			
6			

6. Рассчитайте внутреннее сопротивление по формуле (2).
7. Определите абсолютную и относительную погрешность измерения ЭДС и внутреннего сопротивления батарейки.



$$\text{Относительная погрешность } \varepsilon = \frac{\Delta r}{r_{cp}} \cdot 100\%;$$

$\Delta r$  – абсолютная погрешность измерения внутреннего сопротивления;

$$\Delta r = |r_1 - r_2|;$$

$r_{cp}$  – среднее значение сопротивления;

$$r_{cp} = \frac{r_1 + r_2 + \dots + r_6}{6}.$$

### Контрольные вопросы

1. Сформулируйте закон Ома для полной цепи.
2. Чему равно ЭДС источника при разомкнутой цепи?
3. Можете ли вы предложить другие способы измерения ЭДС?
4. Чем определяется сила тока короткого замыкания батарейки?

### Условия выполнения задания:

1 для выполнения 1 задания студентам предлагается собрать цепь по схеме, с помощью вольтметра измерить ЭДС;

2 для выполнения 2 задания студенты измеряют силу тока и напряжение при разных положениях ползунка реостата и для каждого опыта вычисляют внутреннее сопротивление источника;

3 для выполнения 3 задания студенты по формулам вычисляют погрешности измерений.

4 задание выполняется в учебном кабинете «Физика»

5 работа оформляется в тетрадях для лабораторно-практических работ

6 время, отводимое на выполнение работы – 2 часа

7 максимальный балл за работу - 5 баллов.

### Материально-техническое обеспечение

Вид, выполняемой работы	Наличие прикладной компьютерной программы (наименование)	Наличие специального оборудования (наименование)
Измерение ЭДС		Источник тока, соединительные провода, ключ, амперметр, вольтметр, реостат
Измерение внутреннего сопротивления источника		Источник тока, соединительные провода, ключ, амперметр, вольтметр, реостат

## Лабораторная работа № 5

Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити

**Цель работы:** выяснить зависимость периода и частоты свободных колебаний нитяного маятника от длины нити.

**Задание:**

1. Установить зависимость периода и частоты свободных колебаний нитяного маятника от длины нити.

2. Установите существование математической зависимости между длиной маятника и периодом его колебаний. Выясните характер этой зависимости.

**Краткие теоретические сведения**

В работе используется простейший маятниковый прибор – шарик на нити. При малых размерах шарика по сравнению с длиной нити и небольших отклонениях от положения равновесия период колебания равен

$$T = 2\pi\sqrt{l/g},$$

где  $g$  – ускорение свободного падения.

**Порядок выполнения работы.**

**Задание 1.**

1 Укрепите кусочек резины (чтобы нить не выскальзывала из лапки штатива) с висящим на нем маятником в лапке штатива. Длину нити установить равной 5см (см. таблицу). Длину нити измеряйте от точки подвеса до середины шарика.

2 Отклоните шарик от положения равновесия на небольшую амплитуду (1-2см) и отпустите.

3 Измерьте промежуток времени 30 полных колебаний маятника. Результаты измерений запишите в таблицу.

4 Проведите остальные опыты, устанавливая длину маятника согласно таблицы 1.

5 Вычислите период колебаний маятника для всех опытов, результаты занесите в таблицу.

6 Рассчитайте частоту колебаний маятника по формуле

$$\nu = \frac{1}{T}, T = \frac{t}{N}$$

для каждого из пяти опытов.

7 Сделайте выводы о том, как зависят период и частота колебаний маятника от его длины.

**Таблица 1 Результаты измерений и вычислений**

№	Длина нити, см	N (число колебаний)	t, с (время колебаний)	T, с (период)	$\nu$ , Гц (частота колебаний)
1	5	30			
2	20	30			

3	45	30			
4	80	30			
5	125	30			

**8 Ответьте на вопросы:** увеличили или уменьшили длину маятника, если: а) период колебаний маятника был 0,3с, а после изменения длины стал равным 0,1с; б) частота колебаний вначале была 5Гц, а потом стала равной 10Гц?

### Задание 2.

Установите существование математической зависимости между длиной маятника и периодом его колебаний. Выясните характер этой зависимости.

1 Вычислите и запишите приведенные в таблице 2 отношения периодов и длин (результаты вычислений округляйте до целых чисел), пользуясь данными таблицы 1.

Таблица 2 Результаты измерений и вычислений

$\frac{T_2}{T_1}$	$\frac{l_2}{l_1}$	$\frac{T_3}{T_1}$	$\frac{l_3}{l_1}$	$\frac{T_4}{T_1}$	$\frac{l_4}{l_1}$	$\frac{T_5}{T_1}$	$\frac{l_5}{l_1}$

2 Сравните результаты всех столбцов таблицы 2 и постарайтесь найти в них закономерность. На основании этого выберите из пяти приведенных в п.3 утверждений те, которые верно отражают зависимость периода колебаний маятника от длины нити.

3 Выберите верное утверждение из пяти приведенных ниже.

При увеличении длины маятника в 4 раза период его колебаний: а) увеличивается в 4 раза; б) уменьшается в 4 раза; в) увеличивается в 2 раза; г) уменьшается в 2 раза; д) увеличивается в 16 раз.

### Условия выполнения задания:

1 для выполнения 1 задачи студенту необходимо измерить время определенного числа колебаний нитяного маятника при разных его длинах и вычислить период и частоту колебаний;

2 для выполнения 2 задачи студенты используют указания к лабораторной работе и отражают зависимость периода колебаний маятника от длины нити.

