

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»**

На правах рукописи

Полушкина Светлана Владимировна

**МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФГОС**

Специальность 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания
(физика, уровень общего образования)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Научный руководитель:
доктор педагогических наук, профессор
Гребенев Игорь Васильевич

Нижегород – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ:

Введение.....	4-18
Основная часть.....	19-161
Глава 1 Школьный физический эксперимент, проблемы и задачи развития.....	19-47
1.1 История становления школьного физического эксперимента в России.....	19-26
1.2 Проблемы планирования и организации эксперимента при обучении физике в школе.....	27-35
1.3 Основные требования по организации учебного процесса по физике на основе школьного физического эксперимента в условиях перехода на ФГОС основного и среднего общего образования	35-44
1.4 Анализ понятий «эффективность учебного процесса», «эффективность физического эксперимента».....	44-46
Выводы по главе 1.....	47-47
Глава 2 Методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике	48-131
2.1 Методическая система обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике	48-51
2.2. Модель учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента	52-66
2.3 Алгоритм деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента.....	66-84
2.3.1 Реализация алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента на примере метода зеркальных отображений.....	70-77
2.3.2 Реализация алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента при изучении закона сохранения импульса.....	77-84

2.4 Методические рекомендации по организации школьного физического эксперимента.....	84-110
2.4.1 Реализация методических рекомендаций на примере демонстрационных экспериментов	90-105
2.4.2 Реализация методических рекомендаций на примере лабораторных работ, работ практикума.....	105-110
2.5 Организация учебно-исследовательской и проектной деятельности учащихся средствами школьного физического эксперимента в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования	111-131
Выводы по главе 2.....	132-133
Глава 3 Методика проведения педагогического эксперимента и его результаты.....	134-162
3.1 Методика проведения и результаты констатирующего этапа педагогического эксперимента.....	137-146
3.2 Задачи поискового этапа педагогического эксперимента, формирование методических решений.....	147-155
3.3 Проверка гипотезы исследования в ходе формирующего этапа педагогического эксперимента.....	155-162
Выводы по главе 3.....	163-163
Заключение.....	164-165
Список литературы.....	166-185
Приложения.....	186-220

Введение

Актуальность исследования. Современное образование в России переходит на Федеральный государственный образовательный стандарт основного и среднего общего образования (ФГОС), концептуальной основой которого является системно-деятельностный подход.

Особенностью системно-деятельностного подхода выступает положение о том, что главное место в образовательном процессе отводится активной, разносторонней и в максимальной степени самостоятельной познавательной деятельности учащихся. Для обучения физике деятельностный подход означает, в том числе, активное экспериментирование, наблюдения учеников.

Изменяются требования к результатам освоения основной образовательной программы. К числу планируемых результатов, согласно новому образовательному стандарту, отнесены личностные, метапредметные и предметные. Среди требуемых ФГОС результатов освоения учебного курса физики в рамках нашего исследования наиболее существенны следующие:

1) личностные результаты – самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;

2) метапредметные результаты – овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий; освоение приемов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;

3) предметные результаты – проведение наблюдений, планирование и выполнение экспериментов, обработка результатов измерений [160, 161].

Обобщая планируемые результаты обучения, можно сформулировать следующий вывод: учащиеся должны овладеть навыками самостоятельного приобретения новых знаний в процессе собственной учебно-познавательной деятельности, в ходе которой они усваивают не только содержание, но и процесс

получения нового познавательного результата. Учащиеся должны освоить познавательный процесс, который они совершили для получения нового физического знания, с тем, чтобы применить его далее в самостоятельной деятельности.

В работах, посвященных реализации нового образовательного стандарта, утверждается, что требования ФГОС основного и среднего общего образования к результатам освоения учебной программы «...фактически требуют удвоения содержания образования и таких технологий обучения, которые все время обращают внимание на способ действий учащихся»[82, с. 6]. В понятие «содержание образования» входят не только объем знаний, подлежащий усвоению, но и опыт деятельности, приобретаемый школьниками в учебном процессе (Я.И. Лернер, М.Н. Скаткин [151], В.Г. Разумовский [139]).

Многочисленные данные свидетельствуют о недопустимом снижении роли эксперимента в обучении физике. В.Г. Разумовский отмечал, что «...использование учебного эксперимента на уроках физики значительно уменьшилось, как по числу применений, так и по его эффективности. Это объясняется не только недостаточной материальной базой школ, но и неумением учителей по-новому организовать физические эксперименты, использовать новые методические подходы в изменившихся условиях введения ФГОС основного и среднего общего образования» [140, с. 17]. Результаты нашего констатирующего этапа педагогического эксперимента показали снижение эффективности школьного физического эксперимента, которое выражается в том, объем усвоенных знаний, уровень познавательных умений учащихся, получаемых при демонстрации, не соответствует методическим усилиям учителя, затратам его времени. С этой точки зрения один из фундаментальных посылов системно-деятельностного подхода просто незаменим – новое знание или способ деятельности основываются везде, где это возможно, не на словах учителя, а на собственных открытиях учащихся в результате экспериментальной деятельности. Таким образом, новые требования к результатам освоения основной

образовательной программы значительно повышают роль и значимость школьного физического эксперимента в учебном процессе.

Проблемы организации школьного физического эксперимента рассмотрены в работах Л.И. Анциферова [4,5,6,132], В.А. Бурова [17,18,162], О.Ф. Кабардина [60,61,62], В.В. Майера [93,94,95,96], Н.Я. Молоткова [103,104], Г.Г. Никифорова [109,110,111,112,162], Е.С. Обьедкова [114,115], Ю.А. Саурова [146,147,148], Н.М. Шахмаева [174,175], и др. Внедрение ФГОС основного и среднего общего образования задаёт новые цели и задачи повышения эффективности обучения физике. Мы исходим из определения эффективности учебного процесса, данного П.И. Образцовым, В.М. Косухиным: «...это приращение результатов за контрольный промежуток времени, при этом качество обучения определяется уровнем достижения этих результатов по отношению к существующим нормам» [113, с. 115].

Результаты исследований Т.Е. Балабановой [11], М.О. Верховцевой [23], С.П. Жакина [50], Е.И. Постниковой [131], показали, что учителя не видят прямой связи между использованием школьного физического эксперимента в учебном процессе и повышением эффективности обучения физике.

Повышение эффективности учебного процесса по физике возможно при повышении эффективности школьного физического эксперимента через вовлечение учеников в активную познавательную деятельность на его основе. Основным способом получения нового физического знания для учащихся является эксперимент с выдвижением гипотезы, разработкой плана действий, постановкой проблемы, поиском идей по её решению, обсуждением и оценкой полученных результатов, с усвоением нового полученного содержания. Появляются новые аспекты применения эксперимента, а именно, результатом физического опыта должно быть не только усвоение нового знания и умения, но и усвоение способа получения научного знания в ходе экспериментирования. Задачи повышения эффективности физического эксперимента рассмотрены в диссертационных исследованиях Е.И. Вараксиной [22], М.О. Верховцевой [23], О.М. Дружниной [48], С.П. Жакина [50], Г.А. Захарова [54], П.В. Казарина [64],

А.Ю. Канаевой [71], И.В. Малафеика [98], Е.И. Постниковой [131], Ю.Д. Пулатова [137], Л.А. Проянковой [135,136], А.А. Якуты [179].

Значительное число работ посвящено также формированию экспериментальных умений учащихся в рамках целостного учебного процесса по физике (Е.С. Дементьева [43], Е.С. Кодикова [77], Е.С. Кошечева [78]). Однако все перечисленные исследователи не учитывали требований ФГОС основного и среднего общего образования, в ходе реализации которых может быть разработана новая методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике.

Сказанное выше выявляет следующие **противоречия**:

1. *на социально-педагогическом уровне* – между растущим уровнем требований к организации учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента и реальным падением его роли в школьном процессе обучения физике;

2. *на научно-методическом уровне* – между задачами, определенными ФГОС основного и среднего общего образования, и недостаточной разработкой новых методик обучения, ориентированных на самостоятельное приобретение учащимися новых знаний и умений средствами школьного физического эксперимента.

Эти противоречия обуславливают **актуальность диссертационного исследования** на тему «**Методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике в условиях реализации ФГОС**», проблемой которого является поиск ответа на вопрос: «Какой должна быть методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, обеспечивающая эффективность учебного процесса в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования?»

Объектом исследования является процесс обучения учащихся основной и средней школы экспериментальной деятельности по физике.

Предмет исследования – методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике в условиях реализации ФГОС.

Цель исследования состоит в обосновании, разработке и реализации методики обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, соответствующей требованиям ФГОС основного и среднего общего образования.

Гипотеза исследования: повышение эффективности обучения физике и достижение учащимися уровня усвоения физического содержания, соответствующего требованиям ФГОС, возможно, если:

– методическая система обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике основывается на системно-деятельностном подходе в обучении физике;

– в основу методики обучения экспериментальной деятельности по физике будет положена деятельность учащихся по приобретению новых знаний на основе школьного физического эксперимента, в которой они усваивают не только содержание, но и процесс получения нового познавательного результата;

– оценка повышения эффективности обучения физике связана с увеличением количества учащихся, вышедших на более высокие уровни усвоения физического содержания.

В соответствии с целью и гипотезой исследования были поставлены следующие **задачи**:

1. Выделить основные требования ФГОС к результатам освоения основной образовательной программы по физике, сопоставить с практикой применения школьного физического эксперимента в школах.

2. Определить новую систему уровней усвоения физического содержания учащимися, исходя из требований ФГОС основного и среднего общего образования.

3. Спроектировать модель методической системы обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике в условиях реализации ФГОС.

4. Разработать методику обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, обеспечивающую повышение эффективности учебного процесса в соответствии с требованиями ФГОС.

5. Разработать новые демонстрационные и лабораторные эксперименты для реализации предложенной методики.

6. Провести экспериментальную проверку повышения эффективности учебного процесса при реализации предложенной методики.

Для решения поставленных задач были использованы следующие **методы исследования:**

1. Теоретические – изучение и анализ научно-методической литературы: монографий, специализированных журналов, трудов и сборников тезисов научных конференций по проблеме исследования, диссертационных исследований, изучение и анализ Федерального государственного образовательного стандарта, применение метода моделирования и методов математической статистики.

2. Эмпирические – анкетирование учителей физики, тестирование обучающихся, оценка диагностических работ школьников, проектирование и конструирование экспериментальных установок, внедрение методики обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, проведение педагогического эксперимента.

Теоретико-методологическую основу исследования составляют:

– психолого-педагогические представления о процессе обучения, его структуре, роли деятельности учащихся (Л.С. Выготский [25,26,27], В.В. Давыдов [39,40,41], Л.В. Занков [52], Н.А. Менчинская [102], Н.Ф. Талызина [155] и др.);

– работы в области эффективности учебной деятельности учащихся на уроках физики (С.Е. Каменецкий [67,68,69], О.В. Лебедева [84,85,86,87], Л.А. Прояненко [135, 136], Н.С. Пурышева [138,157,158], В.Г. Разумовский [139,140,141,142,143], Ю.А. Сауров [146,147,148], Н.В. Шаронова [172,173] и др.);

– теория и методика организации школьного физического эксперимента (Л.И. Анциферов [4,5,6,132], В.А. Буров [17,18,162], И.В. Гребенев [32,33,34,35,36], О.Ф. Кабардин [60,61,62], В.В. Майер [92,93,94], Н.Я. Молотков [103,104], Г.Г. Никифоров [109,110,111,112,162], Е.С. Объедков [114,115], А.А. Покровский [122], Н.М. Шахмаев [174,175] и др.);

– деятельностный подход в обучении (В.С. Данюшенков [42], Т.Н. Шамало [167,168,169] и др.).

Исследование проводилось в 2010-2017 г.г. на базе общеобразовательных школ города Нижнего Новгорода: МАОУ «Школа № 172», МБОУ «Школа № 20», МБОУ «Гимназия № 50», МБОУ «Лицей № 40», МБОУ СОШ «Школа № 74 с углубленным изучением отдельных предметов», МАОУ «Школа № 139». Исследование проводилось в рамках проекта 27.5530.2017/БЧ базовой части государственного задания Минобрнауки РФ.

Научная новизна исследования заключается в том, что:

1) обоснована целесообразность и возможность обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, соответствующей требованиям ФГОС;

2) определен критерий оценки эффективности учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента, состоящий в увеличении количества учащихся, вышедших на более высокие уровни усвоения нового физического содержания;

3) описана методическая система обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, включающая следующие компоненты: целевой, содержательный, организационно-деятельностный и диагностический;

4) разработана методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, основанная на реализации системно-деятельностного подхода с использованием школьного физического эксперимента. В основе методики лежит деятельность учащихся по усвоению не только содержания, но и процесса получения нового познавательного результата;

5) предложена модель учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента, которая позволяет учителю эффективно организовать процесс обучения физики в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования. Реализация предложенной модели учебного процесса осуществляется с помощью

разработанного нами алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента, включающего в себя следующие этапы: предметных действий, дидактический, методический, рефлексивный;

б) предложен набор методических рекомендаций по организации школьного физического эксперимента, позволяющий учителю самостоятельно подбирать/разрабатывать эксперимент, который дает возможность организации максимальной познавательной деятельности учащихся, направленной на усвоение нового физического содержания.

Теоретическая значимость исследования определяется вкладом в теорию и методику обучения физике, в частности, в теорию и методику обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике за счет:

– выделения новой системы уровней усвоения физического содержания учащимися, позволяющей оценить эффективность учебного процесса в соответствии с требованиями ФГОС;

– разработки модели методической системы обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, реализующей системно-деятельностный подход при применении школьного физического эксперимента в учебном процессе.

Практическая значимость исследования заключается в том, что:

– предложен алгоритм деятельности учителя по конструированию учебного процесса по физике;

– разработаны девять новых опытов на основе предложенной методики, позволяющих организовать демонстрационные эксперименты, лабораторные работы, занятия практикума, а также учебно-исследовательскую деятельность;

– предложены методические разработки уроков на основе школьного физического эксперимента в соответствии с описанной методикой;

– разработаны диагностические материалы для изучения динамики достижения учащимися уровней усвоения нового физического содержания, позволяющие оценить эффективность учебного процесса по физике.

Положения, выносимые на защиту:

1. Организация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе по физике в рамках системно-деятельностного подхода предполагает последовательное достижение школьниками следующих уровней усвоения нового физического содержания:

- усвоение знаний;
- усвоение способа деятельности;
- усвоение способа получения знаний;
- получение нового знания в самостоятельной деятельности по применению способа получения знаний.

Увеличение количества учащихся, вышедших на более высокие уровни усвоения нового физического содержания, является критерием эффективности учебного процесса по физике.

2. Реализация системно-деятельностного подхода в обучении физике обеспечивается разработанной методической системой обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, включающей в себя следующие компоненты: целевой, содержательный, организационно-деятельностный и диагностический.

3. Разработанная методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике включает в себя:

- модель учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента;
- алгоритм деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента, включающий следующие этапы: предметных действий, дидактический, методический, рефлексивный;
- систему методических рекомендаций по организации школьного физического эксперимента, значительно расширяющую возможности учителя извлечь из опыта максимально возможное физическое содержание для усвоения

учащимися и организовать самостоятельную познавательную деятельность школьников.

4. Применение разработанной в ходе исследования методики обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике приводит к статистически достоверному повышению эффективности обучения физике, а именно, к увеличению количества учащихся, вышедших на более высокие уровни усвоения нового физического содержания, в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается опорой на современные достижения в методических, дидактических, психолого-педагогических исследованиях; использованием методов исследования, адекватных поставленным целям и задачам; участием большого числа учителей и учащихся общеобразовательных школ г. Нижнего Новгорода; применением методов математической статистики для обработки результатов педагогического исследования; положительными экспертными оценками и результатами проведенного педагогического эксперимента.

Апробация результатов исследования осуществлялась в виде докладов и выступлений:

– на Международных научно-практических, научно-методических и научно-технических конференциях: «Информационные системы и технологии ИСТ» (Нижний Новгород, 2008), «Физическое образование: проблемы и перспективы развития», (Москва, 2008, 2009, 2010, 2014), «Dny vedy-2014» (Praha, 2014), «Актуальные проблемы обучения физике в средней и высшей школах» (Москва, 2014), «Герценовские чтения» (Санкт-Петербург, 2014, 2015), «Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития» (Москва, 2016).

– на Всероссийских научно-практических конференциях: «Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения» (Глазов, 2010-2017), «Новые педагогические технологии: содержание,

управление, методика» (Нижний Новгород, 2013), «Модели и моделирование в методике обучения физике» (Киров, 2013, 2016), «Преподавание математики, физики, информатики в вузах и школах: проблемы содержания, технологии и методики» (Глазов, 2015), «Преподавание физико-математических и естественных наук в школе. Традиции и инновации» (Нижний Новгород, 2017);

– на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Артемовские чтения» (Пенза, 2009);

– на форуме молодых педагогов России «Учитель будущего» (Тихвин, 2015).

Внедрение результатов диссертационного исследования осуществлялось в МАОУ «Школа № 172», МБОУ СОШ «Школа № 74 с углубленным изучением отдельных предметов», МБОУ «Гимназия № 50», физико-математическая школа при физическом факультете Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Структура диссертации: диссертационное исследование объемом 185 страницы основного текста состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 190 наименований, и 7 приложений; содержит 16 таблиц, 51 рисунок.

Основные положения диссертационного исследования изложены в следующих публикациях автора:

Публикации в изданиях, включенных в перечень ВАК

1. Полушкина, С.В. Школьный физический эксперимент в формировании закона сохранения импульса / С.В. Полушкина // Наука и школа. – 2008. – т №5. – С. 48-49. (0,17 п.л.)

2. Полушкина, С.В. Учебный эксперимент в организации познавательной деятельности учащихся / С.В. Полушкина // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – Н.Новгород, 2010. – Вып. №5-2. – С. 407-410. (0,48 п.л.)

3. Полушкина, С.В. Методическая эффективность школьного физического эксперимента / И.В. Гребенев, С.В. Полушкина // Школа будущего. – 2012. - №3. – С. 14-18. (0,32 п.л.)

4. Полушкина, С.В. Подготовка учителя к эффективному использованию эксперимента в вариативной методической ситуации / С.В. Полушкина // Нижегородское образование. – 2013. - №2. – С. 135-140. (0,72 п.л.)
5. Полушкина, С.В. Методические рекомендации по организации эффективного усвоения физического содержания на основе эксперимента /С.В. Полушкина // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – Н.Новгород, 2013. – Вып. №5-2. – С. 163-165. (0,12 п.л.)
6. Полушкина, С.В. Алгоритм конструирования учебного процесса на основе учебного физического эксперимента / П.В. Казарин, С.В. Полушкина// Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Сер. «Социальные науки». – Н.Новгород, 2016. – Вып. №1(41). – С. 185-190. (0,72 п.л.)
7. Полушкина, С.В. Демонстрационная установка для изучения свойств насыщенного пара / С.В. Полушкина// Физика в школе. – 2017. - №6. – С. 36-40 (0,32 п.л.)

Научные статьи и материалы конференций

8. Полушкина, С.В. Методические следствия принципа научности при применении школьного физического эксперимента / И.В. Гребенев, С.В. Полушкина // VIII Международная научная конференция «Физическое образование: проблемы и перспективы развития» г. Москва, Факультет физики и информационных технологий, МПГУ, 2009. – С. 34-37. (0,2 п.л.)
9. Полушкина, С.В. Принципы применения школьного физического эксперимента / С.В. Полушкина // Современное образование: научные подходы, опыт, проблемы, перспективы: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Артемовские чтения» / Под общей редакцией доктора педагогических наук, профессора М.А. Родионова – Пенза, 2009. – Т.2. – С. 71-75. (0,3 п.л.)
10. Полушкина, С.В. Методика измерения индуктивности проводника в школьном физическом практикуме/ С.В. Полушкина // Физический эксперимент в учебном процессе. Учебное пособие / Под редакцией д.п.н. Гребенева И.В. – Н. Новгород: Изд. НЦНО. – 2009. – С.70-74. (0,45 п.л.)

11. Полушкина, С.В. Методические рекомендации по организации школьного физического эксперимента /С.В. Полушкина // Материалы пятнадцатой Всероссийской конференции «Учебный физический эксперимент. Актуальные проблемы. Современные решения». Глазов.– 2010.– С.17-18(0,15 п.л.)

12. Полушкина, С.В. Повышение эффективности школьного физического эксперимента по измерению индуктивности катушки /С.В. Полушкина // Материалы IX Международной научно-методической конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития». Часть 1. Москва, 2010. – С.120-123. (0,2 п.л.)

13. Полушкина, С.В. Роль принципа научности в организации школьного физического эксперимента/С.В. Полушкина//Научно-практический журнал Российской академии образования «Учебная физика» № 5. – 2010.– С.61-66. (0,34 п.л.)

14. Полушкина, С.В. Методические рекомендации по организации эффективного усвоения физического содержания на основе эксперимента / С.В. Полушкина // Материалы пятнадцатой Всероссийской конференции «Учебный физический эксперимент. Актуальные проблемы. Современные решения». – Глазов, 2013. – С.17-18. (0,15 п.л.)

15. Полушкина, С.В. Моделирование учебного процесса по физике на основе учебного эксперимента / С.В. Полушкина, П.В. Казарин // Материалы VI Всероссийской научно-теоретической конференции «Модели и моделирование в методике обучения физике». – Киров, 2013. – С. 36-39. (0,23 п.л.)

16. Полушкина, С.В. Методическая эффективность школьного физического эксперимента /С.В. Полушкина // Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения: Программа и материалы девятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. – Глазов: ГГПИ, 2014. – С. 14-17. (0,05 п.л.)

17. Полушкина, С.В. Система экспериментов по курсу механики / С.В. Полушкина // Материалы XIII Международной научно-методической

конференции «Физическое образование: проблемы и перспективы развития». Часть 2. – Москва, МПГУ, 2014. – С. 158-159. (0,05 п.л.)

18. Полушкина, С.В. Подготовка учителя физики к эффективному использованию эксперимента в вариативной физической ситуации /С.В. Полушкина, И.В. Гребенев // Praga, Publishing house "Education and science", 112 stran/ DNY VEDY -2014. – С. 99-107. (0,45 п.л.)

19. Полушкина, С.В. Учебный эксперимент как средство усвоения физических знаний учащихся / С.В. Полушкина // Научно-практический журнал Российской академии образования «Учебная физика». № 1. – 2015. – С. 45-49. (0,25 п.л.)

20. Полушкина, С.В. Проектная деятельность как средство реализации требований ФГОС на уроках физики / И.В. Гребенев, С.В. Полушкина // Актуальные проблемы обучения физике в средней и высшей школе: Программа и материалы международной научно-практической конференции «Герценовские чтения». - 13-14 мая.: СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена. – 2015. – С. 28-29. (0,17 п.л.)

21. Полушкина, С.В. Роль школьного физического эксперимента при реализации нового образовательного стандарта / С.В. Полушкина // Материалы XXII Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы учебного физического эксперимента». М.: ИСМО РАО, Выпуск 25. –2015.– С. 51. (0,05 п.л.)

22. Полушкина, С.В. Колебательная система с двумя степенями свободы - объект учебно-исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в профильной школе /И.В. Гребенев, С.В. Полушкина // Преподавание математики, физики, информатики в вузах и школах: проблемы содержания, технологии и методики. Материалы V Всероссийской науч.-прак. Конференции. – Глазов: ООО "Глазовская типография", 2015. - С. 152-157. (0,32 п.л.)

23. Полушкина, С.В. Экспериментальная основа изучения процесса протекания электрического тока через конденсатор /С.В. Полушкина// Материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы учебного физического образования». М.: ИСРО РАО, Выпуск 26 –2016.–С. 45-46. (0,17 п.л.)

24. Полушкина, С.В. Школьный физический эксперимент в условиях введения ФГОС/С.В. Полушкина // Материалы XXII Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы учебного физического эксперимента». М.: ИСРО РАО, Выпуск 27. – 2017.– С 49-51. (0,1 п.л.)

25. Полушкина, С.В. Школьный физический эксперимент как средство повышение эффективности обучения физике в условиях введения ФГОС /С.В. Полушкина // Материалы Всероссийской научно-методической конференции «Преподавание физико-математических и естественных наук в школе. Традиции и инновации», Н. Новгород: ННГУ. – 2017.– С. 101. (0,05 п.л.)

Учебно-методическое пособие

26. Практикум по физике для профильной школы. Авторы: Гребенев И.В., Лебедева О.В., Полушкина С.В., Портнов В.Н. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 93 с. (авт. вклад 0,5 п.л.)

Основная часть

Глава 1 Школьный физический эксперимент, проблемы и задачи развития

1.1 История становления школьного физического эксперимента в России

Преподавание физики в школах России насчитывает более 350 лет. Однако физика как самостоятельный учебный предмет получила признание лишь в конце XVIII века. С введением физики в российских школах возникла потребность в разработке вопросов методики ее преподавания. Начало этому положили М. В. Ломоносов, М. Е. Головин, П. И. Гиляровский, идеи которых нашли в дальнейшем полную поддержку и развитие в России.

В первое время значение физики как учебного предмета недооценивалось. Только в конце XIX — начале XX века под влиянием успехов науки и техники положение резко изменилось – роль физики в школах увеличилась.

На первом этапе изучалась преимущественно «приборная физика», разрабатывались практические методы обучения, появились первые методические руководства по проведению практических работ, сформировалось понимание учителей и учащихся, что эксперимент является неотъемлемой составляющей школьного обучения физике [47,30,58,73]. Научные статьи тех времен были посвящены демонстрационным опытам, экспериментальным исследованиям и лабораторным занятиям. В работе А.В. Ельцова встречается упоминание одной из первых учебных программ, в которой было сказано, что «...законы физики должны выводиться только из опытов, путем более наглядным, а, следовательно, и более легким. Преподавание физики, как науки опытной, без инструментов и приборов для производства опытов, немыслимо» [49, с. 115].

В своей работе 1834 года «Начальные основания физики» Н.Т. Щеглов также затрагивает необходимость использования физических приборов и установок в школьном кабинете физики, «для того, чтобы показывать учащимся те явления природы, на коих разум надежно может основывать свои суждения,

так и для того, чтобы учащийся мог усовершенствовать свои познания в действиях сил природы, делать исследования, и проверять открытия других» [177, с. 2]. Фактически автор впервые производит разделение практических методов обучения в средней школе на демонстрации физических явлений ученикам и выполнение опытов учениками самостоятельно.

В истории становления школьного физического эксперимента в начале XX века большую роль сыграл ряд известных русских ученых и методистов: О.Д. Хвольсон, И.И. Боргман, В.В. Лермантов, К.В. Дубровский, В.Л. Розенберг, Н.С. Дрентельн, П.А. Знаменский и многие другие. Ими было разработано множество приборов и методических пособий по их применению, имевших главным образом не научное, а учебное применение.

В дореволюционный период в России довольно активно разрабатывались вопросы методики и техники выполнения демонстрационного и лабораторного эксперимента. Однако о развитии творческих способностей учащихся говорится в трудах лишь некоторых ученых. Только среди преподавателей гимназий была распространена практика привлечения способных к физике учеников к подготовке демонстраций изучаемых явлений. «Каждый вызванный на уроке ученик обязан был не только подробно объяснить теорию, лежащую в основе данного физического прибора, но, взяв в руки самый прибор, показать его устройство, разобрать его, как говорится по ниточке, а затем произвести с ним опыт» [24, с. 24]. Из таких учеников-ассистентов вышли всемирно известные В.К. Зворыкин и Л.В. Курчевский.

По мнению М.А. Бражникова [14] практические методы обучения физике на начальном этапе становления можно представить следующим образом:



Рис. 1. Практические методы обучения физике на начальном этапе становления по М.А. Бражникову

Из схемы видно, что деятельность учеников основывается на методических разработках учителя, однако имеет место и обратная взаимосвязь ученика с учителем. Очевидно, что помощь учеников-ассистентов является прообразом современной проектно-исследовательской деятельности.

В книге В.В. Лермантова «Методика физики и содержание приборов в исправности», вышедшей в 1907 году, автор отмечает нецелесообразность использования такого практического метода обучения, как лабораторные работы. «К сожалению, у нас этот метод преподавания еще далеко не выработан, и пока еще нельзя всецело на нем основывать преподавание физики. Главное затруднение во времени, в деньгах и недостатке подготовленных учителей. Поэтому пусть основные опыты покажет и объяснит учитель в классе. На это уйдет меньше времени, и внимание учеников может быть надлежащим образом направлено», - пишет автор [90, с. 124].

П.А. Знаменский – основоположник отечественной методики физики, напротив, главным вопросом в преподавании физики считал вопрос организации лабораторных работ в средней школе. В 1910 году вышла его первая печатная работа «Практические занятия по физике для учащихся средней школы». Другая его книга, изданная в 1930 году, «Лабораторные занятия по физике», включавшая около 600 лабораторных работ, значительно облегчала задачу организации

лабораторных занятий. В ней содержалось также детальное описание различных приборов, их размеров и способов применения, литература для каждого раздела, указания по оценке точности измерений, предполагаемые результаты, списки различных веществ и инструментов для мастерской при физической лаборатории [56].

За новые прогрессивные методы преподавания физики, в частности, за методы, основанные на лабораторных занятиях, выступал Н.В. Кашин. В своих учебниках «Лабораторный курс физики» и «Методика физики» [74,75] автор подробно обосновывает необходимость постановки лабораторных работ и классного эксперимента по физике как важнейших методов обучения.

В постреволюционный период физика «была поставлена на должную высоту», однако главная роль в развитии государства была возложена на поднятие производства. Изучение теоретических основ физики часто заменялось производственными вопросами. Складывались черты школы политехнического типа, отвечающей нуждам народного хозяйства.

Над разработками новых экспериментов, приборов, методических пособий продолжали работать Д.Д. Галанин, А.В. Цингер, А.В. Павша, С.Н. Жарков, Е.Н. Горячкин, Ф.Н. Красиков и другие методисты. Так Ф.Н. Красиковым в 1923 году была опубликована работа «Упрощенные приборы по физике и опыты с ними». Автор приводит примеры приборов, которые могут быть изготовлены учащимися самостоятельно под руководством преподавателя [79].

В 30-е годы заметно усилилась исследовательская работа по методике физики. Новыми задачами и целями советской школы являлись — улучшение практической подготовки учащихся, проблема политехнического обучения в преподавании физики, связь обучения с жизнью, совершенствование школьных программ и учебников физики, разработка системы школьного физического эксперимента.

Важным этапом в развитии учебного демонстрационного эксперимента стало появление в 1934-1941 гг. фундаментального труда московских методистов Д. Д. Галанина, Е. Н. Горячкина, С. Н. Жаркова, Д. И. Сахарова, А. В. Павши

«Физический эксперимент в школе» [28]. Особенностью представленного методического руководства является описание значительного количества демонстрационных опытов прикладного характера, которые знакомят учащихся с практическими применениями физических явлений и законов, физическими принципами устройства приборов. В отборе опытов прослеживается логическая связь с содержанием и последовательностью изложения изучаемого материала в учебниках, программах и методических пособиях того времени. В основу демонстрационных опытов положена иллюстративная функция рассказа учителя. Углубление и развитие знаний, по мнению авторов, возможно только при выполнении лабораторных работ или работ практикума.

В пособии авторы отмечают необходимость разработки «опытов, представляющих собой экспериментальные задачи, которые помогают углубленному пониманию изучаемого материала и развивают физическое мышление» [14, с. 115], опытов, способствующих развитию творческих способностей школьников. Однако содержание, методика постановки и подбор таких опытов в руководстве не представлены.

Большой вклад по внедрению демонстрационного и лабораторного экспериментов в школьный процесс обучения физике внес А.В. Перышкин – автор многих учебников по физике, по которым продолжают учиться и современные школьники [117,118,119,]. В течение нескольких лет учебники А.В. Перышкина переиздавались, редактировались, но все они излагались доступно, интересно и с широким применением эксперимента.

В связи с введением новых программ по физике в 60—70-х годах потребовалось создание новых форм и методов обучения физике. Советские методисты-физики внесли весомый вклад в совершенствование структуры и методики уроков физики различных типов; одновременно с этим разрабатывались новые формы уроков, одними из которых стали занятия физического практикума.

Как видно из таблицы 1, представленной в пособии для учителей (1970 года) [134, с. 257], при отборе физического эксперимента для различных

классов учитывались возрастные особенности учащихся, и работы физического практикума проводились только в старших классах.

Таблица 1. Распределение по классам различных видов учебного эксперимента

<i>Виды учебного физического эксперимента</i>	<i>Классы</i>					<i>Всего</i>
	VI	VII	VIII	IX	X	
	Число					
Демонстрационные опыты	42	51	29	65	74	261
Фронтальные лабораторные работы	7	14	6	5	8	40
Физический практикум	-	-	5	8	10	23
Наглядное пособие (кинофильмы, кинокольцовки)	4	9	7	6	6	32

Результаты исследований, посвященных разработкам системы школьного физического эксперимента (демонстрации, лабораторные работы, физический практикум, экспериментальные задачи и фронтальные опыты), обобщены в ряде книг А.А. Покровского: «Физический практикум в средней школе», «Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы», и др.[122, 45].

К концу 70-х годов Д. Колб, опираясь на психологические и психолого-педагогические представления Д. Дьюи, К. Левина, и Ж. Пиаже, предложил обобщенную модель обучения, основанную на собственном опыте учащегося, приобретенного в процессе экспериментирования [185]. "Обучение является процессом, при котором знание создается путем преобразования опыта" [185, с. 38]

Однако в новых советских программах появляется определенный перечень демонстрационных опытов, наглядных пособий и лабораторных работ по каждой теме, которые должны быть обязательно выполнены учащимися. Так называемый обязательный минимум опытов, фактически привел к снижению разработок новых опытов, приборов и развития техники школьного физического эксперимента, что сковало творческую инициативу учителя. Произошло

увеличение числа демонстрационных опытов, которые, зачастую, лишь иллюстрировали рассказ учителя. Лабораторные работы проводились, в основном, репродуктивным методом, по готовым описаниям.

После десяти лет работы по новой программе методистами и учителями страны были выявлены её недостатки, которые были учтены при разработке усовершенствованной программы по физике 1981 года. Новшеством являлось – совершенствование уроков физики и методов обучения в свете проблемы активизации познавательной деятельности учащихся и развивающего обучения, включение в систему учебно-физического эксперимента лабораторных работ исследовательского характера.

Пути решения перечисленных задач были освещены в книге С.А. Хорошавина, в которой подробно представлено значение, роль и место демонстрационного и лабораторного экспериментов в условиях реформирования программ образования [163]. Успешность проведения школьного физического эксперимента автор определяет в принципе «соответствия содержания демонстрационного эксперимента содержанию учебного материала». Автор пишет: «В тех случаях, когда содержание и последовательность демонстрируемых опытов определены содержанием и последовательностью изложения изучаемого материала, мы имеем не набор демонстрационных опытов, не пассивные иллюстрации к слову учителя, а систему обучающего демонстрационного эксперимента» [163, с. 98]

Целесообразность развития умений учащихся самостоятельно пополнять знания и проводить экспериментальные работы отмечена в работе Ю.А. Дика «Проблемы и основные направления развития школьного физического образования в Российской Федерации» [46]. Автор пишет: «Ценность школьного эксперимента будет тем выше, чем больше избранный метод изучения явления приближается к методам научных исследований». Выдвинутый тезис полностью коррелирует с положениями нового федерального государственного стандарта.

Существенное место вопросам методики и техники школьного физического эксперимента отведено в работах В.Г. Разумовского, посвященных проблемам формирования творческих способностей учащихся [141,142,154].

На современном этапе развития учебного эксперимента число новых, интересных и эффективных экспериментов очень велико, однако заинтересованность учителей в использовании эксперимента сильно уменьшается.

Большой вклад в теорию и практику физического эксперимента вносят В.В. Майер и Е.И. Вараксина. Журнал «Учебная физика» (гл. ред. В.В. Майер), издаваемый с 1997г., содержит колоссальный объем информации по различным аспектам учебного физического эксперимента. Хотелось бы отметить значительное количество диссертационных исследований, проведенных под руководством проф. Майера, посвященных проблемам физического эксперимента по физике в средней и высшей школе [71, 166, 165].

Роль активного экспериментирования в учебном процессе детально описана Ю.А. Сауровым и реализована им в разнообразных моделях уроков [146].

Описание большого количества установок, вариантов опытов, имеющихся к настоящему времени, дает широкую возможность учителю в их выборе. Однако многие из учителей, сталкиваясь с проблемой необходимости самостоятельного проектирования и моделирования учебного процесса с использованием эксперимента, просто исключают его из урочной деятельности. Это связано, на наш взгляд, с различными причинами, одними из которых являются: недостаток профессиональной подготовленности учителя, сложность подбора необходимых экспериментов, кажущаяся возможность получить тот же образовательный результат в режиме *chalk and talk*.

1.2 Проблемы планирования и организации эксперимента при обучении физике в школе

В профессиональной деятельности учителя физики есть ряд специфических аспектов, задаваемых в первую очередь связью с базовыми основами изучаемой науки – это решение задач, выполнение практических самостоятельных исследовательских работ, работа с учебником, и, самое главное, школьный физический эксперимент. Эксперимент является одним из главных компонентов содержания обучения физике. Он включает большинство физических исследовательских методов и идей, усвоение которых способствует развитию у учащихся творческих способностей, помогает заложить основу для дальнейшей самостоятельной учебно-исследовательской деятельности.

Несмотря на то, что физика это основа многих естественных наук, составляющих базу научного мировоззрения, и жизненно необходима для получения инженерного образования, однако за последнее десятилетие именно физика подверглась усечению в базовом варианте учебного плана до двух часов в неделю, а в гуманитарных классах – до одного.

Результаты проведенного констатирующего этапа педагогического эксперимента и анкетирование учителей позволяют утверждать, что многие из названных выше компонентов профессиональной деятельности учителей физики подвергаются редукции в различной степени. Инерция учительского труда не позволяет существенно уменьшить на уроке рассказ учителя, а необходимость в подготовке к ЕГЭ (хотя бы части учеников) определяет минимальное время, отведенное на решение задач. Все это приводит к тому, что учебный физический эксперимент, во-первых, «вымывается» из учебного процесса, а во-вторых, если и остается, то в варианте минимальных затрат времени, методических усилий учителя и реальной познавательной деятельности учащихся на его основе.

Б.С. Зворыкин справедливо замечал, что если бы не огромные временные и материальные затраты, то «...высшей формой учебной деятельности следовало бы признать фронтальные опыты и наблюдения», т.к. они дают «возможность

вовлечь в познавательную деятельность учащихся все органы чувств и тем самым максимально активизировать ее...» [55, с. 10].

В большей степени усечение коснулось лабораторного эксперимента, который свелся до воспроизведения эксперимента по готовой схеме, описанной в учебнике, а также практикума, который полностью исчез из учебной деятельности учителя и учащихся.

Наши выводы подтверждены в диссертации Ю.Д. Пулатова [137], который еще в 1984 г. обращает внимание на недостаточность использования физического демонстрационного эксперимента в учебном процессе. В своем исследовании автор отмечает, что «...значительное число учителей физики не показывают в полном объеме обязательные демонстрационные опыты, указанные в действующей программе; важные физические понятия вводятся без должной опоры на демонстрационный эксперимент; не все стороны явлений, свойства понятия раскрываются в демонстрационном эксперименте» [137, с. 7].

Диссертация Ю.Д. Пулатова освещает дидактические и методические аспекты деятельности учащихся в ходе демонстрационного эксперимента. Мы согласны с выводом автора о низком педагогическом эффекте учебного физического эксперимента в том смысле, что объем и уровень усвоения важного физического содержания не соответствует временным и интеллектуальным затратам учителя на его подготовку, а для многих учащихся эксперимент является просто кратковременным «явлением» на уроках физики.

Среди описанных требований к методике и технике проведения эксперимента Ю.Д. Пулатов выделяет необходимость обсуждения с учащимися увиденного, а также постановки серии вопросов, которые помогли бы им сделать правильные выводы из предложенной демонстрации. Выполнение предложенных требований позволяет организовать познавательную деятельность учащихся на основе демонстрационного эксперимента.

Также автор в своей работе приводит рекомендации, которые позволяют «...без дополнительного оборудования и дополнительных затрат времени на подготовку и постановку опытов осуществить достаточно продолжительный

показ демонстраций, познакомить учащихся с явлением со всех сторон, рассмотреть все его варианты, учащиеся не только увидят явление и услышат его объяснение, а будут познавать явление, его сущность в процессе самостоятельной познавательной деятельности» [137, с. 80].

Таким образом, Ю.Д. Пулатов обосновал необходимость организации познавательной деятельности при проведении эксперимента и показал связь её с реализуемыми методами обучения.

А.М. Арсланбеков [7] и Л.И. Калакин [65] в своих исследованиях также отмечают, что учителя школ не уделяют должного внимания физическим опытам и демонстрациям. По мнению авторов, совершенствования учебного физического эксперимента следует добиваться как постановкой новых опытов, так и усилением доли опытов, фронтальных лабораторных работ и работ физического практикума.

Для увеличения количества физических экспериментов на уроках физики и экспериментальных упражнений, необходимых для формирования практических навыков учащихся, Д.В. Ананьев [1], например, предлагает предварять лабораторные работы дополнительным фронтальным лабораторным исследованием, проводящимся на том же оборудовании и являющимся составной частью объяснения материала. Это, по мнению автора, позволяет избежать технологических проблем обращения с приборами, а также сосредоточить внимание учащихся на физической сути явлений.

Анализируя диссертации последних лет, можно отметить, что многие исследователи озадачены вопросом эффективности школьного физического эксперимента и предлагают различные пути решения этой проблемы. Так, например, М.О. Верховцева [23] связывает сложившуюся тенденцию с отсутствием целостной методической системы учебного физического эксперимента с использованием современного (в том числе цифрового) оборудования.

Т.Е. Балабанова [11] отмечает недостаточный уровень экспериментальной подготовки выпускников основной школы. По мнению автора, проблема, отчасти,

заключается в недостаточном вовлечении учащихся в экспериментальную деятельность, поскольку доля самостоятельности при проведении эксперимента невелика, а деятельность учащихся носит, в основном, исполнительный характер. Однако идея о повышении эффективности учебного эксперимента за счет организации «индивидуальных рабочих мест учащихся (ИРМУ) и модульных блоков, составляющих индивидуальную физическую минилабораторию» [7, с. 53], может быть реализована в достаточно ограниченном количестве школ в силу отсутствия должного финансирования и скудной оснащённости кабинетов физики.

В исследовании С.П. Жакина проанализированы проблемы развития демонстрационного эксперимента в связи с внедрением развивающего обучения и показаны пути его совершенствования. Демонстрационный эксперимент должен «...выполнять не только обучающую, но и развивающую функции, т.е. способность активизации мышления, наблюдательности, развития творческого воображения учащихся» [50, с. 4]

Анализ деятельности учителей, проведенный С.П. Жакиным, позволяет утверждать, что:

1. оснащённость школьных физических кабинетов находится на низком уровне;
2. демонстрационный эксперимент используется только в качестве иллюстрации к рассказу учителя;
3. учащиеся при проведении эксперимента только наблюдают и фиксируют результаты наблюдений, что говорит о низкой эффективности познавательной деятельности учащихся, в силу того, что даже безупречно поставленный опыт не вызовет интерес учащихся, если они не участвуют в обсуждении и объяснении результатов эксперимента, а эффект демонстрации будет минимальным.

В работах А.А. Якуты [179], А.В. Ельцова [49], для решения рассматриваемой проблемы, предложены новые приборы и примеры их применения. В частности, А.В. Ельцовым разработан новый приборный комплекс, способствующий реализации интегративного подхода к школьному физическому

эксперименту. Важным выводом работы является необходимость сделать вариативными большинство учебных экспериментов, согласно учебным пособиям различных авторов, включая экспериментальные методики [49]. Автором разработаны рекомендации по организации и проведению современных демонстрационных экспериментов, разноуровневых фронтальных работ и автоматизированных работ физического практикума.

В диссертационных исследованиях О.М.Дружининой [48], Г.А.Захарова [54] рассматривается вариативность проведения фронтальных лабораторных работ в старших классах.

Однако И.В. Малафеик говорит о том, что избыточное накопление экспериментов, приборной базы учебного процесса по физике во многих случаях затрудняет учителю обоснованный выбор варианта эксперимента для конкретного урока, а подготовка учителя к лабораторным занятиям по данной методике превращается в трудоемкий процесс [98, с. 12].

В классическом труде Е.Н. Горячкина [31] описан алгоритм деятельности учителя по использованию эксперимента в учебном процессе. Обратим внимание, что преподавателю рекомендуется начинать с анализа содержания изучаемого материала - *«что именно»*, из которого вытекает цель урока учебного процесса - *«для какой цели»*, определяется метод обучения в дидактическом плане - *«каким образом»*, и подбирается конкретная методика обучения - *«какими средствами»*. Разработанный нами подход к моделированию учебного процесса на основе школьного физического эксперимента опирается на идею Е.Н. Горячкина, в дальнейшем развитую И.В. Гребеневым [36].

Е.А. Румбештой показано, что *«...«приборный» принцип разработки учебного эксперимента пришел в противоречие с современной теорией учебной деятельности, так как регламентированный набор приборов ограничивает возможность выбора способа деятельности, препятствуя конструированию нового способа деятельности»* [145, с. 56], поэтому мы утверждаем в дальнейшем, что высокий уровень методической работы учителя связан не с использованием

известного набора стандартных экспериментов, а предполагает создание собственного варианта эффективного учебного эксперимента.

Аналогичная точка зрения представлена в работе А.Ю. Канаевой [70], которая посвящена важной теме организации учебного и научного познания при изучении основ физической оптики на основе физического эксперимента. Автор исходит из дидактической модели В.В. Майера «*условие-результат-анализ*», как наиболее отвечающей целям постановки учебного физического эксперимента в качестве средств организации учебного и научного познания[141]. На основе этой модели А.Ю. Канаевой разработан новый вариант школьного эксперимента по физической оптике, проведено дидактическое исследование каждого эксперимента и показана методическая эффективность разработанной системы.

В диссертациях Р.В. Майера [97] и И.А. Крутовой [80] рассматриваются эмпирические методы познания и накопления системы эмпирических знаний. И.А. Крутова в своей работе выделяет, что «при разработке системы демонстрационного эксперимента по теме необходимо сформулировать физические суждения, для создания которых на уроке необходим эксперимент, ... составить методические рекомендации по демонстрации каждого опыта» [80, с. 24]. Мы видим в этой логике фундаментальную роль физического содержания и обоснование необходимости применения учебного эксперимента. Автором показано, что для получения понятия о физическом явлении, научном факте, физическом объекте или физической величине необходимо провести исследование, в котором используются следующие методы: эксперимент, наблюдение, измерение, сравнения, анализ.

Большинство исследователей отмечают, что невозможно организовать успешное проведение физического эксперимента без соответствующей подготовки учителя. Проблемы формирования умений будущего учителя эффективно организовать и провести эксперимент рассмотрены в работах В.В. Смирнова [153], М.А. Павловой [116] и др.

В частности, М.А. Павлова отмечает, что одна из базовых компетенций будущего учителя физики связана с его деятельностью по использованию в

учебном процессе физического эксперимента, являющегося источником знаний, критерием достоверности физических закономерностей, средством развития мышления школьников и формирования их практических умений. Вариативность использования учебного оборудования в зависимости от целей урока не рассмотрена в стандартных учебных пособиях для педагогических вузов. Это приводит к формированию привычки копировать готовые разработки и не способствует развитию творческих элементов деятельности учителя.

В.В. Смирновым показано, что при существующей методике обучения в педагогическом вузе студенты затрудняются в формулировании цели экспериментального исследования и конечного продукта экспериментальной деятельности, не осознают необходимости последовательного выполнения ее общих этапов. Они затрудняются в применении теоретических положений физики для оценки параметров экспериментальной установки, приборов, технических устройств; предлагают метод обработки результатов только по инструкции. Поэтому и в практике школьной деятельности они недостаточно успешно реализуют методический потенциал демонстрационного оборудования для эффективного усвоения учащимися физического содержания.

Лишь одно учебно-методическое пособие для студентов и преподавателей физических факультетов педагогических вузов О.Г. Надеевой включает элементы формирования методического мышления будущих учителей физики, в котором четко выделены требования по организации школьного физического эксперимента, в частности, организация познавательной деятельности учащихся в ходе проведения опытов. Автор отмечает, что «умение осуществлять планирование, подготовку и проведение школьного физического эксперимента во многом определяет эффективность профессиональной деятельности учителя физики» [107, с. 4].

Новый уровень требований по отношению к самостоятельному конструированию учителем уроков с применением конкретного вида физического эксперимента используют в своей практике преподаватели Барнаульского педагогического университета [170,171]. Согласно, предложенной

методике, учитель, планируя лабораторный эксперимент по определенному разделу курса физики, обязан пройти ряд этапов, которые позволят более эффективно организовать учебный процесс. К таким этапам относятся: анализ с методологической точки зрения необходимого раздела физики; определение целей экспериментальных работ в анализируемом разделе; подбор возможных видов лабораторного эксперимента, способствующего достижению целей и формированию выделенного круга знаний и др.

Многочисленные диссертационные исследования, монографии, публикации в журналах, научно-методическая литература по школьному физическому эксперименту, подтверждают значимость школьного физического эксперимента. Г.Г. Никифоров [110] отмечает, что большинство физических понятий, законов вообще невозможно объяснить учащимся без проведения ключевых экспериментов и ключевых исследований. Автор проводит аналогию между ключевыми исследованиями и фундаментальными научными экспериментами, которые «повышают интерес к физике, позволяют учащимся лучше понять суть естественнонаучного метода познания, роль и место эксперимента в развитии физики» [111, с. 41]. Г.Г. Никифоров в своих статьях затрагивает проблему проверки экспериментальных умений выпускников на едином государственном экзамене по физике. Технология такой проверки заключается в использовании заданий с реальным лабораторным оборудованием, что повышает роль физического эксперимента в учебном процессе [112].

В ряде иностранных работ [180, 186, 187, 189, 190] также центральное место при изучении физики отводится физическому эксперименту. Выделяются важные аспекты обучения физике: проведение экспериментальных работ, связь физики с реальным миром и самостоятельная, развивающая деятельность учащихся [180].

Изменения, происходящие в школьном образовании, а именно переход на Федеральный государственный образовательный стандарт, делают еще более актуальным вопрос эффективности использования школьного эксперимента на уроках физики, а также позволяют выявить новые проблемы и противоречия. Среди них в исследовании Н.В. Андриевских [2] выделены несоответствия

«между зафиксированной в ФГОС ОО потребностью общества в компетентном выпускнике школы ... и недостаточным теоретическим обоснованием подходов к выбору механизмов, стимулирующих деятельность обучающихся по реализации требований ФГОС». Автором разработана практико-ориентированная структура и содержание процесса изучения отдельных вопросов курса физики, а также поэтапная структура урока с использованием физического эксперимента в условиях реализации требований ФГОС основного общего образования.

1.3 Основные требования по организации учебного процесса по физике на основе школьного физического эксперимента в условиях перехода на ФГОС основного и среднего общего образования

Современное образование в России переходит на Федеральный государственный образовательный стандарт основного и среднего общего образования (ФГОС), концептуальной основой которого является системно-деятельностный подход, обеспечивающий:

1. формирование готовности личности к саморазвитию и непрерывному образованию;
2. проектирование и конструирование социальной среды развития обучающихся в системе образования;
3. активную учебно-познавательную деятельность обучающихся;
4. построение образовательного процесса с учётом индивидуальных возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся и др. [160,161]

Системно-деятельностный подход не является совершенно новой методикой в образовании. Такое понятие было введено в 1985 году при объединении таких подходов как системный, который разрабатывался в исследованиях классиков отечественной науки (Б.Г.Ананьев, Б.Ф.Ломов), и деятельностный - его разрабатывали Л.С. Выготский, Л.В. Занков, А.Р. Лурия, Д.Б. Эльконин,

В.В.Давыдов и многие др.[8].

Особенностью системно-деятельностного подхода является положение о том, что главное место в образовательном процессе отводится активной, разносторонней и в максимальной степени самостоятельной познавательной деятельности учащихся. Такой способ организации учебно-познавательной деятельности обучаемых, при котором они являются не пассивными получателями информации, а сами активно участвуют в учебном процессе, обеспечивает ученику способность к самостоятельному усвоению новых знаний и умений, в том числе умение учиться, делать осознанный выбор, решать реальные жизненные проблемы.

Происходит смещение приоритетов в образовании – объяснительно-иллюстративный и репродуктивный метод работы замещается, по возможности, проблемным методом или исследовательским. Функция учителя при системно-деятельностном подходе проявляется в управлении процессом обучения: ориентация учащихся на самостоятельное освоение нового опыта, развитие их познавательных способностей, организация проблемных и поисковых ситуаций, активизация учебной деятельности, формирование универсальных учебных действий у учащихся.

Изменения, происходящие в школьном образовании с введением ФГОС основного и среднего общего образования, связаны с новыми требованиями к результатам освоения основной образовательной программы. Формулировки стандарта указывают реальные виды деятельности, которыми учащийся должен овладеть к концу обучения. К числу планируемых результатов, согласно новому образовательному стандарту, отнесены: личностные, метапредметные и предметные. Среди требуемых ФГОС результатов освоения учебного курса физики в рамках нашего исследования наиболее существенны следующие:

1) личностные результаты – самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;

2) метапредметные результаты – овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки

целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий; освоение приемов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;

3) предметные результаты – проведение наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, обрабатывать результаты измерений [160, 161].

С учетом требований ФГОС основного и среднего общего образования учитель является не единственным источником знаний, а организатором, помощником, консультантом. Такая форма обучения позволяет учащимся не получать знания в готовом виде, а добывать их самим в процессе собственной учебно-познавательной деятельности, в ходе которой они усваивают не только содержание, но и процесс получения нового познавательного результата.

Аналогичные требования к работе учителя выдвигаются и в других странах. В современном образовательном стандарте США сказано: «Стандарты исследовательских умений определяют способности учащихся, необходимые для того, чтобы узнать, и знания, которые помогут им понять процесс исследования как производство знаний. Таким образом, стандарты стремятся сформировать у учащихся понимание того, как мы узнаем, что мы знаем, и какие доказательства подтверждают то, что мы знаем» [184, с.13]. Именно в этом контексте мы трактуем требования ФГОС основного и среднего общего образования к организации учебного процесса.

По мнению В.С. Лазарева происходит переход от ассоциативно-репродуктивной к деятельностной модели образования. Такие требования к результатам освоения учебной программы «...фактически требуют удвоения содержания образования и таких технологий обучения, которые все время обращают внимание на способ действий учащихся» [82, с. 6]. Теперь учитель должен делать акцент на взаимодействие учителя и учащихся, а также самих учащихся, чаще реализуя групповые и индивидуальные формы работы на уроке.

Обеспечение успешного усвоения знаний, формирования умений, навыков и компетентностей в любой предметной области возможно при овладении

учащимися универсальный учебных действий (УУД). Личностные и метапредметные результаты учебного процесса составляют систему УУД, в которой выделяют следующие виды:

- регулятивные (целеполагание, планирование, контроль, коррекция, оценка, прогнозирование, волевая саморегуляция);
- познавательные (общеучебные, логические, знаково-символические, действия постановки и решения проблем);
- коммуникативные (планирование, постановка вопросов, разрешение конфликтов, управление поведением партнёра, умение выражать свои мысли)[9].

Формирование ключевых УУД у учащихся определяют эффективность образовательного процесса, в частности, усвоение знаний и умений в контексте разных предметных дисциплин, развитие основных видов компетентностей учащихся, в том числе социальных и личностных, овладение способностью к познанию мира, обучению, сотрудничеству, самообразованию и саморазвитию.

По мере усвоения регулятивных, познавательных универсальных умений в процессе проведения школьного физического эксперимента растёт степень самостоятельного планирования и проведения опытов учащимися, развиваются навыки постановки и решения проблем, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности результатов и уменьшается прямое руководство со стороны учителя. При выполнении лабораторных работ учащиеся работают в группах, что способствует развитию коммуникативных умений, а именно – умение сотрудничать как со сверстниками, так и с учителем, способность высказывать своё мнение и интересоваться чужим, вступать в диалог, участвовать в коллективном обсуждении, строить речевые высказывания.

Стандарт второго поколения задаёт новые требования к организации школьного эксперимента. Изменяется представление о роли школьного эксперимента в процессе обучения физике. Кроме известной роли эксперимента как источника нового физического знания, формирования умений, новых навыков, средств обобщения и систематизации, средств контроля и т.д.,

выделяется новая роль эксперимента как способа формирования умения учащихся добывать новые знания [140]. Такого же мнения придерживаются ведущие методисты в области учебного физического эксперимента, отмечая, что «это приводит к пересмотру роли, места и функций учебного эксперимента в процессе изучения физики. Эксперимент – не только средство, с помощью которого изучается физика, но теперь является элементом содержания, которое должно быть освоено учащимися в соответствии с планируемыми результатами обучения» [109, с. 5].

В соответствии с новыми требованиями ФГОС основного и среднего общего образования, учителю необходимо так построить урок с использованием физического эксперимента, чтобы учащиеся на его основе могли не только получить новое знание, но и четко осознать весь познавательный путь, который им пришлось пройти для получения этого физического знания, с тем, чтобы воспроизвести его далее в самостоятельной деятельности.

Кроме роли школьного физического эксперимента с введением ФГОС основного и среднего общего образования изменяется типология уроков, что влечет за собой изменение в методах и приемах организации деятельности учителя и учащихся на уроке. Главная методическая цель урока при системно-деятельностном обучении – создание условий для проявления познавательной активности учеников, реализация которой происходит в учебном эксперименте, в экспериментальной деятельности учащихся.

Принципиальное отличие современного урока в режиме системно-деятельностного подхода от традиционного выражено в деятельности учителя и учащихся. На традиционном уроке учитель четко следует сконструированному конспекту урока, основное время урока отводится на объяснение и закрепление материала, учитель формулирует и сообщает учащимся цель урока и чему они должны научиться. Практические задания выполняются учащимися под руководством учителя (чаще применяется фронтальная форма организации деятельности).

Деятельность учителя, внедряющего новый образовательный стандарт при конструировании урока, направлена на повышение самостоятельности учащихся. Школьники сами формулируют цель урока, определив границы знания и незнания, осуществляют учебные действия по намеченному плану (применяются групповая и индивидуальная формы организации деятельности).

Однако, хотелось бы отметить, что постановка цели урока, школьного эксперимента или другого содержательного элемента является непростой задачей. Констатирующий этап педагогического эксперимента показал, что не каждый учитель способен четко и методически правильно сформулировать желаемую цель. Поэтому полностью возлагать такой немаловажный вопрос на учащегося не стоит. Учитель должен ограничить виды уроков, цель которых может быть сформулирована учащимися. Так на уроке новых знаний ученик не может поставить цель самостоятельно.

В соответствии с ФГОС основного и среднего общего образования большинство методистов выделяют следующие типы уроков:

1. Уроки «открытия» нового знания;
2. Уроки отработки умений и рефлексии;
3. Уроки общеметодологической направленности;
4. Уроки развивающего контроля;
5. Уроки исследования (творчества).

В целом эта типология развивает общеизвестную типологию М.Н. Скаткина [151], М.И. Махмутова [101], более подчеркнута выделяя развивающий аспект образования и соответствующий компонент в структуре урока. Необходимо заметить, что новая формулировка типологии учебных занятий полностью отвечает развиваемому нами подходу к организации эффективного применения школьного физического эксперимента и активной познавательной деятельности учащихся на его основе.

Совершенно очевидна роль эксперимента в уроке «открытия» нового знания. Любой традиционный эксперимент является источником новых знаний. Но акцент на слове «открытие» предполагает активность учащихся, которая

выражается в фиксации нового содержания, его обобщении, анализе, выяснении закономерностей, определении выводов.

Оставаясь в рамках традиционной классификации методов обучения, в уроках этого типа эксперимент будет реализацией объяснительно-иллюстративного или проблемного методов обучения. Даже при объяснительно-иллюстративном методе целенаправленная подготовка к восприятию эксперимента и участие учащихся в его планировании, обсуждении хода опыта и активном применении его результатов позволяет утверждать, что происходит субъективное «открытие» нового знания. Если эти знания учащиеся будут получать в ходе самостоятельной познавательной деятельности, то открывая новые для себя предметные знания, они смогут осваивать и способы решения соответствующих познавательных задач.

Таким образом, отличие урока «открытия» новых знаний от традиционно понимаемого урока новых знаний состоит в том, что учителем ставятся две образовательные цели – усвоение учебного материала учениками и формирование способа его получения. «В ходе их достижения предметом освоения станут не только предметные знания, но и способы выполнения соответствующих познавательных действий»[51, с. 7].

Предложенный нами в следующей главе методический инструментарий по организации уроков на основе школьного физического эксперимента и примеры его реализации показывают возможность создания экспериментальной основы самостоятельной познавательной деятельности учащихся.

Рассмотрим тип урока развивающего контроля. То, что любой контроль должен обучать – одна из очевидных истин классической дидактики. Новым является выделение развивающей функций контроля. Развитие происходит в ходе решения неизвестной задачи, в нашем случае экспериментальной. Одна из целей уроков этого типа состоит именно в том, чтобы проконтролировать степень сформированности у учащихся нового предметного содержания, способ его получения и готовность реализовать усвоенные познавательные действия в новой измененной, в том числе, практической учебной ситуации. Поскольку одной из

задач является формирование экспериментальных умений, способность получать новые знания в ходе самостоятельного эксперимента учащихся, то в уроках такого типа уместно предусмотреть экспериментальные задания, выполнение которых потребует наличия знаний, инструментальных умений, способностей самостоятельно воспроизвести познавательный путь, получить результат и осмыслить новое предметное знание.

Выделения такого типа уроков, как уроки исследования, способствуют развитию творческих умений и навыков учащихся. Исследовательский метод обучения в течение последних 50-60 лет считается важным и нужным методом. Однако удачных примеров использования исследовательского метода в практике до введения ФГОС основного и среднего общего образования можно найти лишь единицы.

О.В. Лебедевой показано, что для включения уроков исследования в систему учебных занятий необходимо определить степень самостоятельности учащихся, оценить предполагаемое содержание учебного материала, подобрать методы и формы организации обучения [85].

Выделение уроков исследования, как отдельного типа, обусловлено появлением в новом образовательном стандарте требований развития исследовательского обучения. С нашей точки зрения уроки исследования в физике могут иметь только экспериментальную основу. Системно-деятельностный подход, очевидно, диктует учителю необходимость увеличения доли построенного на эксперименте проблемного обучения, эвристических методов, элементов исследовательской деятельности.

Неготовность учителей физики и даже современных выпускников педагогических вузов к переходу на новые стандарты отмечается в работе [20]. А.А. Быков пишет об «...отсутствии у учителей технической культуры и культуры проведения физического эксперимента», а так же об отсутствии методической основы организации учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента. Автор отмечает, что, согласно проведенному анализу, 70% будущих учителей выбирают физические опыты,

имеющие подробные инструкции выполнения, или эксперименты, в которых используются только известные им приборы. Таким образом, для успешного формирования технической культуры необходимо моделировать проблемные ситуации по физическому эксперименту, в которых учителя самостоятельно смогут усваивать новые приемы деятельности.

Учащиеся так же, как и учителя, сталкиваются с проблемами соответствия новым требованиям стандарта второго поколения. Авторы монографии [142] отмечают отсутствие способностей школьников к «...самостоятельным экспериментальным и теоретическим исследованиям окружающих явлений природы и применение научных знаний на практике» [142, с. 37].

Результаты исследований С.П. Жакина [50], М.О. Верховцевой [23], Е.И. Постниковой [131], Т.Е. Балабановой [11] показали, что учителя не видят прямой связи между использованием школьного физического эксперимента в учебном процессе и повышением эффективности обучения физике, в смысле приращения физических знаний и умений учащихся. Эксперимент является лишь обязательной добавкой, в соответствии с учебной программой и иллюстрацией рассказа учителя, а сам учитель не может органично встраивать физический эксперимент в учебный процесс.

На современном этапе внедрения нового образовательного стандарта перед учителями, в том числе учителями физики, возник ряд вопросов. Например: 1) как реализовать системно-деятельностный подход? 2) как в этой связи преобразуются виды и методы учебной деятельности? 3) каким образом изменится методика включения школьного эксперимента в учебный процесс? и т.д. Однако реальные методические разработки, обеспечивающие учителю успех в выполнении требований ФГОС, практически отсутствуют. Фактически учителям самим приходится проходить этап перевода нормативов в инструментарий учебного процесса – модели, алгоритмы конструирования учебного процесса, методы обучения.

Таким образом, новые цели и задачи, которые ставит перед учителями стандарты второго поколения, требуют разработки методики обучения учащихся

экспериментальной деятельности по физике, позволяющей организовать эффективную познавательную деятельность учащихся на основе школьного физического эксперимента.

1.4 Анализ понятий «эффективность учебного процесса», «эффективность физического эксперимента»

Понятие «эффективность» происходит от латинского слова «effectus», что означает – исполнение, действие. Под эффективностью принято понимать способность выполнять работу и достигать необходимого или желаемого результата с наименьшей затратой времени и усилий.

Проблемам повышения эффективности обучения посвящены работы В.М. Блинова [13], Ю.К. Бабанского [10], Г.И. Щукиной [178], З.И. Валиевой [21], в которых выделены основные подходы к организации эффективного обучения в школах. Ю. К. Бабанский, Г. И. Щукина считают, что об эффективности обучения можно судить не только по результатам обучения, но и по организации педагогического процесса.

В диссертационных исследованиях М.А. Рулева [144], И.В. Малафеика [98], О.Г. Надеевой [108], П.В. Зуева [57], Е.И. Постниковой [131], М.О. Верховцевой [23] предложены различные пути повышения эффективности учебного процесса по физике, в общем, и учебного физического эксперимента, в частности.

П.В. Зуев отмечает, что в настоящее время общепринятое определение понятия «эффективности обучения» отсутствует. Воспользовавшись методикой контент-анализа, автор дает своё определение данному термину. По мнению П.В. Зуева «эффективность обучения - это мера достижения учеником и учителем позитивного результата учебного познания в ходе их совместной деятельности при рациональном использовании ресурсов субъектов этой деятельности и среды, в которой происходит процесс обучения» [57, с. 38].

Эффективность обучения физике П.В. Зуев рассматривает как эффективность познавательного процесса, которую, по нашему мнению, можно достигнуть, в том числе, при активном использовании учебного эксперимента.

В работе О.В. Лебедевой [84] достижение необходимого уровня эффективности учебного процесса возможно при условии повышения профессиональной компетентности учителя.

Повышение качества предметных знаний у школьников выступает критерием объективной оценки результата эффективного обучения в работах М.В. Тарановой [156], В.В. Леменковой [88], Н.В. Титовой [159], П.В. Зуева.

Одним из компонентов повышения эффективности учебного процесса по физике является школьный физический эксперимент, так как эксперимент является системообразующим элементом обучения.

Главную задачу повышения эффективности учебного процесса по физике И.В. Малафеев связывает с совершенствованием учебного физического эксперимента, который служит не только средством наглядности, но и источником знаний. Аналогичной точки зрения придерживаются О.Г. Надеева, С.П. Жакин [50] и М.О. Верховцева.

В работе О.Г. Надеевой разработан принцип полифункциональности физического оборудования, что предоставляет учителю более широкий выбор целей проведения опытов и повышает эффективность учебного физического эксперимента.

По мнению С.П. Жакина разработка новых экспериментов позволит повысить качество учебного процесса по физике. Автор детально описывает пути повышения эффективности деятельности учителя, приемы оценки эффективности обучения.

Исследователи (М.О. Верховцева, Е.И. Постникова) предлагают использовать специальные цифровые технологии для организации учебного физического эксперимента, что позволит более эффективно, чем при использовании традиционных методов, влиять на формирование информационных, экспериментальных, деятельностных умений учащихся, и приведет к повышению качества знаний учащихся по физике.

Однако перечисленные выше авторы акцентируют внимание только на методах, средствах и приемах совершенствования обучения. Определение

понятия «эффективности обучения» или «эффективности учебного физического эксперимента» в исследованиях не дается.

Полноценного определения эффективности эксперимента не удалось найти и в методической литературе. Положение, сходное с понятием эффективности эксперимента, в работе Н.М. Шахмаева, В.Ф. Шилова названо искусством преподавания физики: «...с помощью последовательных, логических операций и рационально подобранного эксперимента при минимальной затрате времени и оптимальном напряжении умственных способностей учащихся можно было бы сформировать основные физические понятия, развить физическое мышление школьников» [174, с.7]

Наиболее близкое к нашим рассуждениям определение эффективности учебного процесса дается в пособии для педагогических институтов: «...о педагогическом эффекте демонстрации можно судить лишь в целом по знаниям и навыкам школьников» [99, с. 34].

П.И. Образцов и В.М. Косухин в учебном пособии [113], характеризуют понятие «эффективности учебного процесса как приращение результатов за контрольный промежуток времени, при этом качество обучения определяется уровнем достижения этих результатов по отношению к существующим нормам». Предложенное авторами определение наиболее полно отвечает нашей концепции исследования.

Выводы по главе 1.

1. В результате ознакомления с монографиями, публикациями в журналах и научно-методической литературой по физическому эксперименту, учебной литературой, авторефератами и диссертациями по тематике нашего исследования была выявлена основная причина снижения роли эксперимента в обучении физике, которая заключается в отсутствии умений учителя эффективно конструировать учебный процесс с использованием школьного физического эксперимента;

2. Новые цели и задачи, которые ставит перед учителями стандарт второго поколения, требуют разработки методики обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, позволяющей организовать эффективную познавательную деятельность учащихся на основе школьного физического эксперимента.;

3. Анализ требований Федерального государственного образовательного стандарта основного и среднего общего образования к результатам освоения основной образовательной программы показал, что методика организации учебного процесса по физике должна предложить такие рекомендации для учителя, которые обеспечили бы не только уровень усвоения основ научного содержания учащимися, важнейшие экспериментальные умения, но и способность учащихся самостоятельно планировать и осуществлять экспериментальные способы познания физической реальности;

4. Принципиальной основой развития школьного физического эксперимента становится разработка способов самостоятельного получения учащимися новых познавательных результатов и формирование соответствующих качеств личности.

Глава 2. Методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике

2.1 Методическая система обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике

Методическая система обучения — это упорядоченная совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных методов, форм и средств планирования и проведения, контроля, анализа, корректирования учебного процесса, направленных на повышение эффективности обучения учащихся. Обучение только тогда эффективно, когда оно строится как методическая система.

Характерными чертами современной методической системы обучения являются:

- научно обоснованное планирование процесса обучения;
- максимальная активность и достаточная самостоятельность обучения;
- сочетание индивидуальной и коллективной работы школьников и др.

Созданная нами методическая система обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике основывается на системно-деятельностном подходе в обучении физике. Функционирование методической системы обеспечивается определением целей, задач и содержанием обучения, а также разработкой планирования, контроля, анализа и корректировки учебного процесса.

Для реализации цели и задач исследования мы выбрали метод моделирования. Под моделью принято понимать искусственно созданный объект в виде схемы, физических конструкций, знаковых форм или формул, который, будучи подобен исследуемому объекту (или явлению), отображает и воспроизводит в более простом виде структуру, свойства, взаимосвязи и отношения между элементами этого объекта. В.М. Монахов определяет четыре возможных объекта педагогического моделирования: 1) педагогическая система; 2) система управления образованием; 3) система методического обеспечения; 4) проект образовательного процесса [103]. Наша методическая система помогает

учителю создать проект образовательного процесса, центральным элементом которого является взаимосвязанная деятельность учителя и учащихся.

Разработанная модель является схематическим, графическим представлением методической системы обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике. В основу модели положена традиционная структура методической системы, которая включает в себя и связывает воедино следующие компоненты: целевой, содержательный, организационно-деятельностный, диагностический.

Целевой компонент является главным фактором развития методической системы, отражает организацию учебно-воспитательного процесса по физике в условиях введения нового образовательного стандарта и включает в себя цель, задачи. Целью является обучение учащихся основной и средней школы экспериментальной деятельности по физике. Для реализации поставленной цели были намечены следующие задачи: 1) выполнить требований ФГОС основного и среднего общего образования; 2) реализовать системно-деятельностный подход в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента; 3) повысить эффективность учебного процесса через вовлечение учащихся в активную познавательную деятельность на основе школьного физического эксперимента; 4) развить навыки самостоятельного приобретения новых знаний и умений у учащихся; 5) повысить роль и значимость школьного физического эксперимента в учебном процессе по физике.

Важным компонентом методической системы обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике является содержательный, который формируется в соответствии с разработанной нами моделью учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента. Содержательный компонент связан с выбором разных форм организации обучения, деятельности учащихся и предполагает применение стандартных видов школьного физического эксперимента.

Организационно-деятельностный компонент включает в себя: алгоритм деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента, состоящий из последовательных этапов, и методические рекомендации по организации школьного физического эксперимента, позволяющие значительно расширить возможности учителя извлечь из опыта максимальное физическое содержание для усвоения учащимися и организовать самостоятельную познавательную деятельность школьников.

Диагностический компонент выполняет мониторинговую функцию, предполагает оценку педагогами и самооценку учениками достигнутых в процессе обучения результатов. В качестве критерия оценки эффективности учебного процесса на основе школьного физического эксперимента мы определяем увеличение количества учащихся, вышедших на более высокие уровни усвоения нового физического содержания, разработанные в диссертационном исследовании. Средствами диагностики являлись: метод опроса (беседа, анкетирования); создание проблемных ситуаций и наблюдения; создание педагогических ситуаций и наблюдения; диагностические материалы.

Методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике реализуется в описанной методической системе. В основе методики лежит идея организация учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента по приобретению учащимися новых знаний в процессе познавательной деятельности, в которой они усваивают не только содержание, но и процесс получения нового познавательного результата.

Разработанная методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике включает в себя:

- модель учебного процесса по усвоению способа получения знаний учащимися, которая позволяет учителю эффективно организовать процесс обучения физики в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования;

- алгоритм деятельности учителя по эффективному использованию эксперимента на уроках и организации максимальной познавательной

деятельности учащихся на его основе, включающего в себя следующие этапы: этап предметных действий, дидактический этап, методический этап, рефлексивный этап;

– набор методических рекомендаций по организации школьного физического эксперимента позволяет учителю самостоятельно подобрать/разработать эксперимент, который дает максимальную возможность организации познавательной деятельности учащихся, направленной на усвоение нового физического содержания.

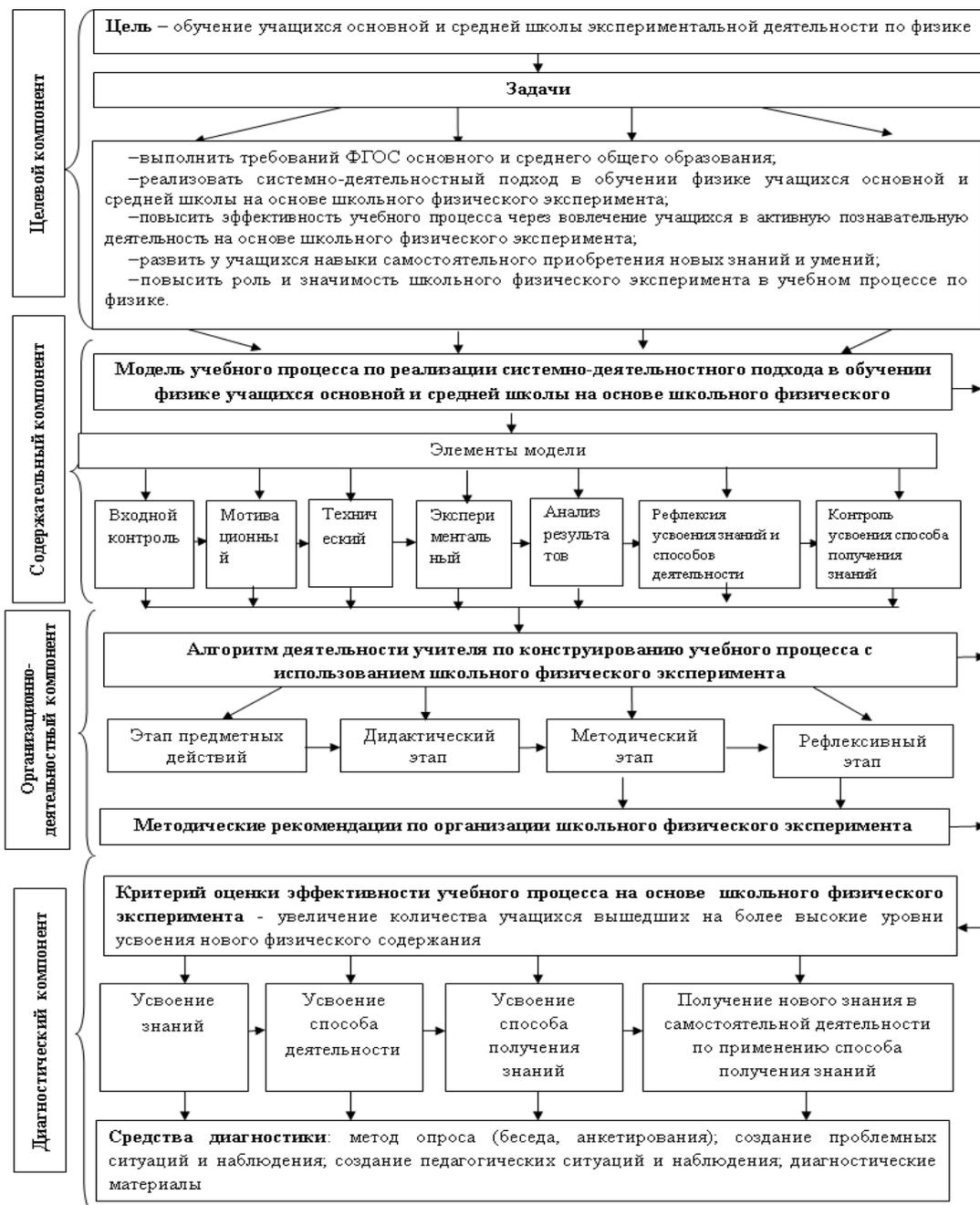


Рис. 2. Модель методической системы обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике

2.2 Модель учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента

Внедрение ФГОС задаёт новые педагогические, методические и организационные задачи, направленные на повышение эффективности обучения предмету. Достижение этого результата, по нашему мнению, возможно при повышении эффективности учебного эксперимента через вовлечение учеников в активную познавательную деятельность на его основе. Цель применения школьного физического эксперимента, как и любого другого средства или метода обучения, должна состоять не в факте его использования, а в углублении знаний учащихся, совершенствовании умений и развитии их познавательных способностей. Появляются новые аспекты применения эксперимента, а именно, результатом демонстрации должно быть не только усвоение нового знания, но и усвоение способа получения научного знания в ходе экспериментирования, способность самостоятельно планировать, проводить эксперимент и формулировать полученные результаты.

Обобщая планируемые результаты освоения основной образовательной программы стандарта второго поколения, можно сделать вывод о том, что учащиеся должны овладеть навыками самостоятельного приобретения новых знаний в процессе собственной учебно-познавательной деятельности, в ходе которой они усваивают не только содержание, но и процесс получения нового познавательного результата, а также они должны четко осознать весь познавательный путь, который им пришлось пройти для получения этого физического знания, с тем, чтобы воспроизвести его далее в самостоятельной деятельности.

Требуемый подход к организации обучения позволяет учащимся выходить на новый уровень усвоения учебного материала, который, с нашей точки зрения, становится дополнением к известной классификации уровней усвоения знаний – таксономии Б. Блума. Первая таксономия включает шесть категорий:

1. **знание** конкретного материала, терминологии, фактов, определений;
2. **понимание**, объяснение, интерпретация, экстраполяция;
3. **применение** полученных знаний;
4. **анализ** взаимосвязей, принципов построения;
5. **синтез**, разработка плана и возможной системы действий, получение системы абстрактных отношений;
6. **оценка**, суждение на основе имеющихся данных, суждение на основе внешних критериев.

Сходные уровни усвоения знаний предлагаются В.П. Беспалько. Разграничивая репродуктивный и продуктивный виды деятельности и, рассматривая их структуру с точки зрения самостоятельности выполнения, ученый выделил следующие уровни усвоения учебной информации:

1. **ученический** (деятельность по узнаванию);
2. **алгоритмический** (решение типовых задач);
3. **эвристический** (выбор действий);
4. **творческий** (поиск действий) [12].

Детализируя этот подход, В.П. Симонов показал, что шкала показателей уровней обученности выражается зависимостью, близкой к линейной, а вклады отдельных уровней суммируются [150].

В связи с новым пониманием задач обучения по ФГОС основного и среднего общего образования, мы выделяем новую систему уровней усвоения физического содержания, которая, с нашей точки зрения, является дополнением к известным классификациям уровней усвоения знаний Б. Блума, В.П. Беспалько, В.П. Симонова (табл. 2):

Таблица 2. Уровни усвоения нового физического содержания

№ п/п	Уровень усвоения нового физического содержания	Критерий достижения уровня по деятельности учащихся	Соответствие известным классификациям уровней усвоения знаний
1	Усвоение знаний	Учащийся способен узнавать, распознавать, различать, воспроизводить базовые элементы физического содержания. Объясняет суть процесса или явления, приводит свои примеры, описывает своими словами	Знание + понимание (Б. Блум) / ученический (В.П. Беспалько)/ различие + запоминание + понимание (В.П. Симонов)
2	Усвоение способа деятельности	Учащийся имеет основные познавательные умения и навыки, способен решать типовые задачи, применять знания в практических заданиях. Способен повторить, описать деятельность, выполнение которой привело к получению нового знания	Применение (Б. Блум)/ алгоритмический (В.П. Беспалько) / простейшие умения и навыки (В.П. Симонов)
3	Усвоение способа получения знаний	Учащийся способен объяснить и обосновать всю последовательность действий (в т.ч. практических), включающую в себя	Анализ + синтез (Б. Блум)

		постановку проблемы, поиск идей по её решению, разработку плана действий, анализ этапов действий, установление связи между ними, систематизацию этапов действий, анализ полученного результата	
4	Получение нового знания в самостоятельной деятельности по применению способа получения знаний	Учащийся способен применить усвоенный способ получения знаний, повторив аналогичную последовательность действий в новой ситуации для получения дополнительного, неизученного на уроке знания	Перенос (В.П. Симонов) /творческий (В.П.Беспалько)

Перечисленные результаты деятельности учащихся образуют систему уровней, переход к каждому последующему уровню может осуществляться только при наличии предыдущего. Описанная последовательность уровней усвоения знаний является основой для ранговой оценки эффективности применения школьного физического эксперимента в конкретном уроке.

Принимая во внимание предложенную систему уровней, нерешенной остаётся проблема организации усвоения способа получения нового знания и его реализации в самостоятельной деятельности учащихся. Нами предложена модель учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента, как ведущего метода обучения физике (табл. 3).

Таблица 3. Модель учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента

Демонстрационный эксперимент	Фронтальные лабораторные работы	Физический практикум
<i>Этап входного контроля</i>		
Выявление исходного уровня знаний и умений учащихся, необходимого для изучения нового физического содержания с помощью разработанных тестовых заданий	Выявление уровня знаний и умений учащихся, готовность к сознательному выполнению работы с помощью разработанных заданий с открытым ответом	
<i>Мотивационный этап</i>		
Обсуждение с учащимися цели эксперимента в ходе эвристической беседы; постановка проблемной ситуации, определение способов ее решения. Результаты обсуждений фиксируются учащимися в тетрадях или рабочих листах	Определение цели работы учащимися самостоятельно с последующим контролем учителем, постановка исследовательской задачи. Цель работы фиксируется учащимися в тетрадях или рабочих листах	
<i>Технический этап</i>		
Обсуждение с учащимися вариантов экспериментальных установок, подбор необходимого оборудования для решения поставленной задачи. Определение готовности учащихся к экспериментированию		

<i>Экспериментальный этап</i>		
<p>– Обсуждение возможных результатов наблюдений;</p> <p>– наблюдение эксперимента;</p> <p>– организация выполнения упражнений, позволяющих учащимся проанализировать увиденное явление (что Вы увидели, что это означает, какие Ваши знания получили подтверждение, достигнута ли цель опыта?);</p> <p>– определение возможности достижения цели при изменении параметров исследуемой системы для извлечения из эксперимента максимального физического содержания</p>	<p>– Обсуждения плана проведения экспериментальной работы в ходе эвристической беседы;</p> <p>– обсуждение возможных результатов эксперимента;</p> <p>– выполнение эксперимента;</p> <p>– организация заполнения соответствующих таблиц, отражающих результаты эксперимента;</p> <p>– обработка результатов, формулировка результатов эксперимента в символической, графической, математической форме;</p> <p>– фиксация полученных выводов учащимися в тетрадях с последующим коллективным обсуждением</p>	<p>– Самостоятельное составление учащимися плана проведения работы для достижения поставленной цели (контролируется учителем);</p> <p>– составление ряда гипотез учащимися;</p> <p>– выполнение работы;</p> <p>– проверка выдвинутых гипотез, обоснование подтверждения или опровержения каждой из них;</p> <p>– составление отчетов о проведенной работе, фиксация полученных выводов учащимися</p>
<i>Этап анализа результатов</i>		
<p>– Выделение нового</p>	<p>– Выявление</p>	<p>Обобщение,</p>

<p>физического знания (для учащихся);</p> <p>– выявление противоречий между первоначальными знаниями и новыми фактами;</p> <p>– формулировка учащимися под контролем учителя новых законов, явлений, определений</p>	<p>противоречий между первоначальным и полученным знаниями;</p> <p>– анализ полученных физических результатов, сравнение их с табличными значениями, расчет погрешностей</p>	<p>применение и распространение в новую познавательную ситуацию полученных и имеющихся знаний</p>
<p><i>Этап рефлексии усвоения знаний и способов деятельности</i></p>		
<p>Выполнение учащимися заданий, аналогичных образцу и содержащих дополнительные условия, требующих прямого применения полученного знания и умения</p>	<p>Организация кратких выступлений учащихся по результатам выполненной работы, которые затем обсуждаются на семинарах</p>	
<p><i>Этап контроля усвоения способа получения знаний</i></p>		
<p>Индивидуальное выполнение заданий, требующих самостоятельной разработки способов решения поставленной задачи (прохождение аналогичного пути получения знания)</p>	<p>Выполнение дополнительного экспериментального задания, требующего самостоятельной разработки способов решения поставленной задачи (прохождение аналогичного пути получения знания)</p>	

В представленной модели описана деятельность учителя и учащихся в ходе учебного процесса по физике с использованием стандартных видов школьного

физического эксперимента. Модель состоит из семи этапов, прохождение каждого из которых позволяет повысить эффективность обучения физике и выполнить новые требования ФГОС основного и среднего общего образования:

1) **этап входного контроля** – проверяет владение основами предыдущего физического материала. Его значение состоит в том, чтобы в ходе анализа результатов выполнения тестового задания отделить эффекты, связанные с методикой проведения экспериментов в ходе урока, от неспособности учащегося усвоить эти результаты в силу собственной неподготовленности;

2) **мотивационный этап** нацелен на стимулирование устойчивого интереса учащихся к изучаемой проблеме, заключается в создании проблемных ситуаций, решение которых приведет учащихся к новому познавательному результату, а также к определению цели эксперимента;

3) **технический этап** определяет готовность учащихся к экспериментированию, как практической деятельности;

4) **экспериментальный этап**, в котором описана деятельность учителя и учащихся до, во время и после эксперимента, позволяющая учителю организовать максимально возможную познавательную деятельность учащихся (в том числе самостоятельную), а учащимся усвоить всё возможное, на данном этапе изучения физики, знание и умение;

5) **этап анализа результатов** позволяет учащимся оценить правильность полученных ими экспериментальных результатов, выявить противоречия между первоначальными и полученными знаниями;

6) на **этапе рефлексии усвоения знаний и способов деятельности** проверяется успешность выполненного эксперимента с точки зрения понимания учащимися нового физического знания и приобретенного умения;

7) на **этапе контроля усвоения способа получения знаний** учитель определяет усвоение учащимися познавательного процесса, который они совершили для получения нового физического знания и способность самостоятельного применения этого умения в новой познавательной ситуации.

Модель учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента была реализована нами на педагогическом эксперименте. На её основе были составлены рабочие листы, фиксирующие познавательную деятельность учащихся до, во время и после эксперимента, как демонстрационного, так и лабораторного.

В процессе реализации предложенной модели учебного процесса, в соответствии с новыми требованиями образовательного стандарта, необходимо рассмотреть возможность формирования ключевых универсальных учебных действий у учащихся. О.В. Лебедевой и И.В. Гребеневым проведено сопоставление УУД с этапами исследовательской деятельности, на каждом из которых развиваются регулятивные, познавательные и коммуникативные умения [84]. Нами выделены те УУД, которые формируются в процессе прохождения каждого из этапов модели учебного процесса по усвоению способа получения знаний учащимися на основе школьного физического эксперимента (табл.4).

Таблица 4. Сопоставление этапов модели учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента и УУД

<i>Этапы модели учебного процесса по усвоению способа получения знаний учащимися на основе ШФЭ</i>	<i>Универсальные учебные действия</i>		
	<i>Познавательные</i>	<i>Регулятивные</i>	<i>Коммуникативные</i>
Входной контроль	– логические (анализ с целью выделения признаков (существенных, несущественных))	– элементы волевой саморегуляции как способности к мобилизации сил и энергии – коррекция (внесение необходимых дополнений и корректив в план и способов действия в случае расхождения эталона, реального действия и его продукта) – оценка (выделение и осознание учащимися того, что уже усвоено и что ещё подлежит усвоению, осознание качества и уровня усвоения)	
Мотивационный	– общеучебные действия (формулирование познавательной цели; поиск и выделение информации)	– целеполагание (постановка учебной задачи на основе соотнесения того, что уже известно и усвоено учащимися, и	– постановка вопросов (инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации)

<i>Этапы модели учебного процесса по усвоению способа получения знаний учащимися на основе ШФЭ</i>	<i>Универсальные учебные действия</i>		
	<i>Познавательные</i>	<i>Регулятивные</i>	<i>Коммуникативные</i>
	– действия постановки и решения проблем (формулирование проблемы; самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера)	того, что ещё неизвестно) – планирование (определение последовательности промежуточных целей с учётом конечного результата; составление плана и последовательности действий)	– владение монологической и диалогической формами речи в соответствии с грамматическими и синтаксическими нормами родного языка
Технический	– общеучебные действия (выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий)	– планирование (определение последовательности промежуточных целей с учётом конечного результата; составление плана и последовательности действий).	
Экспериментальный	– общеучебные действия (знаково-символические действия, включая моделирование – преобразование объекта из чувственной формы в модель, где выделены существенные	– планирование (определение последовательности промежуточных целей с учётом конечного результата; составление плана и последовательности действий).	– владение монологической и диалогической формами речи в соответствии с грамматическими и синтаксическими нормами

<i>Этапы модели учебного процесса по усвоению способа получения знаний учащимися на основе ШФЭ</i>	<i>Универсальные учебные действия</i>		
	<i>Познавательные</i>	<i>Регулятивные</i>	<i>Коммуникативные</i>
	<p>характеристики объекта; преобразование модели с целью выявления общих законов, определяющих данную предметную область)</p> <p>– логические действия (анализ с целью выделения признаков (существенных, несущественных))</p> <p>- выбор оснований и критериев для сравнения, классификации объектов;</p> <p>- подведение под понятие, выведение следствий;</p> <p>- установление причинно-следственных связей;</p> <p>- построение логической цепи рассуждений;</p> <p>- доказательство;</p> <p>- выдвижение гипотез и их обоснование.</p>	<p>– прогнозирование (предвосхищение результата и уровня усвоения, его временных характеристик).</p> <p>– коррекция (внесение необходимых дополнений и корректив в план и способов действия в случае расхождения эталона, реального действия и его продукта).</p>	<p>родного языка</p> <p>– планирование учебного сотрудничества с учителем и сверстниками</p> <p>– умение с достаточной точностью выразить свои мысли в соответствии с задачами</p>

<i>Этапы модели учебного процесса по усвоению способа получения знаний учащимися на основе ШФЭ</i>	<i>Универсальные учебные действия</i>		
	<i>Познавательные</i>	<i>Регулятивные</i>	<i>Коммуникативные</i>
Анализ результатов	общеучебные действия (умение структурировать знания, контроль и оценка процесса и результатов деятельности, извлечение необходимой информации)	контроль (в форме сличения способа действия и его результата с заданным эталоном с целью обнаружения отклонений и отличий от эталона)	
Рефлексия усвоения знаний и способов деятельности	общеучебные действия (рефлексия способов и условий действия)	оценка (выделение и осознание учащимися того, что уже усвоено и что ещё подлежит усвоению, осознание качества и уровня усвоения).	
Контроль усвоения способа получения знаний	логические (синтез как составление целого из частей, восполняя недостающие компоненты; построение логической цепи рассуждений; установление причинно-следственных связей)	коррекция (внесение необходимых дополнений и корректив в план и способов действия в случае расхождения эталона, реального действия и его продукта).	

<i>Этапы модели учебного процесса по усвоению способа получения знаний учащимися на основе ШФЭ</i>	<i>Универсальные учебные действия</i>		
	<i>Познавательные</i>	<i>Регулятивные</i>	<i>Коммуникативные</i>
	действия постановки и решения проблем (самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера)		

Конструирование учителем учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента, опираясь на разработанную модель, позволяет формировать весь комплекс УУД, т.е. достичь установленных стандартом метапредметных результатов освоения основной образовательной программы (ООП); повысить эффективность усвоения предметного содержания, т.е. обеспечить предметные результаты ООП; развивать мотивацию к обучению и целенаправленной познавательной деятельности, формировать коммуникативную компетентность в общении и сотрудничестве со сверстниками и учителями, что является личностными результатами освоения ООП.

2.3 Алгоритм деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента

Подбирая эксперимент, необходимый на уроке, 80% учителей, как показал опрос, руководствуются учебником, т.е. используют тот эксперимент, который в нём представлен. Опираясь на готовые разработки, описанные в параграфе учебника, учитель включает его в план урока. Например, при изучении движения тела по окружности учащимся предлагается рассмотреть точило (учебник А.В. Перышкина «Физика» 9 класс [120]), которое многие современные школьники никогда не видели. Выбранный таким образом эксперимент будет малосодержателен и, скорее всего, бесполезен для учащихся на уроке. Такой метод организации учебного процесса не отвечает новым требованиям образовательного стандарта, так как учащиеся получают знания, не опираясь на собственную познавательную деятельность.

Для организации максимально эффективного процесса обучения с использованием физического эксперимента учитель должен выйти на определенный уровень педагогической деятельности. И.В. Гребеневым и О.В. Лебедевой выделены уровни профессиональной компетентности преподавателей, а именно: низкий (эмпирический), средний (конструктивный) и высокий

(творческий). Высокий уровень компетентности учителя подразумевает, что учитель при конструировании учебного процесса, проанализировав содержание, которое должны усвоить учащиеся, определяет, нужен ли на данном этапе эксперимент, а если нужен, то какой эксперимент даст оптимальную возможность организации познавательной деятельности учащихся, направленной на усвоение этого содержания. Учитель, выбрав соответствующий эксперимент и вариант его проведения, планирует деятельность учащихся по усвоению существа увиденного явления, осмыслению фактов и получению выводов из увиденного, наблюдаемого процесса во время эксперимента [34].

Выход учителя на творческий уровень требует высокой предметной квалификации учителя, временных затрат и методических усилий, так как при конструировании учебного процесса учителю необходимо проанализировать все содержание, которое должно быть усвоено учащимися на уроке. Это обусловлено важнейшим принципом для физики, как учебного предмета – принципом научности. В обучении физике он выражается в следовании в учебном процессе логике раскрытия структуры научных знаний, логике науки. Принцип научности имеет и собственно методическое значение: структура усваиваемого учащимися физического знания определяет основные характеристики конструируемого процесса обучения - цели, методы и средства обучения, в т.ч. и демонстрационный эксперимент [33]. Однако выполнение этого принципа развивает требование максимальной эффективности эксперимента и дает учителю возможность использовать эксперимент как реальное средство повышения уровня усвоения физики учащимися.

Для реализации модели учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента нами разработан алгоритм деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента. Алгоритм включает следующие этапы.

I. Этап предметных действий:

1. Определение предметных, научных основ изучаемого содержания;
2. Выделение физического содержания для изучения на уроке, формулировка экспериментальной основы изучаемого материала;
3. Определение перечня и уровня познавательных, в т.ч. экспериментальных умений, усваиваемых учащимися на уровне самостоятельной деятельности в целях дальнейшего получения нового учебного результата.

II. Дидактический этап:

1. Определение типа урока и его места в теме, ведущего метода обучения, форм организации учебной деятельности;
2. Развитие результатов использованного ранее физического учебного эксперимента;
3. Определение возможного места демонстрационного и лабораторного эксперимента в уроке в соответствии с выбранными вариантами метода обучения;

III. Методический этап:

1. Выбор или создание нового учебного эксперимента, наиболее точно отражающего теоретическую модель изучаемого содержания;
2. Планирование деятельности учащихся по усвоению информации, осмыслению фактов и получению выводов из увиденного, наблюдаемого процесса во время эксперимента. Организация максимально возможной познавательной деятельности учащихся на основе школьного физического эксперимента.

IV. Рефлексивный этап:

1. Контроль результатов учебной деятельности учащихся в ходе варьирования элементов, условий проведения эксперимента.
2. Определение уровня усвоения физических основ изучаемого содержания, уровня сформированности познавательных умений.

3. Создание познавательной ситуации для проявления учащимися умений планировать и организовывать самостоятельную деятельность на основе эксперимента.

Предложенный алгоритм состоит из четырех этапов, сочетающих анализ научных основ предмета, дидактический анализ педагогической ситуации и методические действия учителя. Описанная последовательность определяет пошаговый план действий учителя для эффективного включения физического эксперимента в учебный процесс.

Подобное выделение этапов, связанных с предметным содержанием и педагогической трансформацией предметного содержания, является актуальным и для зарубежной педагогики по методике преподавания естественнонаучных дисциплин. Так, например, в классической работе Л. Шульмана выделяются аналогичные компоненты профессиональной компетентности учителя:

- 1) «general pedagogical knowledge» (общие педагогические знания),
- 2) «content knowledge» (знание преподаваемого предмета),
- 3) «teachers' pedagogical content knowledge» (знания о способах преподавания предмета) [181,188].

В предложенном нами алгоритме на первом этапе, этапе предметных действий, учителю предлагается выделить то физическое содержание, которое должно быть усвоено учащимися на уроке и, в соответствии с этим содержанием, определить цель урока. Только учитель лучше знающий предмет, сможет эффективно сконструировать методику его преподавания.

В качестве второго этапа деятельности учителю необходимо определить ведущий метод обучения, тип урока и возможное место демонстрационного и лабораторного эксперимента на уроке в соответствии с выбранными вариантами метода обучения.

Самым главным этапом является третий этап, который и позволяет учителю подняться на самый высокий, творческий уровень профессиональной компетентности. Проанализировав все существующие варианты экспериментов по выбранной теме, учитель должен подобрать тот эксперимент, который

наиболее точно отражает теоретическую модель изучаемого содержания. Если, по мнению учителя, такой эксперимент отсутствует, то он должен разработать его самостоятельно. При подборе или разработке необходимого эксперимента мы рекомендуем учителю выполнять выдвинутые нами в параграфе 2.4 методические рекомендации по организации школьных опытов[123]. Одно из требований подразумевает, что использование эксперимента на протяжении всех этапов урока (актуализация знаний, мотивация, изучение материала, рефлексия) позволит учащимся максимально эффективно усвоить изучаемый материал.

На заключающем этапе учитель производит контроль усвоения физических основ изучаемого содержания, вновь используя учебный эксперимент как основу деятельности учащихся.

2.3.1 Реализация алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента на примере метода зеркальных отображений

Весьма не простой задачей для учителя при реализации предложенного алгоритма является творческая работа по созданию собственного варианта учебного эксперимента. Многообразие экспериментов по каждому разделу физики в методических пособиях требует от учителя обоснованного выбора вариантов учебных демонстраций, которые описывают одно и то же физическое явление. Еще более сложной методической задачей является демонстрационное обеспечение разделов школьного курса физики, экспериментальная база которых оснащена достаточно скудно.

Одной из таких тем является, на наш взгляд, метод зеркальных отображений в электростатике.

Как известно, основной задачей электростатики является расчёт электрических полей, создаваемых заряженными телами различной формы. При решении подобных задач прибегают к разным методам - вначале используют принцип суперпозиции (поле системы точечных зарядов и др.), а затем, при

переходе к более сложным конфигурациям, знакомятся с другими методами, например, методом изображений [66].

Этот метод основывается на теореме единственности в электростатике: электрическое поле не изменится при замене в нём какой-либо эквипотенциальной поверхности на проводник аналогичной формы с потенциалом, равным потенциалу рассматриваемой эквипотенциальной поверхности.

При прохождении первого этапа нашего алгоритма в основе конструктивной деятельности учителя по созданию нового варианта учебного эксперимента лежит идея максимальной близости конструируемой установки теоретической модели изучаемого явления [125]. В нашем случае это система силовых линий, моделирующая электрическое поле изучаемой системы заряженных тел (рис. 3). Возможна ли её экспериментальная реализация?

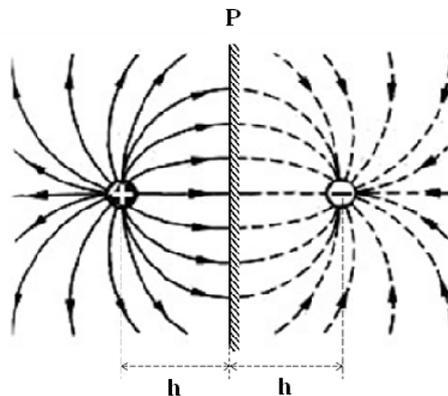


Рис. 3. Метод зеркальных отображений

Воспользуемся парой электростатических «султанов». Сообщив «султанам» заряд противоположных знаков, например, от кондукторов электрофорной машины, разместим их так, чтобы индикаторные полоски не соприкасались (рис. 4).

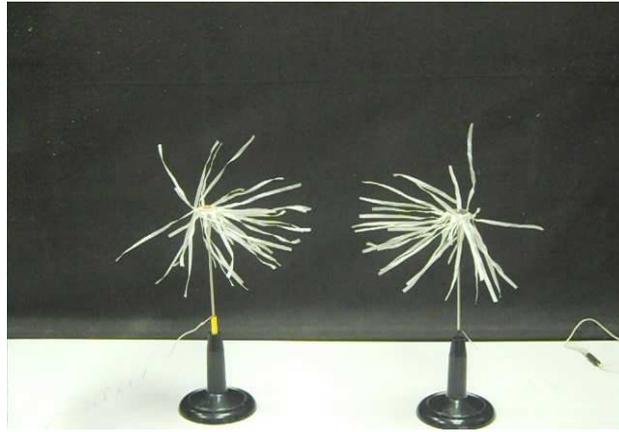


Рис. 4. Силовые линии электрического поля двух разноименно заряженных «султанов»

При решении задач второго и третьего этапа реализации нашего алгоритма учитель должен определить, что ведущим методом обучения будет эвристическая беседа, в основе которой лежит очевидная теперь модификация эксперимента, представленного на рисунке 3. Для того, чтобы перейти к задаче нашего урока, методу изображений – необходимо сделать следующее дополнение. Металлический лист достаточных размеров помещается в середину зазора между полосками «султанов» (рис. 5). Учителю необходимо вместе с учащимися определить значение потенциала в месте внесения листа и обсудить вопрос необходимости заземления листа.

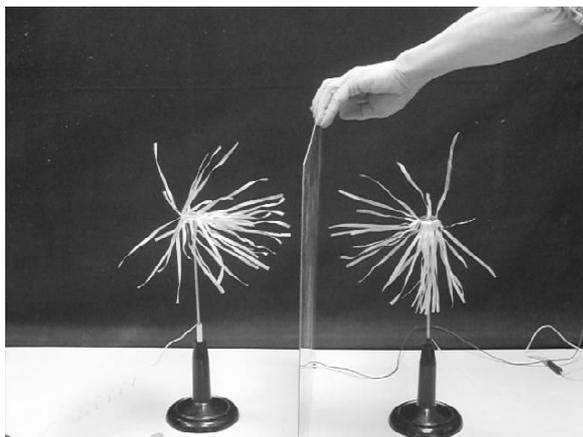


Рис. 5. Картина поля разноименных зарядов при наличии проводящей плоскости между ним

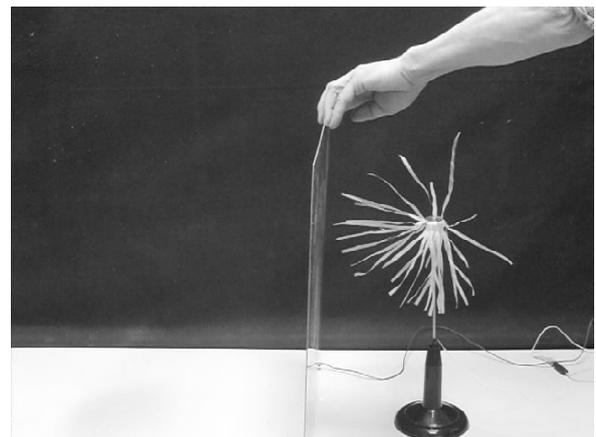


Рис. 6. Картина электрического поля заряда около проводящей плоскости

Для выяснения существа метода изображений обращается внимание на сохранение картины электрического поля, образованной данными зарядами.

Сохраняя местоположение листа, один из заряженных «султанов» убирается, при этом изменение в картине поля не наблюдается – она остаётся прежней (рис. 6). Таким образом, в эксперименте показана эквивалентность поля системы «заряд-лист» полю двух точечных зарядов в анализируемом полупространстве.

При переходе к этапу рефлексии для контроля уровня усвоения физических основ изученного содержания несколько изменяется ход опыта: к заряженному «султану» подносится металлический лист. Наблюдается перераспределение индикаторных полос в соответствии с линиями поля. К обратной стороне листа на равном расстоянии помещается подобный «султан» с зарядом противоположного знака. Учитель должен обратить внимание учеников на полученную картину поля и задать вопрос об её изменении после удаления металлического листа. Ожидаемый ответ - изменений не наблюдается.

Для самостоятельной работы, с последующей экспериментальной проверкой на следующем уроке, учащимся на завершающем этапе эксперимента предлагается ответить на два вопроса:

1. Какая картина будет наблюдаться, если с другой стороны заземленного листа поднести султан, заряженный одноименным знаком?
2. Что произойдет, если лист убрать?

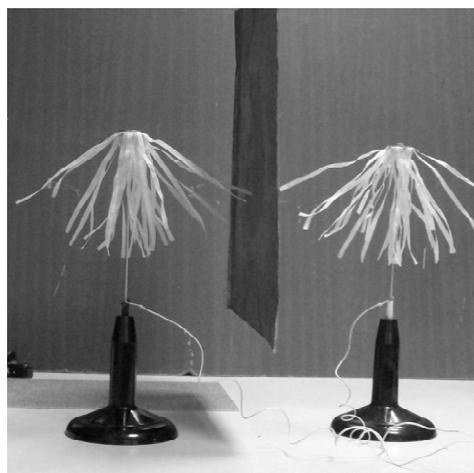


Рис.7. Экспериментальная проверка вопроса №1

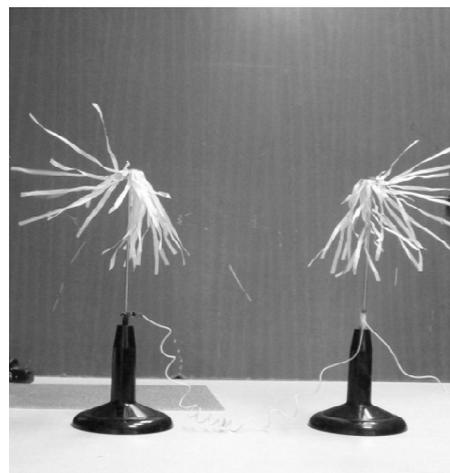


Рис. 8. Экспериментальная проверка вопроса №2

Разработанный нами эксперимент по демонстрации поля точечного заряда, расположенного вблизи плоской проводящей поверхности, подтверждает продуктивность описанного алгоритма деятельности учителя и наглядно иллюстрирует применение метода изображений в электростатике. Можно утверждать, что эксперимент был ведущим методом обучения на этом уроке, поскольку познавательная деятельность учащихся основывалась на нём в течение всего урока. Учащиеся не только наблюдали за ходом эксперимента, но и обсуждали его, предсказывали результаты, предлагали развитие демонстрации.

Пошаговый план действий учителя для конструирования урока по данной теме представлен в приложении 1.

Предложенный нами алгоритм можно распространить на используемый в курсе общей физики метод изображений. Достаточно трудной является задача о вычислении поля точечного заряда, расположенного вблизи проводящего шара (сферической поверхности) [59]. Само понятие фиктивного заряда, лежащего в основе расчета при решении этой задачи, является сложным для восприятия. Тем более не очевидно, что этот фиктивный заряд используется в расчете напряженности реального поля. Преподаватель приходит к необходимости подкрепления абстрактных чертежей и расчетов наглядными экспериментами, отражающими теоретические модели.

Известны и часто используются на лекциях демонстрации по визуализации электростатических полей с помощью взвеси крупинок диэлектрика в касторовом масле. Предложенную технологию можно применить для наблюдения структуры поля точечного заряда, находящегося вблизи сферической проводящей поверхности нулевого потенциала и вычисляемого с помощью метода изображений.

При решении подобной задачи методом изображений, поле в рассматриваемой области пространства заменяется полем, созданным в однородном пространстве двумя точечными зарядами, один из которых реальный, а второй вспомогательный – его «изображение». Величина и размещение

вспомогательного заряда зависят от взаимного положения реального заряда и проводящего шара, а также его радиуса.

Предлагаемый эксперимент рассчитан на демонстрацию именно того обстоятельства, что поле точечного заряда, расположенного вблизи сферической проводящей поверхности можно «сконструировать» из полей двух точечных зарядов (реального и вспомогательного), причем положение и величина вспомогательного заряда должны быть тщательно подобраны в ходе решения типовой задачи курса общей физики. Данные этой задачи берутся в соответствии с предлагаемой демонстрацией.

Основной сложностью при реализации такого эксперимента является необходимость создания двух разных по знакам точечных зарядов с определенным отношением величин зарядов. Указанная проблема решается посредством мегаомного резисторного делителя, нагруженного на источник высокого напряжения. Необходимые потенциалы с делителя подаются на электроды, погружённые в касторовое масло. Одновременно выполняется проблема фиксации точки нулевого потенциала [63].

Вначале, на этапе постановки задачи, показываем студентам поле точечного заряда, находящегося вблизи проводящей сферы, потенциал которой равен нулю. Фактически наблюдается сечение трехмерной картины плоскостью – вместо сферы используется проводящий цилиндр соответствующего радиуса (рис. 9).

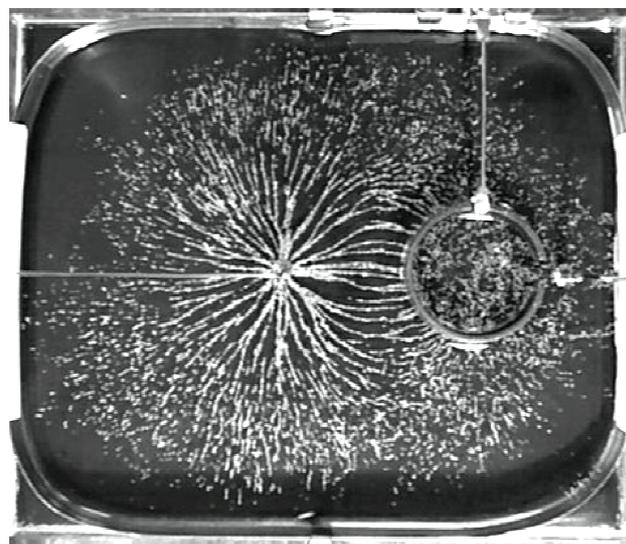


Рис. 9. Поле точечного заряда вблизи проводящей сферы

Эта часть эксперимента несет мотивационный потенциал, реализуя проблемный элемент обучения, на основе которого студенты при решении задачи находят фиктивный, вспомогательный заряд–изображение и место его расположения. Убедиться в правильности полученного решения студентам поможет следующая часть эксперимента. Выключив напряжение, цилиндр убирается, и в заранее рассчитанную точку помещается электрод, на котором будет располагаться вспомогательный заряд–изображение. Значительная вязкость касторового масла способствует тому, что при данных манипуляциях с электродами в кювете, первоначальная картина силовых линий (область вне цилиндра) практически не изменяется. После включения высокого напряжения наблюдается «построение» новых силовых линий вблизи вспомогательного заряда (т.е. в области, которую первоначально занимал проводящий цилиндр) с сохранением первоначальной картины силовых линий (рис. 10а).

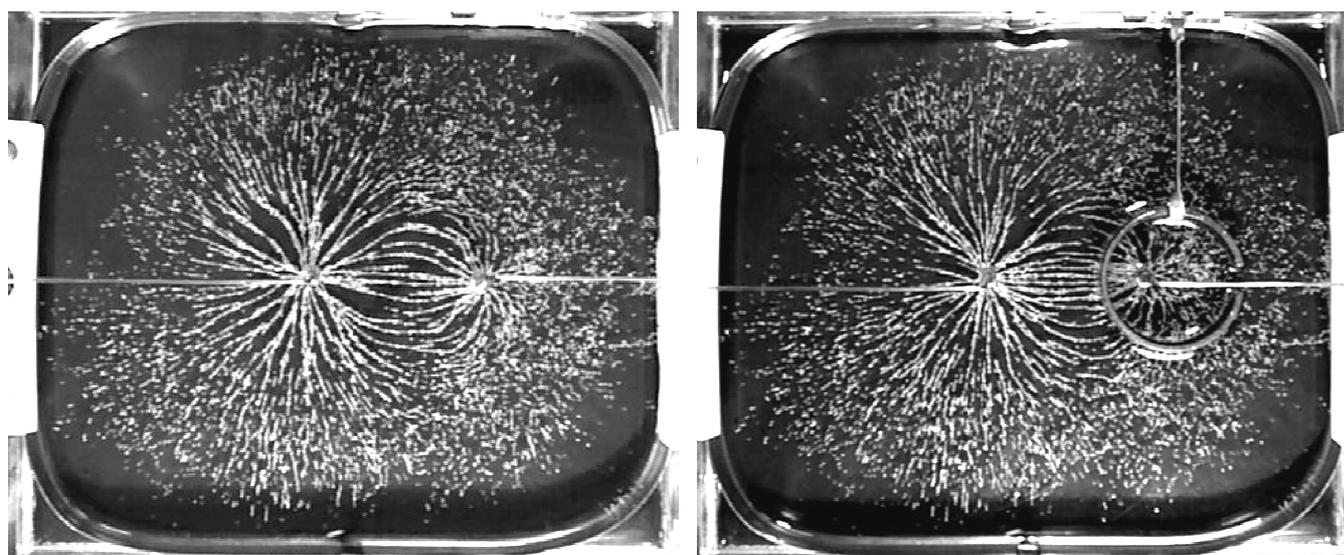


Рис. 10. Реконструкция поля точечного заряда вблизи проводящей сферы

Рис. 10а. Картина силовых линий существующего и вспомогательного зарядов.

Рис. 10б. «Сконструированное» поле точечного заряда около проводящей сферы

Последний этап эксперимента проводится в качестве рефлексии: проводящий цилиндр помещается на место, преподаватель обращает внимание студентов на то, что исходная картина силовых линий не нарушается (рис. 10б).

Таким образом, мы из полей двух точечных зарядов (существующего и вспомогательного) «сконструировали» исходное поле – поле точечного заряда, расположенного вблизи сферической проводящей поверхности, что позволило наглядно убедиться в реализации используемого метода при выполнении поэтапной экспериментальной иллюстрации в ходе решения поставленной задачи.

Предложенный алгоритм позволяет учителям, а также преподавателям вузов максимально эффективно конструировать учебный процесс с использованием эксперимента, что является обязательным требованием нового образовательного стандарта. Хотелось бы отметить, что, на наш взгляд, использовать алгоритм для организации познавательной деятельности учащихся на основе эксперимента могут не только учителя физики, но и химии, биологии.

2.3.2 Реализация алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента при изучении закона сохранения импульса

Практика показывает, что изучение закона сохранения импульса для учащихся является одним из наиболее сложных вопросов механики, да и всего школьного курса физики в целом. Это подтверждается статистикой решения задач школьниками при сдаче ЕГЭ. Именно задания на применение закона сохранения импульса вызывают наибольшие затруднения учащихся (самый низкий процент, верно решивших такие задачи). Анкетирование учителей физики показало, что и для них тема «Законы сохранения в механике» является достаточно сложной в методическом плане.

На наш взгляд, одной из причин создавшихся затруднений учителей и учащихся является изложение закона сохранения импульса в учебниках, рекомендуемых для изучения физики в школе, и методических рекомендациях

для учителей. Проанализируем методику изучения закона сохранения импульса в учебниках 10 класса, наиболее распространенных в общеобразовательных школах [72, 29, 3, 19, 106].

Чаще всего изложение закона сохранения импульса начинается с введения понятия «замкнутая» или «изолированная система тел», причем мнения авторов также расходятся – либо это «система тел, взаимодействующих только друг с другом» [29, 3], либо «система тел, для которой равнодействующая внешних сил равна нулю» [72]. Авторы пособия [29] сразу ставят учащихся в тупик фразой «абсолютно замкнутых систем не существует» и задают вопрос: «Когда можно применять закон сохранения импульса к незамкнутым системам?». Получается противоречие между применимостью закона согласно его формулировке и «примечаниями», добавленными авторами.

В учебнике [3] не оговаривается, где найти системы тел, взаимодействующих только друг с другом, лишь после параграфа, в примере решения задачи (шар попадает в тележку с песком и застревает в песке) говорится, что «закон сохранения нужно написать для проекций на горизонтальную ось», но ни слова о том, почему именно проекции, а не в векторной форме, почему ось горизонтальная.

В большинстве учебников закон сохранения импульса выводится (или дается без вывода) для частного случая системы из двух тел и в рамку обводится следующая математическая формула:

$$m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 = m_1\vec{V}_{10} + m_2\vec{V}_{20} \quad (1)$$

Часто в методической литературе предлагаются алгоритмы решения задач, применение которых приводит учащихся к ошибкам при решении задач на едином государственном экзамене. Например, в статьях [164, 182] предлагается последовательность действий, в которой отсутствует самое главное – проверка возможности применения закона сохранения импульса к данной системе тел.

К сожалению, в большинстве пособий по школьному физическому эксперименту [44, 158, 132] для проверки закона сохранения импульса предлагаются эксперименты, закрепляющие в сознании учащихся одномерную модель применения данного закона для системы из двух тел. Такие эксперименты, несомненно, необходимы. Однако наша задача состоит в том, чтобы учащиеся научились применять полученную сумму знаний в самостоятельной познавательной деятельности, при решении разноуровневых задач.

Наиболее удачным является изложение данной темы в учебнике [19], рекомендованном для школ и классов с углубленным изучением физико-математических дисциплин и переработанном учебнике [106] для общеобразовательных школ. Понятие замкнутой или изолированной системы там не вводится, зато рассматриваются внутренние и внешние для системы тел силы. Затем доказывается, что внутренние силы изменить суммарный импульс системы не могут, изменение импульса системы связывается с равнодействующей внешних сил:

$$\Delta \vec{p}_{\text{сум}} = \vec{F} \cdot \Delta t \quad (2)$$

И далее формулируется закон сохранения импульса: «если сумма внешних сил равна нулю, то импульс системы тел сохраняется». Математическая запись сделана для системы, содержащей произвольное количество тел:

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 + m_3 \vec{V}_3 + \dots = m_1 \vec{V}_{10} + m_2 \vec{V}_{20} + m_3 \vec{V}_{30} + \dots \quad (3)$$

Также отмечено, что уравнение представляет собой компактную запись трех уравнений для проекций импульсов системы на оси координат и может выполняться закон сохранения импульса только в проекции на определенную ось.

Мы считаем, что для успешного решения задач с применением закона сохранения импульса можно предложить следующую последовательность действий:

1. Выделить систему тел, взаимодействие которых рассматривается в задаче.

2. Вычислить сумму внешних сил, действующих на тела системы. Если сумма равна нулю, перейти к пункту 3, иначе – к пункту 4.

3. Выбрать два момента времени – t_1 и t_2 - так, чтобы была возможность связать искомые величины с известными. Записать суммарный импульс выбранной системы для каждого момента времени и приравнять их.

4. Выбрать систему координат и спроецировать полученное уравнение на оси координат. Полученные в результате скалярные уравнения (одно, два или три) нужно решить и найти искомые величины.

В случае если сумма внешних сил, действующих на тела системы, не равна нулю, ищем направления, для которых сумма проекций внешних сил равна нулю. Если удастся найти такое направление, выбираем два момента времени и составляем скалярное уравнение сохранения соответствующей проекции суммарного импульса.

Если сумма внешних сил не равна нулю, но промежуток времени, в течение которого действуют силы, очень мал ($\Delta t \rightarrow 0$), и величина проекции сил ограничена, можно считать, что суммарный импульс сохраняется. Выполняем пункт 3 или 4.

На наш взгляд, представленная последовательность действий позволит учащимся успешно решать любые задачи на применение этого закона.

Главной задачей учителя при конструировании урока по изучению закона сохранения импульса является подбор эксперимента, который позволит учащимся усвоить, что импульс выбранной системы тел может не сохраняться, но сохраняется его проекция на некоторую ось, при условии, что проекция суммы внешних сил на эту ось равна нулю. Для решения поставленной задачи учитель, следуя предложенному в диссертационном исследовании алгоритму по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента, должен проанализировать физическое содержание материала, определить перечень познавательных и экспериментальных умений, усваиваемых учащимися и выбрать или разработать соответствующий эксперимент и вариант его проведения.

Нами разработан вариант опыта, позволяющего экспериментально доказать сохранение проекции импульсов тел для различных значений углов между скоростями взаимодействующих тел, или изменение суммы импульсов при наличии внешних сил.

На предыдущем уроке учитель повторяет с учениками законы Ньютона и подчеркивает их роль для определения ускорения и скоростей тел. Предполагается, что ранее была изучена формулировка закона изменения импульса. Сформулировав понятие системы тел, и разделив действующие силы на внешние и внутренние, допустимо рассмотреть систему из двух тел, показывая в качестве примера тележки или тела на воздушной подушке. Записав второй закон Ньютона для каждого тела и системы в целом, учащиеся, под руководством учителя, выводят общий вид закона сохранения импульса. Учитель должен отметить, что он сформулирован для изолированной системы. Поскольку это понятие идеализированное, необходимо рассмотреть ряд последовательных случаев применения ЗСИ в реальных задачах:

1. Система полностью изолирована, сохраняется полный импульс.
2. Проекция внешних сил на выбранную ось равна нулю, сохраняется проекция суммы импульсов на эту ось.
3. Внешние силы ограничены по величине или ограничены их проекции на выбранную ось, сохраняется сумма импульсов за малое время наблюдения в процессе взаимодействия.
4. Несохранение импульса системы при наличии больших значений внешних сил.

Для демонстрации второго случая мы предлагаем использовать установку, которая состоит из прибора для демонстрации законов механики (ПДЗМ) и обычного пружинного устройства, стреляющего металлическим шариком [124].

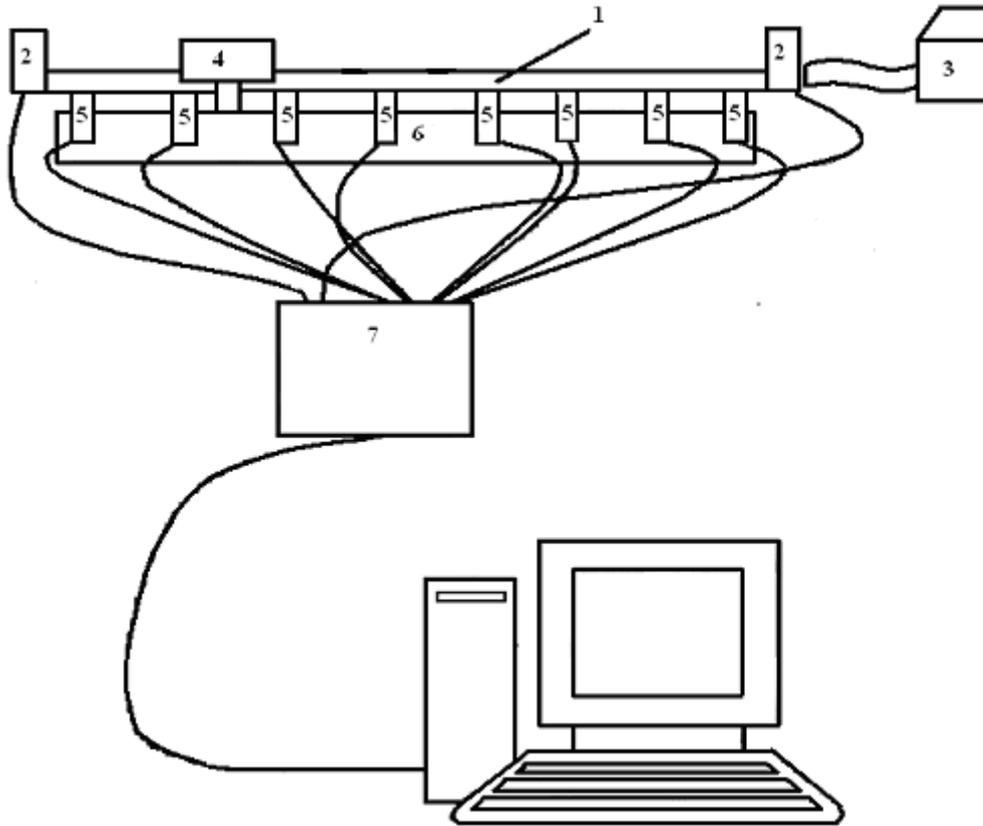


Рис.11. Схема установки для демонстрации закона сохранения импульса

К стандартному ПДЗМ, состоящему из направляющего монорельса (1), воздушного компрессора (3), каретки (4), ступенчатой подставки (2) и координатной линейки (6), добавлено 8 оптопар (5) - фотодатчиков положения каретки, и блока сопряжения с компьютером (7) (рис. 11).

Металлический шарик с различными скоростями вылетает из стреляющего устройства, которое сконструировано таким образом, что угол между вектором скорости шарика и осью монорельса может задавать учащийся самостоятельно. Шарик улавливается подвижной кареткой, скорости которой в различных точках монорельса измеряются по времени прохождения оптопар шторкой заданной длины.

Роль представленного эксперимента состоит как в создании образных, наглядных обоснований самого закона, так и может быть представлена в качестве лабораторной работы, на которой проверяется достижение поставленных целей учащимися.



Рис. 12. Установка для выполнения лабораторной работы

Сопряжение установки с компьютером позволяет учащимся получать экспериментальное значение скорости тележки и сравнивать его с теоретическим. Нами составлена специальная программа для предложенной лабораторной работы (Приложение 3).

Закон сохранения импульса

COM: Init CheckDev Start Stop Free

Скорость тележки: Вычислите скорость тележки

Масса шарика (m) =

Масса тележки (M) =

Угол, под которым брошен шарик (alf) =

Начальная скорость шарика (V0) =

Скорость тележки

$V = m * V0 * \cos(\text{alf}) / (m + M) =$ * * \cos () / (+) =

Калькулятор...

Рис. 13. Форма программы для изучения закона сохранения импульса

Данные заносятся учащимися в таблицу для последующих расчётов (рис. 13). Начальная скорость шарика также определяется учащимися экспериментально - по высоте подъема шарика при вылете из стреляющего устройства вертикально вверх. Используя калькулятор, который приложен в программе, ученик может рассчитать требуемые от него величины скорости, импульса и занести их в таблицу, сопоставив значения как импульсов шарика и каретки, так и их проекций на ось монорельса в различные моменты времени.

В качестве последнего этапа работы – этапа рефлексии, учащимся предлагается, изменяя давление воздуха в монорельсе (увеличивая силу трения) и угол его наклона к горизонту, получить различные физические ситуации: от обычного равенства нулю суммы проекций внешних сил до невозможности применения закона сохранения импульса к системе «шарик-тележка».

Форма организации работы может варьироваться от индивидуальной, самостоятельной до групповых форм работы. В качестве домашней работы даётся следующее задание: подобрать примеры для остальных случаев применения закона сохранения импульса в реальных задачах. Обосновать выбор и показать решение задачи.

Пошаговый план действий учителя для конструирования урока по данной теме представлен в приложении 2.

2.4 Методические рекомендации по организации школьного физического эксперимента

На основе проведенного в первой главе анализа нами установлена необходимость разработки новых методических рекомендаций, реализация которых обеспечила бы эффективное использование школьного физического эксперимента в учебном процессе и организации познавательной деятельности учащихся на его основе.

В методике обучения физике эта задача поставлена в работах И.В. Гребенева, О.В. Лебедевой, В.В. Майера и Е.И. Вараксиной [32,84,94]. По

мнению указанных авторов необходима разработка методических положений, образующих теоретический фундамент собственной конструктивной деятельности учителя по организации учебного процесса в целом и эффективного использования школьного физического эксперимента в частности.

В ходе исполнения разработанного алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента его важнейшим этапом является выбор эксперимента, необходимого для демонстрации изучаемого явления. Для этого учитель должен проанализировать то физическое содержание, которое должно быть усвоено учащимися на данном этапе изучения физики. В ряде случаев учитель может прийти к выводу, что его методический замысел не может быть реализован с помощью уже имеющихся в методической литературе экспериментов, тогда он должен предложить свой вариант эксперимента, а также спланировать деятельность учащихся по усвоению существа увиденного явления, осмыслению полученных фактов. Одним из путей постановки нового эксперимента – его максимальная близость к теоретической модели, схеме, построенной в учебнике, тетради. Здесь мы развиваем направление, заложенное С.А. Хорошавиным, которое автор определил как принцип соответствия содержания демонстрационного эксперимента содержанию учебного материала. Идеализированная система демонстрационного эксперимента определяется краткой формулой: сначала определить, что надо показать ученикам, а затем думать над тем, как показать, какие материальные средства для этого потребуются [163].

Анализ методической литературы и пособий, являющихся классическими для учителей физики, позволяет выделить следующую систему требований, определяющих методику применения физического эксперимента:

1. Научная достоверность. Это требование означает выбор и показ такого варианта опыта, в котором наблюдаемый эффект безошибочно может быть объяснен исследуемым явлением.

2. Доступность.

3. Наглядность.

4. Демонстрационный опыт должен быть кратковременным.

5. Демонстрационный опыт должен быть предельно убедительным и ясным.

6. Простота, т.е. демонстрационная установка должна быть по возможности простой для понимания опыта и выводов из него. Необходимо применять приборы, которые известны учащимся.

7. При отборе опытов необходимо, чтобы все изучаемые явления и их главные применения были показаны в ходе объяснения учебного материала.

8. Количество опытов не должно быть чрезмерным, чтобы не затруднять запоминание главного материала. [16,100,81,176,174,37].

Нетрудно заметить, что эти принципы носят преимущественно технический характер. В пособиях для учителей подробно изложена техника постановки экспериментов, рассмотрено многообразие опытов и установок по различным темам. Однако отсутствует методика включения того или иного эксперимента в учебный процесс, недостаточно выделен дидактический компонент организации деятельности учащихся, а предметная основа, роль эксперимента в раскрытии научных основ изучаемого содержания описаны не конструктивно.

Большинство перечисленных требований, безусловно, являются необходимыми для эффективной организации физического эксперимента, однако можно указать определенные попытки сформулировать методические требования и рекомендации по организации физического эксперимента, которые в ряде случаев входят в противоречие с существующими. Первое противоречие встречается в работе Ю. Д. Пулатова, где автор впервые указал на возможность использования демонстрационной установки в течение всего урока [137]. Учитель не должен убирать установку сразу после демонстрации опыта, а может использовать её в процессе урока для формулировки и решения экспериментальных задач, для углубления изучаемого материала за счет видоизменения установки, добавления новых деталей, элементов. Такого рода организация демонстрационных опытов делает спорным требование о

кратковременности экспериментов на уроке [81]. Ю.Д. Пулатов показывает в своем диссертационном исследовании, что эффективность демонстрационного эксперимента повышается при достаточно длительном его использовании в учебном процессе [137].

В целях активизации познавательной деятельности учащихся на уроках при организации демонстрационных экспериментов А.А. Марголисом и др. представлена определенная методика показа опытов. Основными её требованиями являются:

- четкое формулирование цели эксперимента;
- раскрытие методики наблюдения или измерения;
- отбор рационального числа демонстрационных опытов;
- фиксации учащимися в тетрадях эффекта демонстрации [100].

Наши наблюдения в ходе поисково-формирующего этапа педагогического эксперимента показали четкую корреляцию между умением учителя четко поставить цель деятельности учащихся в ходе учебного эксперимента и результатами их познавательной деятельности. Тезис об эффективности фиксации в тетрадях учащимися результатов опыта нами также неоднократно подтвержден при апробации результатов исследования и расширен в дальнейшем до утверждения о необходимости организации максимально возможной познавательной деятельности школьников, основанной на демонстрационном эксперименте или собственном экспериментировании.

Проведенный анализ приводит нас к формулировке нового набора методических рекомендаций по организации школьного физического эксперимента, выполнение которых позволило бы упорядочить осознанную деятельность учителя в ходе конструирования учебного процесса, в котором эксперимент займет то или иное место в соответствии с типом урока:

- источника новых знаний;
- средства мотивации познавательной деятельности;
- объекта познавательной деятельности учащихся;

- объекта применения и усвоения предыдущих знаний по физике и других предметов;
- средства применения новых знаний и контроля уровня его усвоения:
- способа формирования умения учащихся добывать новые знания.

Перечислим разработанные методические рекомендации:

1. Подбор эксперимента должен отвечать логике раскрытия физического содержания, соответствовать объективному этапу раскрытия полноценной физической теории в условиях конкретного класса.

2. Из каждого эксперимента, каждой показанной установки должно быть извлечено и усвоено учащимися максимально возможное физическое содержание, на данном этапе изучения предмета

3. Для усвоения физических основ результатов опыта их следует использовать как на этом уроке, так и в целом в учебном процессе, в системе уроков или в ходе самостоятельной домашней работы учащихся, в том числе в прикладных вопросах, связанных с профилем обучения.

4. На базе каждого эксперимента следует организовывать максимально возможную (в том числе по уровню самостоятельности) познавательную деятельность учащихся.

5. Организация учебного процесса на основе школьного физического эксперимента должна обеспечить применение прежнего, уже имеющегося у учащихся знания, так как усвоение его происходит в процессе применения.

6. Результат усвоения нового физического содержания учащимися из эксперимента должен быть доказан, показан, проверен на материале этого же эксперимента.

Представленный выше перечень сформированных нами методических рекомендаций базируется на специфике физики, как сугубо дедуктивной и доказательной науки, в ходе изучения которой любое учебное содержание основывается на эксперименте, формируется в ходе экспериментальной деятельности и проверяется на опыте. Это положение впервые было сформулировано в диссертации В.В. Майера [93] и полностью разделяется нами.

При формулировке этой системы рекомендаций мы исходили также из необходимости реализации принципа научности обучения (И.В. Гребенев, Е.В. Чупрунов), согласно которому структура усваиваемого учащимися физического знания определяет основные характеристики конструируемого процесса обучения – цели, методы, средства обучения, – обеспечивая обоснованность моделирующей, проектировочной и конструктивной деятельности учителя [33].

В соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования описанный выше перечень рекомендаций определяет характерный учебный процесс, основанный на разработке индивидуальной системы физического эксперимента для конкретного класса выбранного профиля обучения, который создается учителем и отвечает его уровню владения научными основами предмета, методикой и техникой эксперимента.

Разработанные нами методические рекомендации по организации школьного физического эксперимента обосновываются психологическими положениями и результатами предшествующих психолого-педагогических исследований.

Я.И. Груденов в ходе исследований процесса обучения математике вывел следующее положение: «Если учебная деятельность выполняется путем интенсивных усилий и при этом достигается отчетливое понимание изучаемого материала или решаемой задачи, то такая деятельность становится для учащегося все более интересной» [38, с. 24].

На наш взгляд именно активная познавательная деятельность учащихся должна быть неотъемлемой частью любого эксперимента. Из этого положения следует, что для повышения интереса учащихся к физическому эксперименту не обязательно подбирать особо сложные, «изошренные» опыты, достаточно, используя доступное оборудование, максимально привлечь учеников к проведению эксперимента: самостоятельно планировать эксперимент, выдвигать гипотезы и проверять их. Тогда у учащихся возрастает познавательный интерес, формируется интенсивная деятельность, доводящая ученика до понимания научных основ изучаемого материала.

Психологи К.К. Платонов и Г.Г. Голубев пишут: «Понимание – это познание связей между предметами и явлениями, переживаемое как удовлетворение познавательной потребности» [121, с. 32]. Понимание учащимися физического содержания является необходимым условием для успешного его запоминания и усвоения. Если материал усвоен плохо, то он запоминается неточно, или вообще не запоминается, а, следовательно, в лучшем случае, учащиеся просто заучивают необходимое, что отрицательно сказывается на усвоении материала.

А.А. Смирнов [152] и Я.И. Груденов [38] установили следующую закономерность памяти: «Если учащиеся выполняют над материалом активную мыслительную деятельность и эта деятельность способствует углубленному пониманию материала, тогда происходит его успешное запоминание (произвольное или непроизвольное)». Опираясь на данное психолого-педагогическое исследование, нами была сформулирована третья рекомендация, выполнение которой в ходе организации школьного физического эксперимента позволяет учителю использовать результаты опыта для более глубокого осмысления материала, что помогает ученику подробно разобраться в изучаемой теме и запомнить, возможно, некоторые моменты даже непроизвольно.

Пятая рекомендация базируется на приеме соотнесения [15], который сводится к согласованию при изучении материала прежних, уже имеющихся у детей знаний, с отдельными частями новых.

Наши новые методические рекомендации позволяют учителю эффективно организовать физический эксперимент любого типа для класса любого профиля в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования.

2.4.1 Реализация методических рекомендаций на примере демонстрационных экспериментов

Покажем реализацию предложенных в предыдущем параграфе рекомендаций на примере демонстрационных экспериментов. Следуя новой

типологии уроков, представленной в параграфе 1.3, разработанные демонстрационные эксперименты могут служить экспериментальной основой для урока «открытия» нового знания. Учащиеся самостоятельно приходят к новым для них знаниям, планируя эксперимент, выдвигая гипотезы и проверяя их на опыте.

Первый демонстрационный эксперимент по теме «Резонанс в механических системах».

Подготовим известный опыт с двумя стандартными камертонами «ля» 440 Гц [44], дополнив его лёгким шариком на нити и теневой проекцией для наблюдения вынужденных колебаний разной амплитуды (рис. 14).

