

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Балашовский институт (филиал)

Кафедра математики, информатики, физики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ  
НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ «ОПТИКА»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 5 курса 152 группы  
направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование  
(с двумя профилями подготовки)»,  
профиля «Математика и физика»,  
факультета математики и естественных наук  
Прошкиной Валерии Николаевны

Научный руководитель  
доцент кафедры математики,  
информатики, физики,  
кандидат физико-математических наук

\_\_\_\_\_ А.В. Фадеев

(подпись, дата)

Зав. кафедрой математики,  
информатики, физики  
кандидат педагогических наук,  
доцент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Е.В. Сухорукова

(подпись, дата)

Балашов 2020

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Сейчас спецификой системы образования стали информатизация, независимая оценка качества обучения, формирование сопоставимой образовательной статистики, менеджмент с применением баз объективных результатов достижений. Изменения в образовательной сфере существенно связаны с экспериментом по введению единого государственного экзамена (ЕГЭ), с 2009 года ставшим обязательной формой итоговой аттестации выпускников общеобразовательных учреждений страны [8].

Касаясь изучения оптики в системе ЕГЭ, ученики сталкиваются с геометрической частью оптики, и здесь встает проблема составления правильного чертежа, чтобы избежать ненужной потери баллов в ЕГЭ по физике. Но важно понимать процесс с точки зрения не только геометрии, но и физики, для чего нужно эмпирически показывать механизм действия закона оптики.

Сама проблематика подготовки к ЕГЭ по физике как таковая не исследовалась, но в рамках методики преподавания физики рассматривается проблема изучения предмета в работах Н.Н. Ковальчук, В.В. Макеевой, С.В. Полушкиной и других.

**Цель бакалаврской работы** – разработать методические рекомендации при подготовке к ЕГЭ по физике на примере темы «Оптика».

Согласно цели сформированы следующие **задачи**:

1. Изучить структуру единого государственного экзамена по физике.
2. Определить место темы «Оптика» в УМК уровня среднего общего образования (базовое и профильное обучение).
3. Описать методы подготовки к ЕГЭ по физике с конкретизацией на тему «Оптика».
4. Осуществить анализ результатов усвоения темы «Оптика» как части ЕГЭ.
5. Разработать методические приемы изучения тем по оптике, направленные на подготовку к ЕГЭ.

6. Разработать систему демонстрационных опытов при подготовке к ЕГЭ по физике.

**Объект исследования** – методика преподавания физики.

**Предмет исследования** – методика подготовки к ЕГЭ по физике на примере темы «Оптика».

**Теоретическая значимость исследования** заключается в следующих аспектах:

1. Расширение представления о структуре ЕГЭ по физике в целом.
2. Понимание системы преподавания темы «Оптика» в курсе физики.
3. Формирование представлений о методах подготовки к ЕГЭ в целом и для темы «Оптика» в частности.
4. Анализ и систематизация литературы по теме исследования.

**Практическая значимость исследования** заключается в том, что материалы бакалаврской работы можно применить как при подготовке к единому государственному экзамену по физике, так и при изучении темы «Оптика» в 11 классе.

При написании работы использовались следующие методы исследования:

- **теоретические:** анализ и синтез литературы по теме исследования, абстрагирование, классификация, обобщение;
- **практические:** сравнение статистики сдачи ЕГЭ по физике и методик подготовки к данному ЕГЭ с последующим описанием, решение примеров, близких к системе ЕГЭ по физике, эксперименты с оптическими явлениями, разработка собственной методики при подготовке к ЕГЭ по физике.

Бакалаврская работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованных источников и пяти приложений.