3 задание выполняется в учебном кабинете «Физика»

4 работа оформляется в тетрадях для лабораторно-практических работ

5 время, отводимое на выполнение работы – 2 часа

6 максимальный балл за работу - 5 баллов.

### Материально-техническое обеспечение

Вид, выполняемой работы	Наличие прикладной компьютерной программы (наименование)	Наличие специального оборудования (наименование)
Измерение периода колебаний нитяного маятника		1) штатив с муфтой и лапкой; 2) шарик; 3) нить длиной 100-130см; 4) кусочек резины (ластик); 5) секундомер

### 3. Критерии оценки

#### Критерии оценки результатов выполнения лабораторной работы

Оценка	Критерии оценки
5 (отлично)	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений. Студент самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование. Опыты проводятся в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов. Соблюдаются требования правил техники безопасности. Этапы лабораторной работы описаны верно и подробно. Отчет о лабораторной работе выполнен верно, в полном объеме, отсутствуют ошибки в оформлении.
4 (хорошо)	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений. Студент самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование. Опыты проводятся в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов. Соблюдаются требования правил техники безопасности. Этапы лабораторной работы описаны верно, но недостаточно подробно. Отчет о лабораторной работе выполнен в полном объеме, но содержит незначительные ошибки, не приводящие к искажению результатов, отсутствуют ошибки в оформлении.
3 (удовлетворительно)	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной ее части позволяет получить правильный результат и вывод. Студент самостоятельно монтирует необходимое оборудование. Опыты проводятся в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов. Соблюдаются требования правил техники безопасности. В отчете о лабораторной работе отсутствует описание отдельных этапов работы. Отчет содержит не грубые ошибки и неточности, ошибки в оформлении.
2 (неудовлетворительно)	Работа выполнена не полностью, или объем выполненной части работы не позволяет получить правильный результат, или сделать правильные выводы. Студент не смог самостоятельно осуществить монтаж необходимого оборудования. Опыты проводятся с нарушением условий и режимов, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов. Нарушены требования правил техники безопасности. В отчете о лабораторной работе отсутствует описание отдельных этапов работы. Отчет содержит грубые ошибки и неточности, ошибки в оформлении.

#### **4. Учебно-методическое и информационное обеспечение лабораторных работ**

##### **Основные учебные издания**

1. Мякишев, Г. Я. Физика: 10 класс: базовый и углублённый уровни : учебник / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; под редакцией Н. А. Парфентьевой. — 10-е изд. — Москва : Просвещение, 2023.

2. Мякишев, Г. Я. Физика: 11 класс: базовый и углублённый уровни : учебник / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин ; под редакцией Н. А. Парфентьевой. — 11-е изд. — Москва : Просвещение, 2023.

3. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ф. Дмитриева. - 8-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2020. – 496 с. В пер. ISBN 978-5-4468-9245-7

4. Логвиненко О.В. Физика: учебник /О.В. Логвиненко.- Москва: КНОРУС, 2019.- 342с.- (Среднее профессиональное образование). ISBN 978-5-406-06464-1

##### **Дополнительные учебные издания**

5. Куриченко, А. А. Физика. Электричество, магнетизм : практикум для СПО / А. А. Куриченко. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 91 с. — ISBN 978-5-4497-3270-5. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/141461>

6. Физика: 10 класс: базовый и углублённый уровни : учебник / А. В. Грачёв, В. А. Погожев, А. М. Салецкий, П. Ю. Боков. — 8-е изд. — Москва : Просвещение, 2022. — 465 с. — ISBN 978-5-09-091742-1. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/132337>

7. Физика: 10 класс: углублённый уровень : учебник / О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов, Э. Е. Эвенчик [и др.] ; под редакцией А. А. Пинского, О. Ф. Кабардина. — 9-е изд. — Москва : Просвещение, 2024. — 416 с. — ISBN 978-5-09-114768-1. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/143851>

##### **Интернет-ресурсы**

8. [www.fcior.edu.ru](http://www.fcior.edu.ru) (Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов)

9. [www.dic.academic.ru](http://www.dic.academic.ru) (Академик. Словари и энциклопедии)

10. [www.booksgid.com](http://www.booksgid.com) (Электронная библиотека)

11. [www.globalteka.ru](http://www.globalteka.ru) (Глобальная библиотека электронных ресурсов)

12. [www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru) (Единое окно доступа к образовательным ресурсам)
13. [www.st-books.ru](http://www.st-books.ru) (Лучшая учебная литература)
14. [www.scool.edu.ru](http://www.scool.edu.ru) (Российский образовательный портал)
15. [www.ru/book](http://www.ru/book) (Электронная библиотечная система)
16. [www.alleng.ru/edu/phys.htm](http://www.alleng.ru/edu/phys.htm) (Образовательные ресурсы Интернета - Физика)
17. [www.school-collection.edu.ru](http://www.school-collection.edu.ru) (Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов)
18. <https://fiz.1september.ru> (Учебно-методическая газета «Физика»)
19. [www.n-t.ru/nl/fz](http://www.n-t.ru/nl/fz) (Нобелевские лауреаты по физике)
20. [www.nuclphys.sinp.msu.ru](http://www.nuclphys.sinp.msu.ru) (Ядерная физика в Интернете)
21. [www.college.ru/fizika](http://www.college.ru/fizika) (Подготовка к ЕГЭ)
22. [www.kvant.mccme.ru](http://www.kvant.mccme.ru) (Журнал «Квант»)
23. [www.yos.ru/natural-sciences/html](http://www.yos.ru/natural-sciences/html) (Журнал «Путь в науку»)
24. Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование;