

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и методико-информационных технологий

**Методические рекомендации к выполнению экспериментального  
задания Основного государственного экзамена по физике**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 461 группы

Направления 44.03.01 Педагогическое образование

профиль «Физика»

физического факультета

Леорда Екатерины Михайловны

Научный руководитель

Старший преподаватель  - 15.06.2018 М. Н. Нурлыгаянова

Зав. кафедрой

Доктор ф.- м. наук, профессор  16.06.18 Б. Е. Железовский

Саратов, 2018 год

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие умений и навыков проведения физического эксперимента является, с одной стороны, требованием Федерального государственного образовательного стандарта, а с другой – неотъемлемой частью формирования представлений об окружающей природе и о физике, как науке, изучающей основные закономерности природы.

Для проверки сформированности умений и навыков проведения физического эксперимента в Государственной итоговой аттестации школьников предусмотрено экспериментальное задание, выполнение которого, однако, остаётся проблемой для большинства школьников в силу отсутствия на уроках физики каких бы то ни было демонстрационных экспериментов и лабораторных работ.

Целью данной работы является составление методических рекомендаций к ряду лабораторных работ курса физики основной школы на основании требования к выполнению экспериментального задания ОГЭ по физике.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- найти полный список всех возможных экспериментальных заданий Основного государственного экзамена, пользуясь материалами Федерального института педагогических измерений;

- изучить требования к выполнению экспериментального задания, к его проверке и оценке;

- проанализировать доступные школьные учебники за 7–9 классы, представленные в Федеральном перечне рекомендованных и допущенных на 2017-2018 учебный год, на предмет наличия в них описаний к лабораторным работам;

- подготовить описания к найденным в школьных учебниках лабораторным работам.

Результаты данной деятельности оформлены в виде двух глав.

В первой главе «Экспериментальные задания и требования к их оформлению, проверке и оценке. Анализ школьных учебников физики» подробно рассмотрена спецификация Основного государственного экзамена по физике, представлен полный список экспериментальных заданий с требованиями, изложена система оценивания экспериментального задания, даны комментарии к их выполнению и приведён анализ школьных учебников физики, результатом которого было выявление недостающих лабораторных работ по физике

Во второй главе «Описание экспериментальных заданий. Методические рекомендации к выполнению экспериментальных заданий Основного государственного экзамена» представлено описание шести лабораторных работ и примеры их выполнения. В заключении сделан вывод о проделанной работе.

## **Глава 1. Экспериментальные задания и требования к их оформлению, проверке и оценке. Анализ школьных учебников физики.**

В этой главе по материалам Федерального института педагогических измерений была рассмотрена структура Основного государственного экзамена по физике, разобрана спецификация, выделены экспериментальные задания и проведен анализ школьных учебников физики. Подробнее остановимся на нем.

В банке заданий ФИПИ представлены 17 экспериментальных заданий, но нет их описаний. В связи с этим был проведен анализ учебников физики 7–9 классов, целью которого было выявление описаний к экспериментальным заданиям Основного государственного экзамена по физике.

Всего было проанализировано 6 комплектов учебников (7-9 класс) из списка Федерального перечня следующих авторов: А.В. Перышкина, Н.С. Пурышевой О.Ф. Кабардина, Л.Э. Гендештейна, С.В. Громова, А. В. Грачева. Самое большое число экспериментальных заданий удалось найти в комплекте Н. С Пурышевой (там их 7), меньше всего в учебниках А.В. Грачева (там 3).

В ходе анализа не удалось найти описания к 6 экспериментальным заданиям:

1. Исследование зависимости силы упругости от степени растяжения пружины;
2. Изменение работы сил упругости при равномерном подъеме грузов;
3. Определение работы электрического тока на резисторе;
4. Определение мощности на резисторе;
5. Исследование зависимости силы тока от напряжения на концах резистора;
6. Определение электрического сопротивления на резисторе.

В связи со сдачей Основного государственного экзамена необходимо составление описаний недостающих лабораторных работ, соответствующих экспериментальным заданиям с примерами выполнения. Этому посвящена следующая глава выпускной работы.

