

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ»**

**Методические рекомендации для практической части  
предпрофессионального экзамена в рамках проекта  
«Инженерный класс в московской школе»**

Направление практической части: Исследовательское  
Направление подготовки: Физика

Москва 2020

Содержание:

1. Цели практической части предпрофессионального экзамена по направлению Физика\_\_\_\_\_2
2. Задачи практической части предпрофессионального экзамена по направлению Физика\_\_\_\_\_3
3. Регламент предпрофессионального экзамена по исследовательскому направлению практической части и направлению подготовки Физика\_\_\_\_\_3
4. Тематическое содержание практической части\_\_\_\_\_4
5. Содержание дисциплины Физика\_\_\_\_\_5
6. Основные единицы измерения\_\_\_\_\_9
7. Вычисление погрешностей при физических измерениях\_\_\_\_\_10

Вычисление погрешностей прямых измерений. Обработка результатов прямых измерений физической величины

8. Инструкция по технике безопасности для участников предпрофессионального экзамена по направлению Физика\_\_\_\_\_13
- Рекомендуемая литература\_\_\_\_\_15

## **1. Цели практической части предпрофессионального экзамена по направлению Физика**

Целью практической части предпрофессионального экзамена по направлению Физика является проверка знаний и навыков учащихся в исследовательском направлении.

Экзамен направлен на привитие интереса к познавательной деятельности учащихся, развитие интеллектуальных способностей, умения рационально мыслить и самостоятельно организовывать свою исследовательскую деятельность.

## **2. Задачи практической части предпрофессионального экзамена по направлению Физика**

Основной задачей практической части предпрофессионального экзамена по направлению Физика является проверка у учащихся определенных навыков и умений, которые они должны проявить при сдаче практической исследовательской части.

Учащийся должен показать следующие навыки и умения:

- понимать физический смысл моделей, понятий, величин;
- объяснять физические явления, различать влияние различных факторов на протекание явлений, проявления явлений в природе или их использование в технических устройствах и повседневной жизни;
- применять законы физики для анализа процессов на качественном уровне;
- применять законы физики для анализа процессов на расчетном уровне;
- анализировать условия проведения и результаты экспериментальных исследований;
- анализировать сведения, получаемые из графиков, таблиц, схем, фотографий, и проводить, используя их, расчеты;
- решать задачи различного уровня сложности.

## **3. Регламент предпрофессионального экзамена по исследовательскому направлению практической части и направлению подготовки Физика**

Экзамен будет состоять в следующем:

1. Учащийся изучает инструктаж по технике безопасности при работе в физической лаборатории. После чего начинается отсчет времени экзамена – 90 минут.
2. Учащийся получает на руки билет – задание практической части предпрофессионального экзамена. Билет – задание представляет

собой краткое описание теории по теме исследования, описания практической части, которая включает необходимые формулы и таблицы для записи результатов. При необходимости билет – задание сопровождается справочным материалом.

3. После того, как учащийся ознакомился с теорией исследования, и изъявил желание приступить к практической части, экзаменатор сопровождает учащегося к столу или стенду с оборудованием, необходимым для проведения исследований и измерений.
4. Учащийся самостоятельно проводит измерения, результаты заносит в таблицы билета и далее обрабатывает результаты по алгоритму, изложенному в билете – задании. Для обработки результатов учащийся может пользоваться непрограммируемым калькулятором. Все результаты записываются в системе СИ или с использованием приставок для образования кратных и дольных единиц. При необходимости строит графики по результатам исследований и измерений.
5. По истечении времени экзамена или если учащийся заранее сообщает о готовности задания, билет сдается на проверку экзаменационной комиссии.

#### **4. Тематическое содержание практической части:**

- 4.1 Теория погрешностей: абсолютная погрешность прямых измерений, приборная абсолютная погрешность, предельная абсолютная погрешность, относительная погрешность прямых измерений.
- 4.2 Механические колебания: гармонические колебания, затухающие колебания, вынужденные колебания, резонанс.
- 4.3 Динамика и кинематика прямолинейного и вращательного движения.
- 4.4 Постоянный электрический ток: законы Ома, последовательное и параллельное соединения проводников. Электростатика.

