

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра физики и методико-информационных технологий

**Формирование навыков проведения эксперимента
в базовом курсе физики**

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 255 группы
направления 44.04.01 Педагогическое образование,
профиль «Физика и методико-информационные технологии в образовании»
физического факультета

Леорда Екатерины Михайловны

Научный руководитель
старший преподаватель



04.06.2020

М.Н. Нурлыгаянова

Заведующий кафедрой
д.ф.-м.н., профессор



04.06.2020

Т.Г. Бурова

Саратов, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Формирование универсальных учебных действий, а также 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.

Для того чтобы повысить интерес к развитию экспериментальных навыков учащихся, необходимо прибегать к различным современным источникам информации.

При изучении курса физики в школе необходимо обращать внимание учащихся на экспериментальную составляющую. Проведение демонстрационных экспериментов, лабораторных работ, решение экспериментальных задач – все это способствует формированию экспериментальных навыков учащихся.

Объектом исследования выступает процесс изучения физики в средней школе.

Предметом исследования является развитие экспериментальных навыков учащихся на уроках физики.

Цель работы – повышение эффективности формирования и развития экспериментальных навыков учащихся на уроках физики с помощью учебного пособия, которое содержит описания и примеры выполнения экспериментальных заданий Основного Государственного экзамена по физике (ОГЭ), способствующего углублению знаний и развитию экспериментальных навыков учащихся.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- определить перечень всех возможных экспериментальных заданий ОГЭ по физике, пользуясь материалами Федерального института педагогических измерений (ФИПИ);
- изучить требования к выполнению экспериментальных заданий, к их проверке и оценке;

- проанализировать учебники физики 7–9 классов, рекомендованные Федеральным перечнем учебников, для оценки эффективности их применения, как для формирования и развития экспериментальных навыков на уроках, так и для подготовки к выполнению экспериментального задания ОГЭ по физике;

- проанализировать методические пособия с описаниями экспериментальных заданий ОГЭ по физике;

- подготовить описания ко всем возможным вариантам экспериментального задания ОГЭ по физике;

- результаты деятельности оформить в виде учебного пособия и апробировать в ходе магистерской практики при работе и в профессиональной деятельности;

Результаты работы оформлены в виде двух глав. Первая глава посвящена теоретико-методологическому анализу спецификации ОГЭ по физике, представлен полный перечень экспериментальных заданий с требованиями к их выполнению, изложена система оценивания экспериментального задания, даны методические рекомендации к их выполнению. Проведен анализ школьных учебников физики и методических пособий, результатом которого стало выявление недостатков, влияющих на формирование и развитие экспериментальных навыков учащихся.

Во второй главе «Развитие экспериментальных навыков учащихся. Результаты педагогического эксперимента» приведено учебное пособие и изложены результаты констатирующей и формирующей части педагогического эксперимента.

В заключении сделан вывод о проделанной работе.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

с 1 января 2009 года вступили в силу поправки в законы «Об образовании» и «О высшем и послевузовском профессиональном образовании». Оба закона провозгласили Единый Государственный экзамен (ЕГЭ) по русскому языку и математике обязательными для выпускников 11 класса. В основной школе в 2014 году аналогом ЕГЭ стал Основной Государственный экзамен (ОГЭ), но помимо этих предметов выпускникам необходимо выбрать еще два.

По результатам ОГЭ учащиеся девятого класса могут поступить в средне-профессиональные учебные заведения или перевестись в десятый класс для продолжения обучения в школе.

Перед началом подготовки к экзамену необходимо изучить демоверсию, кодификатор и спецификацию по выбранному предмету, так как именно в этих документах учитель и ученик могут найти полезную информацию.

Все эти документы, включая демонстрационный вариант, размещены на сайте Федерального института педагогических измерений (ФИПИ). Учитель должен обратить особое внимание учащегося на знакомство с требованиями и критериями оценки заданий [28].