## Глава 2. Описание экспериментальных заданий. Методические рекомендации к выполнению экспериментальных заданий основного государственного экзамена

### 1. Исследование зависимости силы упругости от степени растяжения пружины

Цель: исследовать зависимость силы упругости от степени растяжения пружины.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, пружина, динамометр, линейка, набор грузов.

Теоретическая справка

Силу упругости принято обозначать  $F_{упр}$ . Как и любая другая сила, она характеризуется точкой приложения, направлением, имеет числовое значение и размерность. Сила упругости возникает в результате деформации тела и направлена в сторону, противоположную ей [13]. Так, по закону Гука: сила упругости прямо пропорциональна изменению длины тела при растяжении (или сжатии[13]). Силу упругости  $F_{упр}$ , Н (здесь и далее все величины в системе СИ), вычисляют по формуле (1).

$$F_{упр} = -k\Delta l, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент жесткости пружины;

$\Delta l$ - удлинение пружины.

Знак «-» в формуле указывает на направление. Из формулы видно, что зависимость силы упругости от удлинения пружины линейная, о чём и должны свидетельствовать результаты экспериментального задания.

#### Описание экспериментального задания

Из предложенного оборудования собирается установка для исследования зависимости силы упругости от степени растяжения пружины. Поочередно, подвешивая грузы массой 100 г, фиксируют удлинение пружины. Сила упругости напрямую зависит от силы тяжести, так как по третьему закону Ньютона они равны. Эта зависимость отражена в формуле (2).

$$|mg| = |F_{упр}| = |k\Delta l|, \quad (2)$$

где  $m$  – масса груза;

$g$  – ускорение свободного падения.

По результатам измерений строится таблица (график), делается вывод.

Методические положение пружины должно быть вертикальным, измерения проводят после полного затухания колебаний.

## 2. Определение работы электрического тока на резисторе

Цель: подсчет работы тока на резисторе.

Оборудование: источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, резистор, соединительные провода.

### Теоретическая справка

Работу электрического тока  $A$ , Дж рассчитаем как произведение силы тока, напряжения на концах участка (в нашем случае резистора) и времени, в течение которого шел ток через участок цепи [17].

$$A = IUt \quad (5).$$

В Международной системе единиц СИ работу электрического тока принято измерять в Джоулях

1 Дж – эта работа тока в 1 Ампер, совершенная при напряжении в 1 Вольт, за интервал времени, равный 1 секунде [17].

$$[A] = A * B * c = \text{Дж}$$

При проведении эксперимента для вычисления среднего значения, относительной и абсолютной погрешности пользуются формулами представленными ниже (для этой и последующих лабораторных работ правила вычисления одинаковы).

Общая формула для вычисления среднего значения физической величины  $\bar{x}$  находится как отношение суммы числа слагаемых, полученных по результатам эксперимента, к числу экспериментов. Данная зависимость отражена в формуле (6).

$$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{n}, \quad (6)$$

где  $x_1, x_2, x_n$  – численные значения физической величины в ходе эксперимента;

$n$  – число экспериментов.

Рядом с численным значением физической величины в обязательном порядке указывают единицы измерения. Среднее значение имеет ту же размерность, что и сама физическая величина.

Абсолютная погрешность измерений  $\Delta x$  подсчитывается как средняя сумма модулей всех разностей между средним значением, полученным в ходе эксперимента и значением каждого из экспериментов, деленной на число измерений  $n$ . Зависимость этих величин отражает формула (7).

$$|\overline{\Delta x}| = \frac{(|\bar{x} - x_1| + |\bar{x} - x_2| + \dots + |\bar{x} - x_n|)}{n}, \quad (7)$$

где  $\bar{x}$  – среднее значение физической величины;

Рядом с абсолютной погрешностью измерения принято указывать единицы измерения. Абсолютная погрешность измерений имеет ту же размерность, что и сама физическая величина.

Относительная погрешность измерений  $\varepsilon, \%$  находится как отношение абсолютной погрешности измерений к среднему числу измерений, в процентах (8)

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{\bar{x}} * 100\% \quad (8)$$

Конечный результат расчёта физической величины записывается в виде зависимости, отраженной в формуле (9).

$$x = \bar{x} \pm \Delta x \text{ при } \varepsilon, \quad (9)$$

где  $x$  – конкретная физическая величина, имеющая определенную размерность;

#### Описание экспериментального задания

Из предложенного оборудования собирается электрическая цепь. При помощи реостата устанавливают силу тока в 0,5 А и фиксируют показания вольтметра. Для определения работы тока пользуются формулой (5).

Методические рекомендации:

Первое, на что следует обратить внимание - это название лабораторной работы. Нельзя подсчитать работу тока на резисторе, ведь на самом деле идет расчет энергии, переданной в форме теплоты резистору.

Во-вторых, при работе с электричеством в первую очередь необходимо соблюдать технику безопасности (в этой и других работах данного раздела). Ни в коем случае нельзя включать приборы в розетку самостоятельно и превышать допустимое значение напряжения. Перед сборкой электрической цепи приборы располагают на столе в нужном порядке, соединяют между собой, соблюдая полярность от «плюса» к «минусу», а после, получив разрешение на выполнение работы, снимают показания приборов с учетом цены деления.

Вместо привычного источника питания в комплекте лабораторного оборудования может быть предложена батарейка. При работе с батарейкой важно сразу отключить питание после снятия показаний, так как при длительном включении она имеет свойство разряжаться.

### 3. Определение мощности на резисторе

Цель: подсчитать мощность на резисторе.

Оборудование: источник тока, амперметр, вольтметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор.

Теоретическая справка

Мощность – работа, совершенная в единицу времени [5] , которую отражает формула (10).

$$P = \frac{A}{t}, \quad (10)$$

где  $A$  – работа тока;

$t$  – время.

Под работой в данной формуле понимается работа тока, которая вычисляется по формуле (5). Подставив последнее выражение в формулу для мощности и, преобразовав ее, получим еще одну рабочую формулу (11).

$$P = IU \quad (11).$$



В Международной системе единиц СИ мощность электрического тока принято измерять в Ваттах.

1 Вт – работа тока в 1 Джоуль, совершенная за интервал времени, равный 1 секунде [5].

$$[P] = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}$$

Описание экспериментального задания

Из предложенного оборудования собирается электрическая цепь. При помощи реостата, устанавливают силу тока в 0,3 А и фиксируют показания вольтметра. Для определения мощности пользуются формулой (11).

#### **4.Определение электрического сопротивления на резисторе**

Цель: подсчет электрического сопротивления на резисторе

Оборудование: источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, резистор, соединительные провода.

Теоретическая справка

Сопротивление – основная характеристика проводника. Согласно закону Ома: сила тока на участке цепи прямо пропорционально напряжению этого участка и обратно пропорционально его сопротивлению [11]. Зависимость силы тока  $I$ , А напряжения на участке цепи и сопротивления отражает формула (12).

$$I = \frac{U}{R} \quad (12).$$

Выразив из закона Ома сопротивление  $R$ , получим рабочую формулу для вычисления электрического сопротивления (13).

$$R = \frac{U}{I} \quad (13).$$

В Международной системе единиц СИ электрическое сопротивление измеряется в Омах.

1 Ом – сопротивление проводника, между концами которого возникает напряжение 1 Вольт при силе тока в 1Ампер [14].

$$[R] = \frac{\text{В}}{\text{А}} = \text{Ом}.$$

Описание экспериментального задания

Из предложенного оборудования собирается электрическая цепь. При помощи реостата, устанавливают силу тока в 0,5 А и фиксируют показания вольтметра. Для определения сопротивления пользуются формулой (13).

Методические (см. лабораторную работу №2).

### **5. Исследование зависимости силы тока от напряжения на концах резистора**

Цель: исследование зависимости силы тока от напряжения на концах резистора

Оборудование: источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, резистор, соединительные провода.

#### Теоретическая справка

Простейшая вольт-амперная характеристика проводника описывается законом Ома. Графиком (ВАХ) является прямая, проходящая через начало координат [17]

Результатом экспериментального задания должен быть график зависимости силы тока от напряжения, либо вывод о линейной зависимости.

#### Описание экспериментального задания

Из предложенного оборудования собирается электрическая цепь. При помощи реостата, устанавливают силу тока в 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 А и фиксируют показания вольтметра. По результатам строят таблицу и анализируют полученную зависимость.

Методические рекомендации: (см. лабораторную работу № 2)

### **6. Определение работы силы при равномерном подъеме грузов**

Цель: определить работу, совершенную внешней силой при равномерном подъеме грузов.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, неподвижный блок, нить, набор грузов, динамометр, измерительная линейка.

#### Теоретическая справка

Под механической работой понимают скалярное произведение силы, перемещения и косинуса угла между ними (14).

$$A = |\vec{F}| (|\vec{S}|) \cos \alpha, \quad (14)$$

$S$  – перемещение тела;

$\alpha$ - угол между векторами  $\vec{F}$  и  $\vec{S}$ .

Работу силы тяжести при подъёме тела на высоту  $h$ , можно вычислить, пользуясь формулой (15).

$$A = mgh, \quad (15)$$

$h$  – высота, на которую подняли тело (перемещение).

Формула (15) справедлива тогда, когда направление силы и перемещения совпадают, а угол между ними равен  $0^\circ$ , следовательно,  $\cos 0^\circ = 1$ .

В Международной системе единиц СИ механическую работу измеряют в Джоулях [1].

1 Дж – эта механическая работа, которую совершает тело при перемещении тела на 1 метр под действием силы в 1 Ньютон.

$$[A] = \text{Н} * \text{м} = \text{Дж}$$

#### Описание экспериментального задания

На штативе с помощью лапки закрепляется неподвижный блок. К нему крепится динамометр и перекидывается нить. К нити подвешивают грузики и фиксируют высоту, на которой они находятся. Работу силы упругости вычисляют, пользуясь формулой (16).

$$A = F * h, \quad (16),$$

Методические рекомендации:

Перед выполнением экспериментального задания необходимо закрепить блок и динамометр в штативе. Далее определить цену деления динамометра и приступить к выполнению задания. Прибор при измерении следует держать вертикально

## Заключение

Сдача Основного государственного экзамена в нашей стране закреплена на законодательном уровне. Не смотря на то, что возвращаются элементы сдачи старого образца экзаменов, структура ОГЭ тоже меняется, но остаётся примерно той, что была при его введении. Доработка экзаменационных заданий будет проводится до тех пор, пока данная система проверки знаний учащихся не сменится другой.

В ходе работы был рассмотрен вопрос, касающийся экспериментального задания ОГЭ [20]. Сбор информации по интересующей теме показал, что насчитывается почти два десятка таких заданий. Все эти задания есть в открытом доступе на сайте Федерального института педагогических измерений [19] и более того, они продублированы и на других образовательных порталах. В частности образовательный портал «РЕШУ ОГЭ» один из них. Основная проблема состоит в том, что экспериментальные задания есть, но описания соответствующих лабораторных работ либо отсутствуют, либо требуют доработки.

Для рассмотрения данного вопроса был проведен анализ школьных учебников физики, представленных в Федеральном перечне, в ходе которого выяснялось наличие или отсутствие лабораторных работ, соответствующих экспериментальным заданиям, в их содержании. Удалось выявить описания некоторых экспериментальных заданий ОГЭ, к остальным были составлены описания с примерами выполнения и даны методические рекомендации.