4.5 Магнетизм: сила Лоренца, сила Ампера, взаимодействие параллельных токов.

4.6 Явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость.

4.8 Оптические явления:

- Дифракция (дифракционная решетка, дифракционный спектр) и интерференция (кольца Ньютона).
- Поляризация при отражении и преломлении, интенсивность поляризованного света.
- Дисперсия (дисперсионный спектр).

4.9 Явление фотоэффекта.

## **5. Содержание разделов дисциплины Физика**

Знание нижеприведенных разделов необходимо для успешной сдачи практической исследовательской части предпрофессионального экзамена.

### **5.1 МЕХАНИКА**

Механическое движение. Система отсчета. Материальная точка. Траектория. Путь и перемещение. Скорость и ускорение. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Относительность движения. Сложение скоростей. Графический метод описания движения. Графики зависимости кинематических величин от времени при равномерном и равноускоренном движении. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Равномерное движение по окружности. Линейная и угловая скорости. Центростремительное ускорение. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Сложение сил. Момент силы. Условия равновесия тел. Центр масс. Третий закон Ньютона. Силы упругости. Закон Гука. Сила трения. Коэффициент трения. Движение тела с учетом силы трения. Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Движение тела под действием силы тяжести. Движение искусственных спутников. Невесомость. Первая космическая скорость.

Законы сохранения в механике. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Механическая работа. Мощность. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике. Коэффициент полезного действия механизмов. Механика жидкостей и газов. Давление. Закон Паскаля для жидкостей и газов. Барометры и манометры. Сообщающиеся сосуды. Принцип устройства гидравлического пресса. Атмосферное давление. Изменение атмосферного давления с высотой. Архимедова сила для жидкостей и газов. Условия плавания тел на поверхности жидкости.

## 5.2 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

Основы молекулярно-кинетической теории. Опытное обоснование основных положений молекулярно-кинетической теории. Диффузия. Броуновское движение. Масса и размер молекул. Число Авогадро. Количество вещества. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Температура и ее измерение. Абсолютная температурная шкала. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона). Универсальная газовая постоянная. Изотермический, изохорный и изобарный процессы. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике. Закон сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики). Применение первого закона термодинамики к различным процессам. Адиабатный процесс. Принцип действия тепловых двигателей. КПД теплового двигателя и его максимальное значение. Жидкости и твёрдые тела Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кипение жидкостей. Зависимость температуры кипения от давления. Влажность воздуха.

## 5.3 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Электростатика. Электризация. Электрический заряд. Взаимодействие заряженных тел. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда.

Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Электрическое поле точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Проводники в электрическом поле. Диэлектрики в электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость. Работа электростатического поля при перемещении заряда. Потенциал и разность потенциалов. Потенциал поля точечного заряда. Связь между напряженностью электрического поля и разностью потенциалов. Емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Энергия электрического поля. Электрический ток. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводников. Последовательное и параллельное соединение проводников. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Работа и мощность тока. Электрический ток в различных средах. Электронная проводимость металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Электрический ток в жидкостях. Закон электролиза. Электрический ток в газах. Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Магнитное взаимодействие токов. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Закон Ампера. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Магнитные свойства веществ. Магнитная проницаемость. Ферромагнетизм. Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

#### 5.4 КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Механические колебания и волны. Гармонические колебания. Амплитуда, период и частота колебаний. Математический маятник. Период колебаний математического маятника. Колебания груза на пружине. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания. Резонанс. Понятие об автоколебаниях. Распространение механических волн в упругих средах. Скорость распространения волны. Длина волны. Поперечные и продольные волны. Звуковые волны. Скорость звука. Громкость звука и высота тона. Электромагнитные колебания и волны

Свободные электромагнитные колебания в контуре. Превращение энергии в колебательном контуре. Собственная частота колебаний в контуре. Вынужденные электрические колебания. Переменный электрический ток. Генератор переменного тока. Действующие значения силы тока и напряжения. Активное, емкостное и индуктивное сопротивления. Резонанс в электрической цепи. Трансформатор. Передача электроэнергии. Электромагнитные волны. Скорость их распространения. Излучение и прием электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.

### 5.5 ОПТИКА

Прямолинейное распространение света. Законы отражения и преломления света. Показатель преломления. Полное отражение. Предельный угол полного отражения. Ход лучей в призме. Построение изображений в плоском зеркале. Собирающая и рассеивающая линзы. Формула тонкой линзы. Построение изображений в линзах. Фотоаппарат. Глаз. Очки. Скорость света и ее опытное определение. Дисперсия. Интерференция света. Дифракция света. Дифракционная решетка.

### 5.6 ЭЛЕМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Постулаты специальной теории относительности. Связь между массой и энергией. Относительность расстояний и промежутков времени.

### 5.7 ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

Световые кванты. Фотоэффект и его законы. Кванты света. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Постоянная Планка. Световое давление. Опыты П.Н. Лебедева. Атом и атомное ядро. Опыт Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Испускание и поглощение света атомом. Экспериментальные методы регистрации заряженных частиц. Радиоактивность. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Протоны и нейтроны. Изотопы. Энергия связи атомных ядер. Ядерные реакции. Деление ядер урана. Ядерный реактор. Термоядерные реакции.



## 6. Основные единицы измерения

Основными единицами измерения системы СИ являются:

1. Единица длины – метр (м).
2. Единица массы – килограмм (кг).
3. Единица времени – секунда (с).
4. Единица термодинамической температуры – Кельвин (К).
5. Единица силы тока – Ампер (А).
6. Единица силы света – кандела (кд).
7. Единица количества вещества – моль (моль).

Дополнительные единицы:

1. Единица плоского угла – радиан (рад).
2. Единица телесного угла – стерadian (ср).

Приставки для образования кратных и дольных единиц представлены в таблице 1.

Для выражения больших или малых значений физических величин применяют кратные или дольные единицы от исходных единиц. Приставки для образования дольных и кратных единиц измерений приведены в табл.1.

Таблица 1

Приставки для образования кратных и дольных единиц

Кратность и дольность	Приставки	Обозначения	
		русское	международное
$10^{12}$	тера	Т	T
$10^9$	гига	Г	G
$10^6$	мега	М	M
$10^3$	кило	к	k
$10^2$	гекто	г	h
10	дека	да	da
$10^{-1}$	деци	д	d
$10^{-2}$	санتي	с	c
$10^{-3}$	милли	м	m
$10^{-6}$	микро	мк	μ
$10^{-9}$	нано	н	n

$10^{-12}$	пико	п	р
------------	------	---	---

Производные единицы Международной системы единиц образуются из основных с помощью формул, выражающих физические закономерности. Например, давление, вызываемое силой в один Ньютон (Н) равномерно распределённой по поверхности площадью в один квадратный метр

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2.$$

### **7.Вычисление погрешностей при физических измерениях**

Вследствие несовершенства измерительных приборов и наших органов чувств мы не можем при измерении получить истинное (точное) значение измеряемой величины, а получаем всегда ее приближенное значение.

В зависимости от причин погрешности делятся на систематические и случайные.

Систематические погрешности обусловлены неисправностью прибора, неточностью его градуировки или тем, что не учтены какие-либо обстоятельства при проведении опыта. Тщательное изучение приборов и методики измерений позволяет исключить эти погрешности или ввести соответствующие поправки.

Существует систематическая приборная погрешность, которую нельзя устранить и нельзя ввести поправку. Ее рассчитывают по точности прибора или принимают равной половине цены деления его шкалы и берут с двойным знаком ( $\pm$ ), т.к. неизвестно, в какую сторону – уменьшения или увеличения – изменит она значение измеряемой величины. Приборная погрешность миллиметровой линейки равна 0,5 мм, штангенциркуля и других приборов, снабженных нониусом, равна точности нониуса, секундомера (и других приборов со стрелками, перемещающимися скачками) равна цене деления секундомера.

Случайные погрешности – это погрешности, появление которых не может быть предупреждено и устранено, они вызваны большим числом причин, действующих в каждом отдельном измерении различным образом.

Однако при многократных измерениях случайные погрешности подчиняются законам статистики и поэтому их можно учесть и значительно уменьшить их влияние на результаты измерения.

Случайные и приборные погрешности определяют ширину интервала, в котором лежит истинное значение измеряемой величины.

Измерения разделяются на прямые и косвенные.

При прямом измерении значение измеряемой величины считывается со шкалы прибора. К таким измерениям относятся, например, измерение длин линейкой, микрометром, измерение массы взвешиванием с помощью гирь на равноплечных весах, измерение температуры термометром, измерение тока амперметром и т.п.

При косвенном измерении значения измеряемой величины определяется по формуле, связывающей данную величину со значениями других величин, измеряемых непосредственно.

### **Вычисление погрешностей прямых измерений**

Для повышения точности результатов по определению какой-либо величины производят, при одинаковых условиях опыта, многократные измерения этой величины, из которых определяется ее наиболее достоверное значение, и производится оценка точности результатов (определение погрешности).

Пусть  $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$  – результаты отдельных измерений величины, истинное значение которой неизвестно. Величина  $a_{cp} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$  – среднее арифметическое из всех измерений будет наиболее близким к истинному значению измеряемой величины.

Величины  $\Delta a_i = a_{cp} - a_i$  называются абсолютными погрешностями измерений. Они берутся по модулю. Величина  $\Delta a_{cp} = \frac{\sum |\Delta a_i|}{n}$  называется средней абсолютной погрешностью измерений.

Для оценки точности результата прямого измерения пользуются предельной абсолютной погрешностью  $\Delta a_{пред}$ . Предельную абсолютную погрешность результата измерений можно принять равной средней абсолютной погрешности измерений  $\Delta a_{ср}$  или приборной погрешности  $\Delta a_{приб}$ .

Измеряя величину каким-либо прибором, необходимо стремиться к тому, чтобы точность измерений приближалась к точности прибора, то есть, чтобы было  $\Delta a_{ср} \leq \Delta a_{приб}$ , и тогда принимаем  $\Delta a_{пред} = \Delta a_{приб}$  (это же относится и к однократному измерению).

Если же имеем  $\Delta a_{ср} > \Delta a_{приб}$ , то принимаем  $\Delta a_{пред} = \Delta a_{ср}$ .

Результат измерения записывается в виде:

$$a = a_{ср} \pm \Delta a_{пред}$$

Такая запись означает, что истинное значение измеряемой величины находится в интервале от  $a_{ср} - \Delta a_{пред}$  до  $a_{ср} + \Delta a_{пред}$ .

Для характеристики точности результата часто важно не само значение абсолютной погрешности, а ее отношение к измеряемой величине, называемое относительной погрешностью  $\varepsilon$  и выраженное в процентах

$$\varepsilon = \frac{\Delta a_{пред}}{a_{ср}} \cdot 100\%$$

Относительная погрешность показывает, какой процент от измеряемой величины составляет абсолютная погрешность. Часто вычисляют относительные погрешности отдельных измерений  $\frac{\Delta a_i}{a_i}$ .

Алгоритм обработки результатов прямых измерений физических величин представлен в таблице 2.

Таблица 2

### Обработка результатов прямых измерений физической величины

№ п/п	Порядок вычисления	Формула

1	2	3
1	Получены $n$ измерений величины $a$	$a_1, a_2 \dots a_n$
2	Приборная погрешность	$\Delta a_{\text{приб}}$
3	Среднее арифметическое $a_{\text{ср}}$ из всех измерений	$a_{\text{ср}} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$
1	2	3
4	Абсолютная погрешность отдельных измерений $\Delta a_i$	$\Delta a_i =  a_{\text{ср}} - a_i $
5	Средняя абсолютная погрешность отдельных измерений $\Delta a_{\text{ср}}$	$\Delta a_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta a_i}{n}$
6	Предельная абсолютная погрешность результата $\Delta a_{\text{пред}}$ а) если $\Delta a_{\text{ср}} \leq \Delta a_{\text{приб}}$ , то б) если $\Delta a_{\text{ср}} > \Delta a_{\text{приб}}$ , то предельная погрешность	$\Delta a_{\text{пред}} = \Delta a_{\text{приб}}$  $\Delta a_{\text{пред}} = \Delta a_{\text{ср}}$
7	После округления результат измерения записывается в виде	$a = a_{\text{ср}} \pm \Delta a_{\text{пред}}$
8	Предельная относительная погрешность	$\varepsilon_{\text{пред}} = \frac{\Delta a_{\text{пред}}}{a_{\text{ср}}} \cdot 100\%$

## **8. Инструкция по технике безопасности для участников предпрофессионального экзамена по направлению Физика.**

1. Будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания экзаменатора.
2. Не приступайте к выполнению работы без разрешения экзаменатора.
3. Размещайте приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.
4. Перед выполнением работы необходимо внимательно изучить ее содержание и ход выполнения.

5. Для предотвращения падения при проведении опытов стеклянные сосуды (пробирки, колбы) осторожно закрепляйте в лапке штатива.
6. При проведении опытов не допускайте предельных нагрузок измерительных приборов. При работе с приборами из стекла соблюдайте особую осторожность. Не вынимайте термометры из пробирок с затвердевшим веществом.
7. Следите за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь (особенно с неубранными волосами) к вращающимся частям машин.
8. При сборке экспериментальных установок используйте провода (с наконечниками и предохранительными чехлами) с прочной изоляцией без видимых повреждений.
9. При сборке электрической цепи избегайте пересечения проводов, запрещается пользоваться проводниками с изношенной изоляцией и выключателями открытого типа.
10. Источник тока к электрической цепи подключайте в последнюю очередь. Собранную цепь включайте только после проверки и с разрешения экзаменатора. Наличие напряжения в цепи можно проверять только приборами или указателями напряжения.
11. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенным изоляции. Не производите пересоединений в цепях и смену предохранителей до отключения источника электропитания.
12. Следите за тем, чтобы во время работы случайно не коснуться вращающихся частей электрических машин. Не производите пересоединений в электроцепях машин до полной остановки машины.
13. Не прикасайтесь к корпусам стационарного электрооборудования, к зажимам отключенных конденсаторов.
14. Пользуйтесь инструментами с изолирующими ручками.
15. По окончании работы отключите источник электропитания, после чего разберите электрическую цепь.

16. Не оставляйте рабочего места без разрешения экзаменатора.
17. Обнаружив неисправность в электрических устройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник электропитания и сообщите об этом экзаменатору.
18. Для присоединения потребителей к сети пользуйтесь штепсельными соединениями.
19. При работе электроприборов пользуйтесь розетками, гнездами, зажимами, выключателями с невыступающими контактными поверхностями.

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н./ Под редакцией Парфентьевой Н.А. Физика. 10 класс. Базовый уровень. М.: Просвещение, 2018 г., 416 с.
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М./ Под редакцией Парфентьевой Н.А. Физика. 11 класс. Базовый уровень. М.: Просвещение, 2018 г., 439 с.
3. Рымкевич А.П. Физика. 10-11 классы. Задачник. М.: Дрофа, 2018г., 192 с.
4. ЕГЭ-2019. Физика. 30 вариантов экзаменационных работ для подготовки к ЕГЭ. Пурешева Н.С. М.: АСТ, 2018г., 360 с.
5. Физика. Справочник для старшеклассников и поступающих в вузы. Курс подготовки к ГИА, ЕГЭ. Кабардин О.Ф. М.: АСТ-Пресс, 2018 г., 528 с.

**Разработчик** \_\_\_\_\_ / Герасимова Э.О. \_\_\_\_\_ /

подпись

Ф.И.О.

**Разработчик** \_\_\_\_\_ / Ломакина Е.В. \_\_\_\_\_ /

подпись

Ф.И.О.