**Апробация и внедрение** результатов исследования осуществлялось в виде:

1. работы в МБОУ «СОШ с. Новые Выселки Калининского р-на Саратовской области» учителем математики и физики;

2. участия в научно-методической конференции преподавателей и студентов «Актуальные проблемы модернизации математического и естественно-научного образования» (Балашов, БИ СГУ, 16.04.2020), тема доклада: «Методические особенности подготовки к ЕГЭ по физике на примере темы «Оптика»;

3. участия во Всероссийской научно-методической конференции «Актуальные проблемы модернизации математического и естественно-научного образования», публикация: «Демонстрационный опыт при подготовке к ЕГЭ по физике» (Балашов, БИ СГУ, 15.05.2020), статья принята к публикации.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Первая глава – «ЕГЭ по физике: структура и особенности подготовки». В параграфе 1.1 («Структура единого государственного экзамена по физике») описано содержание ЕГЭ по физике как процесса аттестации обучающихся.

Единый государственный экзамен – централизованно проводимый в РФ экзамен в средних учебных заведениях и форма проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования.

Задания ЕГЭ по физике разделены на механику, молекулярную физику, электродинамику и основы специальной теории относительности, квантовую физику и элементы астрофизики. Правильные ответы на задания с 1 по 4, с 8 по 10, с 13 по 15, 19, 20, 22 и 23 из первой части, 25 и 26 второй части оцениваются одним баллом. Ответы на задания с 5 по 7, 11, 12, с 16 по 18 и 21 первой части, 24 и 28 оцениваются от нуля до двух баллов, задания 27 и с 29 по 32 – от нуля до трех баллов. Для «зачета» экзамена по физике нужно набрать минимум 36 баллов (11 первичных баллов). Порог для высокого уровня сдачи экзамена считается решение заданий от 62 баллов (от 33 первичных баллов).

В параграфе 1.2 («Тема «Оптика» в УМК уровня среднего общего образования») рассматривается место темы «Оптика» в УМК старшей школы. При этом сам параграф разделен ещё на два параграфа.

В параграфе 1.2.1 («Место темы «Оптика» в УМК по физике базового уровня подготовки») были проанализированы УМК по физике базового уровня. Однако также были рассмотрены и УМК, рассчитанные также на профильное обучение дополнительно. Для анализа были взяты УМК по физике следующих авторов: Л.Э. Генденштейн, В.А. Касьянов, Г.Я. Мякишев (в соавторстве с Б.Б. Буховцевым и В.М. Чаругиным) и Н.С. Пурышева.

Анализ УМК по физике показал, что наиболее сбалансированным в плане выделения учебных часов на решение задач и лабораторную деятельность можно считать УМК В.А. Касьянова «Физика. 11 класс. Базовый уровень». С точки зрения подготовки к ЕГЭ подойдут УМК Л.Э. Генденштейна и Г.Я. Мякишева. В первом УМК выделяются отдельные параграфы, направленные на подготовку к ЕГЭ и отдельно выделена ее вторая часть как задачник, что позволит распределить более точно изучение темы «Оптика» для подготовки к ЕГЭ. Во втором УМК выделяются примеры решения задач и упражнения, предусматривающие несколько задач. С методической точки зрения для изучения подходят те же УМК, что и для подготовки к ЕГЭ.

В параграфе 1.2.2 («Тема «Оптика» в УМК по физике углубленного уровня подготовки») были проанализированы УМК по физике и оптике чисто углубленного уровня подготовки следующих авторов: О.Ф. Кабардин, В.А. Касьянов, Г.Я. Мякишев (в соавторстве с А.З. Синяковым).

Анализ УМК по физике углубленного уровня показал, что наиболее подходящим для подробного изучения является УМК О.Ф. Кабардина. С точки зрения подготовки к ЕГЭ наиболее рекомендован для подготовки УМК Г.Я. Мякишева (в соавторстве с А.З. Синяковым). С методической точки зрения наиболее рекомендован УМК В.А. Касьянова.

В параграфе 1.3 («Методы подготовки к ЕГЭ по физике») описаны особенности подготовки к ЕГЭ по физике.