Таким образом, с поставленными целями и задачами удалось справиться. В дальнейшем следует выпустить методическое пособие с описанием и примерами выполнения лабораторных работ, задания к которым встречаются на экзамене. Учителям наличие пособия существенно сэкономило время при подготовке учащихся, а учащимся (будущим выпускникам) пособие поможет в подготовке и сдаче экзамена, результаты которого существенно влияют на их дальнейшее обучение и получение желаемой профессии.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грачёв А.В., Погожев В.А., Селиверстов А.В. Физика. 7 класс: учебник для учащихся общеобразовательных организаций/ А.В. Грачёв, В.А. Погожев, А.В. Селиверстов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Вентана –Граф, 2014. 288с.
2. Грачёв А.В., Погожев В.А., Селиверстов А.В. Физика. 8 класс: учебник для учащихся общеобразовательных организаций/ А.В. Грачёв, В. А. Погожев, А.В. Селиверстов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Вентана –Граф, 2015. 304 с.
3. Грачёв А.В., Погожев В.А., Селиверстов А.В. Физика. 9 класс: учебник для учащихся общеобразовательных организаций/ А.В. Грачёв, В. А. Погожев, А.В. Селиверстов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Вентана –Граф, 2016. 369с.
4. Генденштейн Л.Э., Кайдалов А.Б. Физика. 7класс. В 2 ч. Ч.1: учебник для общеобразовательных учреждений/Л.Э. Генденштейн, А.Б. Кайдалов; под ред. В.А. Орлова, И.И. Ройзена. 3-е изд., испр. М.: Мнемозина, 2012. 255 с.
5. Генденштейн Л.Э., Кайдалов А.Б. Физика. 8класс. В 2 ч. Ч.1: учебник для общеобразовательных учреждений/Л.Э. Генденштейн, А.Б. Кайдалов; под ред. В.А. Орлова, И.И. Ройзена. 3-е изд., испр. М.: Мнемозина, 2012. 272 с.
6. Генденштейн Л.Э., Кайдалов А.Б. Физика. 9класс. В 2 ч. Ч.1: учебник для общеобразовательных учреждений/Л.Э. Генденштейн, А.Б. Кайдалов; под ред. В.А. Орлова, И.И. Ройзена. 4-е изд., стер. М.: Мнемозина, 2012. 272 с.
7. Громов С.В., Родина Н.А.. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/С.В. Громов, Н.А. Родина. 4-е изд. М.: Просвещение, 2002. 159 с.
8. Громов С.В., Родина Н.А.. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных учреждений /С.В. Громов, Н.А. Родина. 4-е изд. М.: Просвещение, 2002. 166 с.
9. Громов С.В., Родина Н.А.. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/ С.В. Громов, Н.А. Родина. 4-е изд. М.: Просвещение, 2003. 161 с.

10. Кабардин О.Ф. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных организаций/ О.Ф. Кабардин. 3-е изд. М.: Просвещение, 2014, 176 с.
11. Кабардин О.Ф. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных организаций/ О.Ф. Кабардин. М.: Просвещение, 2014, 176 с.
12. Кабардин О.Ф. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных организаций/ О.Ф. Кабардин. М.: Просвещение, 2014, 176 с.
13. Перышкин А.В. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/А.В. Перышкин. 2-е изд., стер. М.: Дрофа, 2013. 221с.
14. Перышкин А.В. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/А.В. Перышкин. М.: Дрофа, 2013. 237с.
15. Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. 14-е изд., стер. М.: Дрофа, 2009. 237с.
16. Пурышева Н.С., Важевская Н.Е. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/Н.С. Пурышева, Н.Е. Важевская. 2-е изд., стер. М.: Дрофа, 2013. 222 с.
17. Пурышева Н.С., Важевская Н.Е. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/Н.С. Пурышева, Н.Е. Важевская. М.: Дрофа, 2013. 287 с.
18. Пурышева Н.С., Важевская Н.Е., Чаругин В.М. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/Н.С. Пурышева, Н.Е. Важевская, В.М. Чаругин. 2-е изд., стер. М.: Дрофа, 2017. 285 с.

#### Электронные ресурсы

19. Федеральное бюджетное научное учреждение «Федеральный институт педагогических измерений» [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <http://www.fipi.ru/> (дата обращения 20.09.2017).
20. Образовательный портал для подготовки к экзаменам «Решу ОГЭ» [Электронный ресурс]: [сайт]. URL: <https://phys-oge.sdamgia.ru/> (дата обращения 22.09.2017).