Для сдачи ОГЭ по физике учащимся необходимо не только знание теоретического материала, но также умение решать задачи и проводить эксперименты.

Так, в экзаменационном варианте ОГЭ по физике учащимся предлагается выполнить экспериментальное задание, используя набор лабораторного оборудования. Помимо теоретических знаний, выпускник должен обладать экспериментальными навыками и знать требования к оформлению и выполнению экспериментальных заданий, содержащихся в экзаменационном варианте.

Алгоритм выполнения и оформления у всех 39 экспериментальных заданий (а именно столько возможных работ включено в экзаменационные варианты) не всегда одинаков, но можно выделить перечень общих требований:

1. Наличие рисунка экспериментальной установки.

2. Наличие словесного описания проведенных прямых и косвенных измерений.

3. Наличие вывода о проделанной работе.

За правильное выполнение и оформление экспериментального задания по физике согласно критериям 2020 года выпускник 9 класса может набрать 3 балла, что в общем зачете может улучшить его результат¹.

Отработка экспериментальных навыков учащихся проходит на уроках физики, элективных курсах и консультациях. При подготовке к выполнению экспериментальных заданий учитель и ученик используют описания экспериментальных заданий, представленных в учебниках и учебных пособиях.

С этой целью был проведен анализ учебников физики 7–9 классов, рекомендованных Федеральным перечнем учебников и анализ методических пособий для оценки эффективности их применения, формирования и развития экспериментальных навыков на уроках и для подготовки к выполнению экспериментального задания ОГЭ по физике [17].

Анализ школьных учебников и пособий по подготовке к ОГЭ по физике показал, что не все экспериментальные задания, проделать которые требуется в ОГЭ по физике, содержатся в них. Было составлено 2 перечня экспериментальных заданий, не найденных в учебниках и пособиях по подготовке к ОГЭ по физике. Отсутствие описаний некоторых экспериментальных заданий привело к идее о создании учебного пособия, в котором собраны теоретические справки, методические рекомендации, примеры выполнения всех 39 экспериментальных заданий ОГЭ, а также вопросы для самопроверки². Все выше перечисленное изложено в первой части выпускной квалификационной работы.

¹ Подробная таблица с критериями оценивания представлена в тексте выпускной работы

² Методические рекомендации к выполнению экспериментального задания ОГЭ по физике: Учебно-методическое пособие / Сост. М. Н. Нурлыгаянова, Е.М. Леорда. – Саратов: 2019. – 85 с. 978-5-6040968-9-5

Вторая часть выпускной работы посвящена проведению педагогического эксперимента и анализу его результатов с целью проверки гипотезы о необходимости дополнительной подготовки учащихся к выполнению экспериментальных заданий на муниципальных и городских олимпиадах, а также для сдачи ОГЭ по физике.

Цель констатирующей части педагогического эксперимента – выявление уровня заинтересованности в развитии экспериментальных навыков учащихся и во внедрении в учебный процесс дополнительного учебного пособия, которое бы помогло в данном вопросе.

Для достижения цели была поставлена задача – получить начальные сведения о развитии экспериментальных навыков учащихся для разработки дальнейшей деятельности в ходе проведения педагогического эксперимента.

Было проведено диагностирование, в ходе которого осуществлялась проверка и оценка результатов, накопление статистических данных и их анализ.

В эксперименте принимали участие 47 учащихся 9 классов. Одна из групп – экспериментальная была сформирована на базе кафедры физики и методико-информационных технологий. Вторая группа – контрольная на базе школ г. Саратова.

Определение уровня экспериментальных навыков учащихся на констатирующем этапе осуществлялось с помощью анкетирования. Ниже представлено содержание анкеты для участников педагогического эксперимента:

1. Согласны ли вы с утверждением, что физика – наука экспериментальная?
2. В состоянии ли вы самостоятельно выполнить лабораторную работу или решить экспериментальную задачу?
3. Что вы знаете о прямых и косвенных измерениях? В чем их отличие?
4. Что такое погрешность измерений?
5. Как рассчитать цену деления шкалы прибора?
6. Что такое класс точности прибора?
7. Знаете ли вы как рассчитать инструментальную погрешность?

8. Знаете ли вы как рассчитывается абсолютная погрешность прямых и косвенных измерений?

9. Умеете ли вы читать и анализировать графики? Приведите пример.

10. Какими пособиями пользуетесь при подготовке к решению экспериментальных заданий?

Для оценки уровня развития экспериментальных навыков учащихся подсчитывалось количество набранных баллов при ответах на вопросы. Ответы на вопросы учащиеся давали в развернутом виде. За каждый правильный ответ учащемуся присуждалось по одному баллу. В зависимости от количества набранных баллов уровень развития экспериментальных навыков учащихся оценивался следующим образом: 0-4 баллов низкий, 5-8- средний уровень и от 9-11 – высокий уровень развития экспериментальных навыков.

Согласно полученным данным 24 ученика имеют низкий уровень развития экспериментальных навыков, 6 учеников – средний и 9 учеников – высокий. Результат тестирования представлен ниже на рисунке 1.

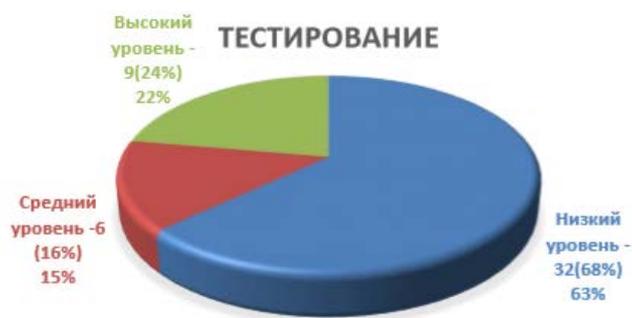


Рисунок 1 – Результаты анкетирования на констатирующем этапе

Низкий показатель развития экспериментальных навыков учащихся обусловлен нехваткой времени на уроке и недостаточным количеством часов, отведенных на лабораторные работы в календарно-тематическом планировании.

Зачастую при проведении лабораторных работ учащиеся в лучшем случае успевают рассчитать инструментальную погрешность и при проведении серии экспериментов рассчитать среднее значение физической величины.

Самым трудным оказался вопрос о расчете погрешности прямых и косвенных измерений, что вполне логично, так как о существовании таковой, дети

узнают в 10 классе (72%), либо на внеурочной деятельности (28%) при подготовке к муниципальным и региональным олимпиадам.

Вопрос, связанный с понятием «цена деления прибора» не вызывают затруднений при ответе у большинства девятиклассников (около 89%), а понятие «класс точности», напротив, многим не знакомо (90%).

Стоит отметить, что на констатирующем этапе обе группы учащихся: экспериментальная и контрольная находились в равных условиях, а именно: все учащиеся – это девятиклассники школ, в которых обучение физики ведется по плану трёх часов в неделю.

Таким образом, полученные результаты тестирования свидетельствуют о низком уровне развития экспериментальных навыков.

Решение проблемы видится, в первую очередь, в увеличении часов, отведенных на экспериментальную составляющую изучения физики, в доработке имеющихся методических пособий по теме и созданию нового учебного пособия.

Цель формирующего этапа эксперимента – оценить результаты выполнения экспериментального задания ОГЭ по физике в контрольной и экспериментальной группах после внедрения учебного пособия. В связи с поставленной целью был определен ряд задач:

1. Написанное учебное пособие внедрить в школы для проведения педагогического эксперимента.

2. Использовать материалы учебного пособия при подготовке к выполнению экспериментальных заданий Основного Государственного экзамена по физике в экспериментальной группе.

3. Проанализировать, как работа по учебному пособию влияет на уровень знаний учащихся и результаты экзамена.

Экспериментальная группа (Э) была сформирована из учащихся, сдающих ОГЭ по физике в 2019 году.

В весенние каникулы (март 2019 года) экспериментальная группа девятиклассников проходила лабораторный практикум на базе кафедры физики и ме-

тодико-информационных технологий Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского.

Программа лабораторного практикума предполагала:

1. Знакомство с перечнем экспериментальных заданий, включенных в ОГЭ по физике.
2. Знакомство с требованиями к выполнению экспериментальных заданий ОГЭ по физике.
3. Знакомство с критериями оценивания экспериментальных заданий ОГЭ по физике.
4. Повторение техники безопасности при работе с лабораторным оборудованием.
5. Повторение основных понятий, необходимых для выполнения экспериментального задания ОГЭ.
6. Выполнение экспериментальных заданий ОГЭ по четырем разделам физики согласно изученным требованиям.
7. Отчет по выполненным экспериментальным заданиям ОГЭ по физике.

При прохождении лабораторного практикума использовалось разработанное учебное пособие, учащиеся сопровождали инженеры и преподаватели кафедры, которые помогали в подготовке и выполнении экспериментальных заданий.

Контрольная группа (К) состояла из учащихся, готовящихся к экзаменам в школах на уроках физики и в учреждениях дополнительного образования или самостоятельно. При этом выбор пособий, по которым осуществлялась подготовка, оставался за учителями-предметниками.

После сдачи ОГЭ по физике с учащимся обеих групп было проведено анкетирование, результаты которого приведены ниже.

Учащимся обеих групп задавали одни и те же вопросы с вариантами ответов. Позднее был проведен анализ ответов и сделаны выводы на основе него.

1. Выполняли ли вы экспериментальное задание ОГЭ по физике, включенное в экзаменационный вариант?

Группа (Э)-20 чел



Рисунок 2 – Процент выполнения экспериментального задания группой (Э)

В опросе приняли учащиеся обеих групп: группа (Э), состоящая из 20 человек) и группа (К), в которой 27 человек. Анализ диаграммы показал, что все участники группы (Э) выполнили экспериментальное задание ОГЭ по физике.

Группа (К) -27 чел

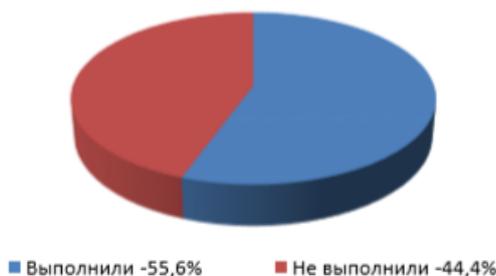


Рисунок 3 – Процент выполнения экспериментального задания группой (К)

Из диаграммы №3 видим, что почти половина участников группы (К) и вовсе не приступали к выполнению данного задания.

3. Как вы готовились к выполнению экспериментального задания Основного Государственного экзамена по физике?

Группа (К) -27 чел



Рисунок 4 – Места подготовки к выполнению экспериментального задания

Анализ диаграммы №4 показал, что все участники экспериментальной группы готовились к выполнению экспериментального задания, как в университете, так и в школе.



Рисунок 5 – Места подготовки к выполнению экспериментального задания

Участники группы (К) разделились при подготовке: 5 (18,5%) человек не готовились вовсе, 20 (74%) проходили подготовку в школе на консультациях и 2 (7,5%) человека занимались с репетитором.

4. Какое количество баллов вы получили за выполнение экспериментального задания ОГЭ по физике?

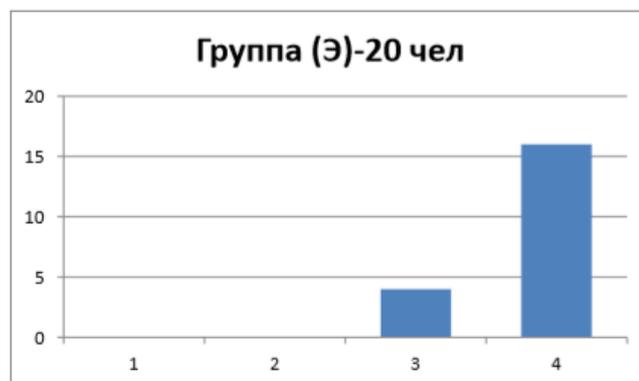


Рисунок 6 – Результаты выполнения экспериментального задания группой (Э)

Анализ диаграммы показал, что учащиеся группы (Э) в среднем получили за выполнение задания 3,8 балла. Из 20 учащихся – 4 человека (20%) по 3 балла и 16 человек (80%) по 4 балла ровно.



Рисунок 7 – Результаты выполнения экспериментального задания группой (К)

Представители контрольной группы, проходившие подготовку самостоятельно или в других школах, за экспериментальное задание получили в среднем 1,7 балла. Из 27 учащихся – 12 (44,4%) так и не приступили к выполнению экспериментального задания, либо выполнили его неверно, получив, в результате 0 баллов. 4 (14,8%) – получили по 1 баллу и 11 (40,7%) – по 2 балла.

5. Прохождение лабораторного практикума в университете помогло Вам лучше справиться с экспериментальным заданием ОГЭ по физике?



Рисунок 45 – Прохождения лабораторного практикума группы (Э)

Анализ диаграммы показал, что всем участникам экспериментальной группы практикум на базе СГУ имени Н.Г. Чернышевского оказался полезным.

Большинству практикум помог значительно улучшить будущий результат.

Таким образом, анализ результатов проведённого педагогического эксперимента о подготовке к выполнению экспериментального задания Основного Государственного экзамена по физике, позволило сделать вывод о необходимости проведённой работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе обучения педагог должен организовать учебный процесс так, чтобы по окончании школы ученик овладел всеми необходимыми умениями и навыками. Одним из помощников в этом будут результаты данной работы.

В первой главе работы была рассмотрена спецификация ОГЭ по физике, требования и критерии выполнения экспериментального задания, выполнение которого говорит об уровне развития экспериментальных навыков учащихся.

В этой же главе на основе анализа учебников и методических пособий сделан вывод о необходимости развития экспериментальных навыков учащихся путем включения в расписание элективных курсов, а также пополнение ряда учебных пособий.

Во второй главе представлены результаты педагогического эксперимента, свидетельствующие о необходимости внедрения пособия в учебный процесс. Такой вывод сделан на основе анализа результатов выполнения экспериментального задания ОГЭ по физике, с которым лучше справились учащиеся, занимающиеся по данному пособию.

В ходе написания магистерской работы опубликованы работы по темам:

1. Определение характеристик пружинного маятника [11].
2. Роль учебников в подготовке к экспериментальному заданию ОГЭ школьников по физике [18].
3. Развитие экспериментальных навыков обучающихся на уроках физики [198].
4. О результатах педагогического эксперимента [20].
5. Подписан акт о внедрении пособия в учебный процесс колледжа радиоэлектроники имени П.Н. Яблочкова, МОУ «СОШ №43».

Таким образом, все поставленные задачи выполнены, и основная цель дипломной работы (повышение эффективности развития экспериментальных навыков учащихся) достигнута путем разработки учебного пособия и последующей работы по нему.