Для успешной сдачи ЕГЭ нужны подготовки на уроках, консультациях, элективный курс и самостоятельную подготовку.

Подготовка на уроках предполагает рассмотрение примеров, изучение дидактических материалов по категориям заданий из контрольных измерительных материалах ЕГЭ. Дополнительные занятия/консультации предполагают изучение категорий предмета, вызывающих затруднения, или же более сложные вопросы какой-либо категории предмета. Однако здесь рассматриваются такие занятия с точки зрения подготовки к ЕГЭ.

Также при подготовке к ЕГЭ важно прохождение соответствующего элективного курса. Его программа рассчитана как на один учебный год (11 класс), так и на два учебных года (10 и 11 классы) с учебно-тематическим планированием в один учебный час в неделю. В первом случае идет чисто подготовка к ЕГЭ по физике, во втором – дополнительно более углубленное усвоение предмета.

Самостоятельная подготовка делится на подготовку с репетитором и без него. В первом случае подготовка особо не отличается от подготовки по первым трем перечисленным компонентам, различаются методы и время подготовки. Во втором случае нужно решать множество примеров, при этом не просто отрабатывать алгоритм решения, а вырабатывать понимание механизма применения формулы, работы различных физических законов и уделять внимание геометрической части экзамена.

Вторая глава называется «Методические особенности подготовки к ЕГЭ по теме «Оптика». В параграфе 2.1 («Анализ результатов усвоения темы «Оптика» как части ЕГЭ») дана статистика решения задач по теме «Оптика».

Число участников ЕГЭ по физике в 2019 году составило 149400 человек. Количество участников экзамена в течение трех последних лет снижается (155281 и 150650 человек в 2017 и 2018 годах соответственно). Средний балл единого государственного по физике 2019 году – 54,4, что немного выше показателя прошлого года (53,2 тестовых балла).

Средний процент выполнения заданий по электродинамике составляет 50,2 %, что чуть выше, чем в 2018 году (здесь процент составил 49,9 %). Теме «Оптика» соответствуют задания с 15 по 18, а также задание 32. Задания с 15 по 18 находятся на уровне от 52 до 62 %: эффективность выполнения считается слабой для задания базового уровня сложности. Особую тревогу вызывает задание 32, так как оно находится далеко ниже уровня усвоения (около 17 %). Последнее объясняется сложностью задания, ошибками в вычислениях, нехваткой времени на решение, нежеланием решать задачу изначально и т.д.

В параграфе 2.2 («Методические приемы изучения тем по оптике, направленные на подготовку к ЕГЭ») сделан методический анализ типичных примеров, которые могут быть в ЕГЭ по физике. Ниже показан такой пример.

Условия примера: «Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны равна  $\nu$ , скорость света в воздухе равна  $c$ , показатель преломления воды относительно воздуха равен  $n$ .

| Физические величины            | Формулы             |
|--------------------------------|---------------------|
| а) длина волны света в воздухе | 1) $\frac{c}{n\nu}$ |
| б) длина волны света в воде    | 2) $\frac{n\nu}{c}$ |
|                                | 3) $\frac{nc}{\nu}$ |
|                                | 4) $\frac{c}{\nu}$  |

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами».

Решение. Длина волны света, скорость света и частота световой волны связаны так:  $\lambda\nu = c$ . Здесь у учеников могут возникнуть проблемы, поскольку ученики могут не понимать взаимосвязи этих параметров в силу того, что часто они решали задачи на поиск либо длины волны, либо частоты световой волны (скорость света – константа и учениками она принимается как данность).

При переходе света из воды в воздух частота световой волны не меняется. Здесь поясним, что показатель преломления воздуха – единица. Следовательно, для длины волны света в воздухе формула принимает вид:  $\lambda_{\text{воздух}} = \frac{c}{\nu}$  («а – 4»).

Скорость света в воде в  $n$  раз меньше, чем в воздухе, так как вода – оптически более плотная среда, чем воздух:  $c = nv$ . В общем скорость света равна:  $c = \lambda nv$ , но для преломления в воздухе при  $n = 1$  формула такова:  $c = \lambda v$ . А поскольку вода – среда, оптически более плотная, чем воздух, то все параметры воздействуют друг на друга. Следовательно, для длины волны света в воде выражение имеет следующий вид:  $\lambda_{\text{вода}} = \frac{c}{nv}$  («б – 1»).

Ответ. 41

Данный пример можно было бы использовать на уроке «Законы геометрической оптики» или же, более конкретно, «Преломление света».

В целом анализ ошибок каждого задания из темы показал, что ученики могут забывать или не понимать различные физические, геометрические и тригонометрические законы, необходимые при расчетах, делают ошибки в геометрической части заданий, где требуется сделать чертеж (обычно он делается неправильно или не делается вовсе). Также среди ошибок – неверное написание ответа в первой части или отсутствие некоторых компонентов решения во второй.

В параграфе 2.3 («Демонстрационный опыт при подготовке к ЕГЭ по физике») показано как можно визуально усилить усвоение учениками материала по теме «Оптика».

Эксперты ЕГЭ отмечают недостаточную экспериментальную подготовку школьников, слабое применение средств подготовки через эксперимент, проводимый учителем. Поэтому подготовка к ЕГЭ уже с демонстрационным опытом была дополнена еще на трех примерах: вогнутое зеркало, интерференция волн и линза, закрытая материей. Пример показан на интерференцию света.

Условия примера: «Для наблюдения явления интерференции света используется точечный источник света и небольшой экран с двумя малыми отверстиями у глаза наблюдателя. Оцените максимальное расстояние  $d$  между малыми отверстиями в экране, при котором может наблюдаться явление



интерференции света. Разрешающая способность глаза равна  $1^\circ$ , длина световой волны –  $5,8 * 10^{-7}$  м.».

Решение. Параллельные пучки света от двух отверстий как от когерентных источников фокусируются глазом в одну точку на сетчатке. Лучи, которые перпендикулярны плоскости экрана, не имеют разности хода. Лучи, которые выходят из отверстий под углом  $\varphi$  к перпендикуляру, имеют следующую разность хода:  $\Delta = d * \sin \varphi$ , где  $d$  – расстояние между отверстиями.

Первый интерференционный максимум должен наблюдаться под углом  $\varphi_1$  к перпендикуляру, который удовлетворяет условию равенства разности хода  $\Delta$  одной длине  $\lambda$  световой волны:  $d * \sin \varphi_1 = \lambda$ . Отсюда наибольшее расстояние  $d$  равно:  $d = \frac{\lambda}{\sin \varphi_1}$ .

Для малых значений угла значение синуса угла примерно равно значению угла, выраженного в радианах. Отсюда следует, что:  $\sin \varphi_1 = \sin 1^\circ \approx \frac{2\pi}{360*60} \approx 0,00029$ . Тогда для расстояния  $d$  между отверстиями при значении длины световой волны  $5,8 * 10^{-7}$  м следует:  $d = \frac{5,8*10^{-7}}{0,00029}$  м =  $2 * 10^{-3}$  м = 2 мм.

Ответ.  $d_{max} = 2$  мм.

Здесь можно сопроводить экспериментально интерференцию световых волн можно с помощью двойной щели в непрозрачном экране. Для такого эксперимента понадобится оптическая скамья, рейтер с источником света, рейтер обычный, слайд-рамка с комплектом диафрагм, слайд-рамка с комплектом отверстий, соединительные провода и выпрямитель.

Учитель, выстроив систему для интерференции волн, может объяснить явление таким образом: «Смотря на светящееся изображение источника света, сквозь двойную щель, как через окуляр, наблюдают, что его изображение растягивается от середины к краям. Данная полоска прорезана темными вертикальными взаимно параллельными линиями, являющиеся минимумами интерференционной картины. Также стоит обратить внимание на ширину интерференционных максимумов, которые являются одинаковыми»

Учитель, чисто объясняя явление интерференции света, может позволить самостоятельно ученикам пронаблюдать за данным явлением, что будет способствовать наилучшему усвоению информации.

Демонстрационный опыт на примерах показал, что такая форма дополнительной подготовки к ЕГЭ способствует наилучшему усвоению информации по теме, поскольку она [информация] лучше всего усваивается визуально и эмпирическим путем (здесь через эксперименты). При этом эксперименты (под руководством учителя) ученики могут не только пронаблюдать, но и провести самостоятельно.

**Заключение.** Завершая исследование, стоит отметить тот факт, что на данный момент система единого государственного экзамена является на данный момент наиболее объективной формой итогового контроля. В связи с этим меняются формы заданий в сторону усложнения. Именно поэтому повышаются требования к педагогам, причем как молодым, так и с большим педагогическим стажем. Если же брать отдельно физику, то здесь требования к педагогам и так достаточно высоки, и к тому же требуют высокой квалификации при подготовке к ЕГЭ по данному предмету.

Цель бакалаврской работы была достигнута. Согласно цели были выполнены следующие задачи.

1. Изучена структура единого государственного экзамена по физике. Экзаменационная работа по физике выполняется в течение 235 минут. Она делится на две части, включающие 32 задания. В заданиях с 1 по 26 предполагается конечный ответ, а в заданиях с 27 по 32 – полный и развернутый. Задания ЕГЭ по физике разделены на механику, молекулярную физику, электродинамику и основы специальной теории относительности, а также квантовую физику и элементы астрофизики.

2. Определено место темы «Оптика» в УМК уровня среднего общего образования (базовое и профильное обучение). Анализ УМК по физике базового и углубленного уровня показали, что наиболее предпочтительным для

подготовки к ЕГЭ является УМК Л.Э. Генденштейна, Ю.И. Дика «Физика. 11 класс. Базовый и углубленный уровни».

3. Описаны методы подготовки к ЕГЭ по физике с конкретизацией на тему «Оптика». Для успешной сдачи ЕГЭ нужна тщательная и системная подготовка, которая включает в себя подготовку на уроках, подготовку на консультациях/дополнительных занятиях, элективный курс и самостоятельную подготовку.

4. Осуществлен анализ результатов усвоения темы «Оптика» как части ЕГЭ. Статистика показала, что электродинамика в среднем выполняется выпускниками успешно. Однако эффективность выполнения в 55-60 % все равно оставляет желать лучшего. Печальная статистика выполнения категория заданий 32, где процент выполнения – около 17 %.

5. Разработаны методические рекомендации к изучению тем по оптике, направленные на подготовку к ЕГЭ. Анализ ошибок каждого задания из темы (а теме «Оптика» соответствуют задания с 15 по 18, а также задание 32) показал, что ученики забывают или не понимают различные физические, геометрические и тригонометрические законы, необходимые к использованию при расчетах, делают ошибки в геометрической части заданий. Также среди ошибок неверное написание ответа в первой части или отсутствие некоторых компонентов решения во второй.

6. Разработана система демонстрационных опытов для подготовки к ЕГЭ по физике. Демонстрационные опыты закрепляют и дополняют теоретические знания, что позволяет говорить о том, что такая форма дополнительной подготовки к ЕГЭ способствует наилучшему усвоению информации по теме.

В результате исследования было расширено представление о структуре ЕГЭ по физике в целом, изучена система преподавания темы «Оптика» в курсе физики, сформированы представления о методах подготовки к ЕГЭ в целом и для темы «Оптика» в частности, а также проанализирована и систематизирована литература по теме исследования.

Материалы бакалаврской работы можно применить как при подготовке к единому государственному экзамену по физике, так и при изучении темы «Оптика» в 11 классе.



/ Прошкина В.Н. /

30.05.2020