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. – 288 с.
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. – 369 с.
4. Генденштейн Л.Э., Кайдалов А.Б. Физика. 7 класс. 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. 8 класс. 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. 9 класс. 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. Демидова М. Ю., Камзеева Е. Е. Я сдам ОГЭ! Физика: учебное пособие для общеобразовательных организаций в двух частях/ М. Ю. Демидова, Е. Е. Камзеева. – М.: Просвещение, 2018. – 138 с.
11. Елисеев В. С., Леорда Е. М., Нурлыгаянова М. Н.: определение характеристик пружинного маятника / В.С. Елисеев, Е. М. Леорда, М. Н. Нурлыгаянова // Инновационные стратегии развития педагогического образования: сборник научных трудов. В 2 Ч. Ч 1./ Саратов: Изд-во СРОО «Просвещение», 2017. – 135 с.
12. Кабардин О.Ф. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных организаций/ О.Ф. Кабардин.3-е изд. – М.: Просвещение, 2014. –176 с.
13. Кабардин О.Ф. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных организаций/ О.Ф. Кабардин. – М.: Просвещение, 2014. – 176 с.
14. Кабардин О.Ф. Физика. 9 класс: учебник для общеобразовательных организаций/ О.Ф. Кабардин. – М.: Просвещение, 2014. – 176 с.
15. Камзеева Е.Е. ОГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты:30 вариантов/ Е.Е. Камзеева. – М.: Национальное образование, 2020. – 352 с.
16. Никифоров Г. Г., Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е. Тренажер ОГЭ Физика. Экспериментальные задания/ Г. Г. Никифоров, М. Ю. Демидова, Е.Е. Камзеева. –М.: Экзамен, 2019. – 143 с.
17. Касаткина И. Л. Физика. Подробные ответы на задания ГИА и решение типовых задач: учебное пособие для общеобразовательных организаций/ И. Л. Касаткина. – М.: Феникс, 2018. – 138 с.
18. Леорда Е. М., Нурлыгаянова М. Н.: роль учебников в подготовке к экспериментальному заданию ОГЭ школьников по физике / Е. М. Леорда, М. Н. Нурлыгаянова // Научно - методические пробелы инновационного педагогического образования: сборник научных трудов. В 2 ч. Ч. 2./ Саратов: Изд-во СРОО «Просвещение», 2018. –196 с.
19. Леорда Е. М., Нурлыгаянова М. Н.: развитие экспериментальных навыков обучающихся на уроках физики / Е. М. Леорда, М. Н. Нурлыгаянова // Инновационное профессиональное образование: проблемы, поиски, решения: сборник

научных трудов. В 2 Ч. Ч. 1. / Саратов: Изд-во СРОО «Просвещение», 2019. – 280 с.

20. Леорда Е. М., Нурлыгаянова М. Н.: о результатах педагогического эксперимента / Е. М. Леорда, М. Н. Нурлыгаянова // Инновации и рискологическая компетентность педагога: Сборник научных трудов. В 2 ч. Ч.1/. – Саратов: Саратовский источник, 2020. – с. 280-282.

21. Никифоров Г. Г., Демидова М. Ю., Камзеева Е. Е. ОГЭ Физика. Экспериментальные задания / Г. Г. Никифоров, М. Ю. Демидова, Е. Е. Камзеева. – М.: Экзамен, 2019.– 143 с.

22. Перышкин А.В. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/ А.В. Перышкин. 2-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2013. – 221с.

23. Перышкин А.В. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/ А.В. Перышкин. – М.: Дрофа, 2013. – 237с.

24. 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. – 237 с.

25. 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.

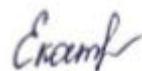
26. Пурышева Н.С., Важевская Н.Е. Физика. 8 класс: учебник для общеобразовательных учреждений/ Н.С. Пурышева, Н.Е. Важевская. – М.: Дрофа, 2013. – 287 с.

27. 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.

28. Степанова Г. Н., Лебедева Г. Ю. ОГЭ. Физика. Справочник с комментариями ведущих экспертов: учебное пособие для общеобразовательных организаций/ Г. Н. Степанова, Г. Ю. Лебедева. – М.: Просвещение, 2019. – 235 с.

Электронные ресурсы

29. Федеральное бюджетное научное учреждение «Федеральный институт педагогических измерений» [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: <http://www.fipi.ru/> (дата обращения 20.09.2019)



Е. М. Леорда