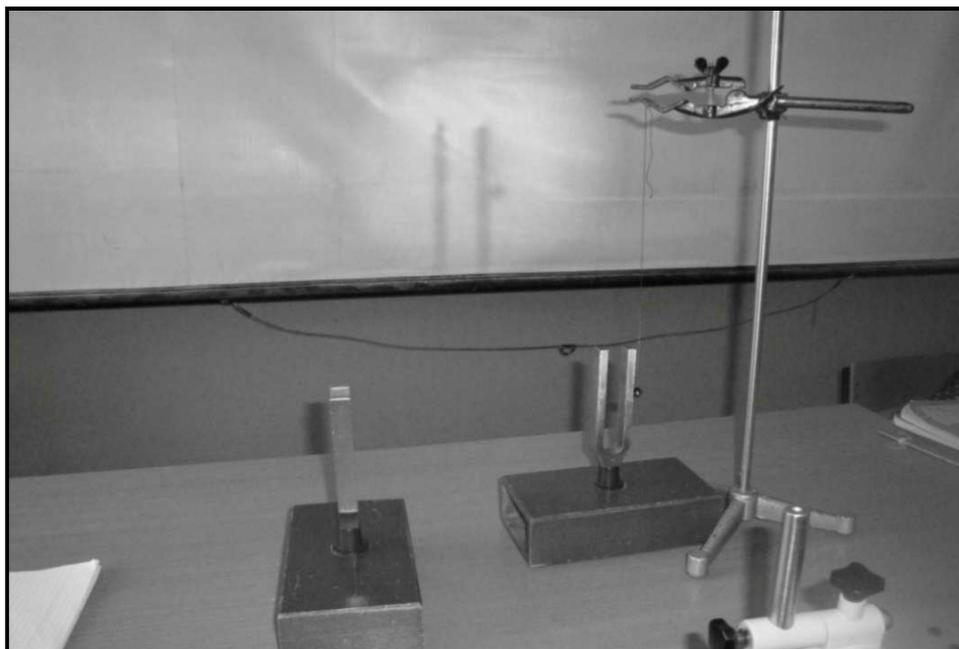


Рис. 14. Опыт для демонстрации явления резонанса

В традиционном варианте эксперимента учитель, ударяя по первому камертону молоточком, демонстрирует возбуждение второго камертона, что хорошо видно на теневой проекции по движению шарика на нити. Так же учитель обращает внимание учащихся на звучание одной ноты от обоих источников и после проведенного демонстрационного эксперимента дает учащимся определение резонанса. Далее идет закрепление пройденного материала.

Однако, по нашему мнению, нельзя сказать, что наличие резонанса на данном этапе было доказано, поскольку может быть, что два любых камертона, не

одной собственной частоты, будут давать такой же эффект. Цель урока и постановка эксперимента как ведущего метода обучения должны быть следующими – учащиеся установят на опыте условия возникновения резонанса. С дидактической стороны метод обучения может быть охарактеризован как объяснительно-иллюстративный, но эксперимент не служит лишь иллюстрацией к рассказу учителя, он является объектом познавательной деятельности учащихся и источником новых знаний.

Поэтому, опираясь на разработанные нами рекомендации, демонстрацию необходимо продлить и развить. Предвидя необходимость обращения к известному материалу прошлых уроков, на этапе актуализации опорных знаний учитель повторяет с учащимися выражение для собственной частоты пружинного маятника:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4)$$

Определив резонанс, как явление, имеющее место при совпадении частот вынуждающей силы и колебательной системы, необходимо перед учащимися поставить вопрос – а как доказать, что только при этом условии амплитуда достаточно велика? Надо это условие нарушить, изменив собственную частоту, например, пассивного элемента. Как? Жесткость k определяется материалом камертона, и изменить её нельзя, а массу его изменить можно. Предлагаем увеличивать массу, добавляя пластилин на ножки второго камертона. Повторив опыт, просим учащихся также слушать звучание камертонов. Звук «плывёт», имеют место биения.

Продолжая доказывать, что резонанс наступает при совпадении частот, просим учащихся предложить способ его восстановления. Для этого надо добавить пластилин на активный камертон и резонанс будет наблюдаться снова. Если учащиеся предложили это продолжение эксперимента и правильно предсказали или объяснили наблюдаемое явление, то они усвоили сущность резонанса, и учитель доказал это их деятельностью в ходе эксперимента.

Для развития знаний учащихся и организации их домашней самостоятельной работы можно обсудить вопрос о добротности колебательных систем – ведь мы нарушили и затем восстановили резонанс, добавив весьма малую долю от массы самого камертона, и, следовательно, весьма незначительно сдвигая частоты [126].

Рассмотрим применение предложенных методических рекомендаций по организации школьного физического эксперимента на примере другого урока, на котором эксперимент выступает ведущим методом обучения – электрический ток в вакууме (рис. 15) .

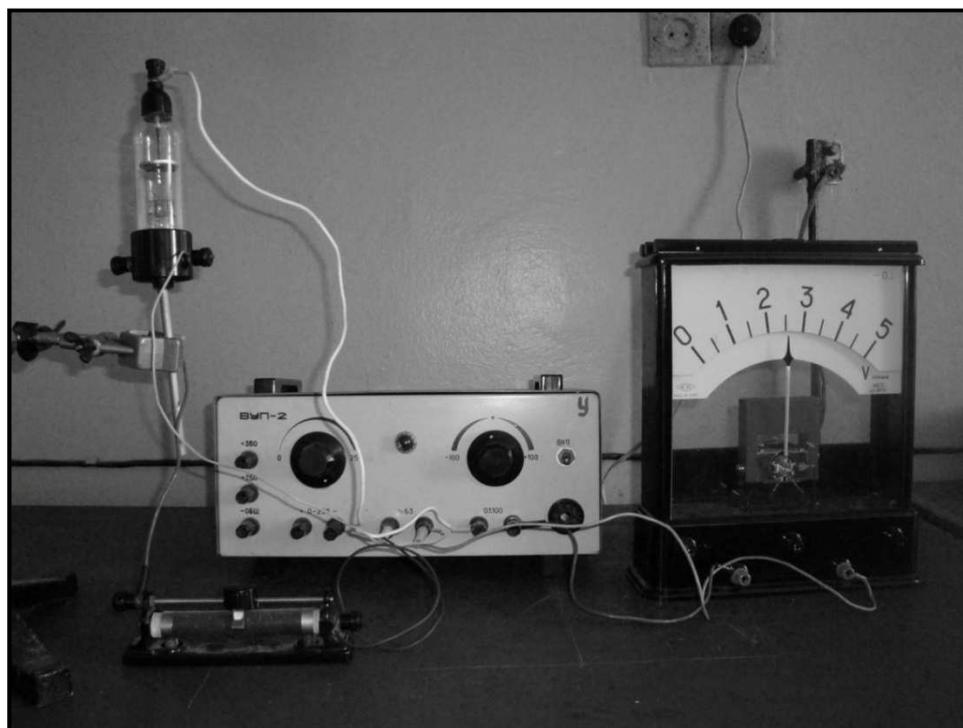


Рис. 15. Установка с вакуумным диодом

Важно сделать деятельность учащихся продуктивной, направленной на усвоение максимально возможного объективного содержания, научной основы изучаемого материала. Особенностью данной темы является то, что учащиеся владеют всем необходимым физическим содержанием для понимания механизма протекания тока в вакууме, устройства диода и его возможных применений: строение металла, связь скорости движения частиц с температурой, вольт-амперная характеристика, действие электрического и магнитного поля на заряженные частицы. Однако из-за сложности и многоплановости материала

учителю будет трудно создать проблемную ситуацию на уроке, поэтому учитель может легко сбиться на рассказ в сопровождении демонстрации.

Следуя предложенным нами требованиям, учитель сможет организовать учебный эксперимент, который позволит учащимся размышлять, обсуждать и предсказывать результаты опыта, тем самым доказывая усвоение нового учебного материала на его основе.

На начальной стадии эксперимента учитель фиксирует внимание учащихся на том факте, что в вакууме носителей нет, но в диод впаяны металлические электроды, в них имеются свободные электроны. В качестве первой проблемной ситуации учитель задает вопрос: «Почему, пока накал не включен, тока в цепи не наблюдается, или он настолько мал, что обнаружить его сложно?» В ходе эвристической беседы обсуждаются вопросы о строении металла, доказываются существование работы выхода электрона, напоминается связь средней энергии теплового движения с температурой, и учащимися делается вывод – при повышении температуры должен появиться ток. Полученный ответ должен быть проверен на эксперименте, что и делает учитель – включает накал, ток обнаруживается. Далее задаётся вопрос для обсуждения учащимися в группах – что будет при повышении (понижении) температуры? Ответы учащихся проверяются также на опыте (температура катода изменяется путём изменения напряжения накала), результаты обсуждения фиксируются в тетрадях – что обнаружили, чем объяснили.

Учитель продолжает исследование по общему алгоритму изучения тока в различных средах. По полученным данным учащимися в тетрадях строится график зависимости $V(A)$. Обнаружив ток насыщения, ещё раз необходимо вернуться к зависимости его от температуры катода, попросив предсказать, как его величина будет изменяться с увеличением температуры катода.

На предложенном эксперименте можно продемонстрировать еще ряд немаловажных особенностей электрического тока в вакууме, тем самым дать возможность учащимся подумать и проверить, насколько они усвоили физическую основу данной темы. Для этого в качестве последнего этапа

демонстрационного эксперимента предлагаем с учащимися обсудить вопрос о необходимости проводить ток через вакуум, если достаточно замкнуть этот отрезок толстым медным проводом? Ответ должен быть следующим – в вакууме электроны не взаимодействуют с веществом, поэтому их движением легко управлять. На вопрос, каким образом управлять электронами в вакууме? – ученики должны дать ответ в ходе эвристической беседы. Демонстрируем управление значением тока через диод с помощью магнитного или электрического поля поднесением магнита или наэлектризованной палочки. Таким образом, создаётся наглядная теоретическая и экспериментальная основа для самостоятельного домашнего изучения устройства и принципа действия электронно-лучевой трубки телевизора, осциллографа, которые будут рассмотрены на семинаре по итогам самостоятельной работы учащихся.

Рассмотреть реализацию предложенной методики мы предлагаем еще на одном примере демонстрационного эксперимента по теме «Насыщенный пар». При разработке урока и эксперимента, как ведущего элемента, учитель исходит из необходимости усвоения учащимися следующих понятий: постоянная Больцмана и её экспериментальный расчет, парциальное давление, явления испарения и конденсации, насыщенный пар как состояние динамического равновесия пара с жидкостью, зависимость давления насыщенного пара от температуры, равновесие насыщенного пара с его жидкостью. Казалось бы, для развития каждого из понятий необходимо подобрать свой эксперимент, но мы предлагаем весь сложный набор понятий продемонстрировать в ходе урока на одной установке. Обратим внимание, что предложенная установка максимально проста, состоит из демонстрационного жидкостного манометра и герметичной колбы с двумя выводами, один из которых соединен гибким шлангом с манометром. Второй вывод представляет собой трубку с зажимом для добавления испаряющейся жидкости. Будем в дальнейшем для краткости называть её отводной трубкой, поскольку через неё происходит сброс излишнего давления и выравнивание давления в колбе с атмосферным. При закрытом зажиме манометр измеряет превышение давления в колбе над атмосферным давлением (рис.16).

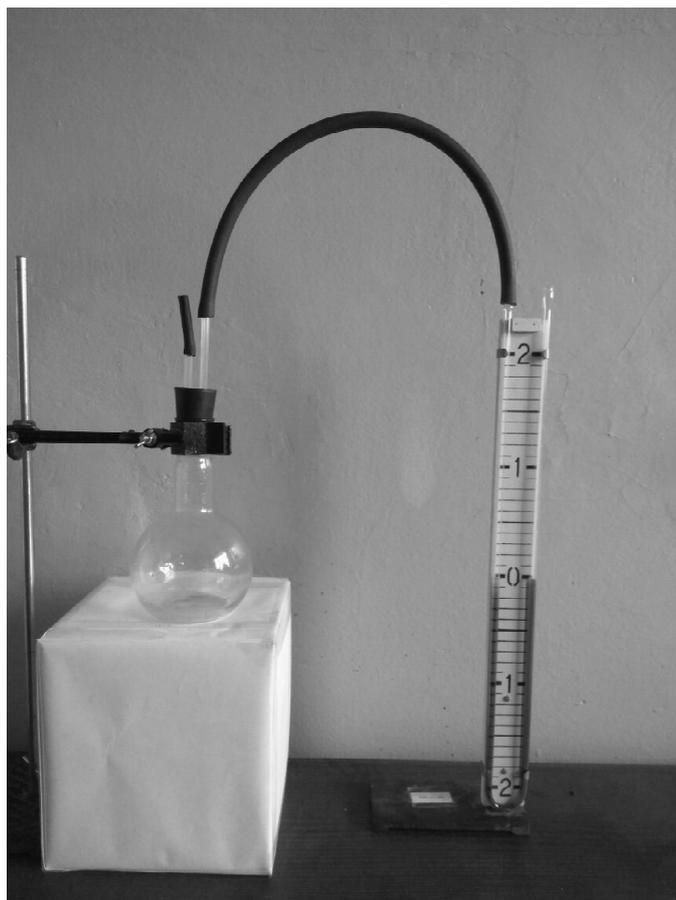


Рис. 16. Установка для демонстрационного эксперимента
по теме «Насыщенный пар»

Несмотря на обширный список экспериментов, представленных в различных пособиях для учителя, мы не нашли описаний аналогичных опытов. В большинстве пособий для демонстрации понятия насыщенного пара используются сложные установки, как со стороны подготовки и реализации эксперимента, так и со стороны требуемого оборудования или химических веществ. Например, в пособии [122] авторы в качестве основного вещества опыта предлагают использовать серный эфир или хлористый этил, которые отсутствуют в школьных кабинетах физики или химии.

Продемонстрировать работу нашего простейшего устройства мы можем в ходе повторения изученного ранее закона Шарля – закрыв отводную трубку, нагреваем колбу руками. Наблюдается рост давления воздуха в колбе, измеряемый разностями уровней водяного столба в манометре. Хотя это лишь

предварительный этап эксперимента, и никакого пара в колбе нет, но число делений на манометре следует запомнить, отметить в ученических тетрадях. Чаще всего эта величина не превышает 5 см. К этому значению учитель вернется в конце эксперимента (рис. 17).



Рис. 17. Демонстрация зависимости давления воздуха от температуры

В качестве проблемного элемента учитель задает учащимся вопрос: что произойдет, если в сосуд добавить небольшое количество легкоиспаряющейся жидкости (этанола) и зажать отводную трубку? Выдвигаемые гипотезы проверяются на эксперименте. Добавляя в колбу нескольких капель легкоиспаряющейся жидкости (этанола) в количестве, недостаточном для достижения состояния насыщения пара, учитель быстро закрывает отводную трубку. Учащиеся будут наблюдать, как по мере испарения спирта растет разница уровней жидкости в манометре (рис. 18). Объяснить увиденное можно с

привлечением закона Дальтона: к атмосферному давлению (p_0) добавляется парциальное давление паров спирта (Δp_c): $p = p_0 + \Delta p_c$. Если открыть отводную трубку, давления выравниваются.

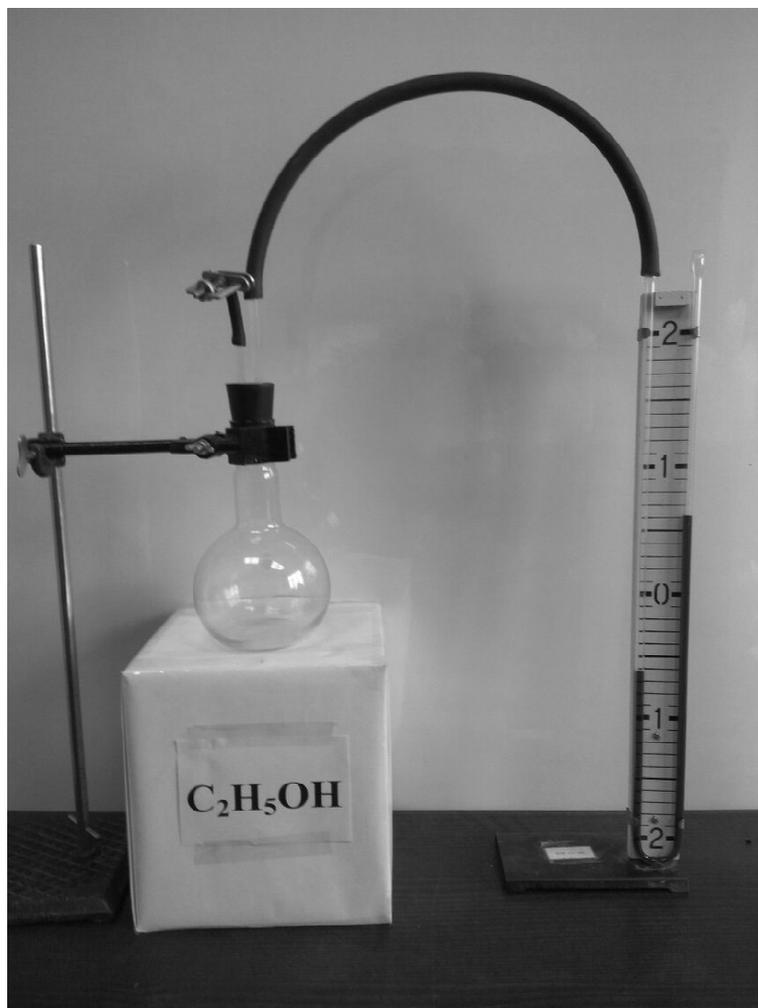


Рис. 18. Разность давлений в жидкостном манометре при добавлении первой порции этанола

На этом этапе эксперимента возможен вариант урока с вычислением учащимися постоянной Больцмана k , или универсальной газовой постоянной R , в зависимости от целей учителя. Зная температуру воздуха в комнате (T), массу введенного спирта (m), его молярную массу (μ), объем колбы (V) и измерив по разнице уровней жидкости в манометре парциальное давление паров этанола (Δp_c), можно составить следующие соотношения:

$$\Delta p_c = n \cdot k \cdot T = N \cdot k \cdot \frac{T}{V} = m \cdot k \cdot T \cdot \frac{N_a}{\mu \cdot V}, \quad (5)$$

где N – число молекул, N_a – число Авогадро.

Теперь вычисляем постоянную Больцмана:

$$k = \Delta p_c \cdot \mu \cdot \frac{V}{N_a \cdot m \cdot T}. \quad (6)$$

Результаты этого этапа эксперимента позволяют определить значение постоянной Больцмана, совпадающее с табличным по порядку величины. Нетрудно изменить расчеты и вычислить универсальную газовую постоянную: $R = k \cdot N_a$.

Далее учитель предлагает продолжить эксперимент: открывает отводную трубку – манометр показывает, что сумма давлений воздуха и паров спирта в сосуде равна атмосферному давлению. Учитель добавляет в сосуд такое же количество спирта и быстро зажимает отводную трубку. Учащимся необходимо предсказать результат. Чаще всего школьники предполагают, что снова возникнет прежнее значение разности давлений. Однако разность давлений наблюдается меньше, и процесс роста парциального давления происходит гораздо медленнее (рис. 19). Учащиеся отмечают показания в тетрадях и пытаются дать объяснение увиденному противоречию. После дискуссии приходим к выводу, что кроме процесса испарения добавляется процесс конденсации, поэтому увеличение концентрации молекул спирта в сосуде меньше, чем в первом опыте.



Рис. 19. Разность давлений в жидкостном манометре при добавлении второй порции этанола

Естественно, возникает желание продолжить наблюдение за процессом. Отводную трубку открываем, давления выравниваются и гипотеза о том, что произойдет, если в сосуд добавить еще небольшое количество спирта, также проверяется на опыте. При содержании в сосуде необходимого количества спирта, которое каждый учитель подбирает в процессе подготовки к эксперименту, повышения давления не наблюдается, что объясняется наступившим динамическим равновесием паров спирта со своей жидкостью, и позволяет утверждать, что пар в сосуде стал насыщенным (рис. 20).

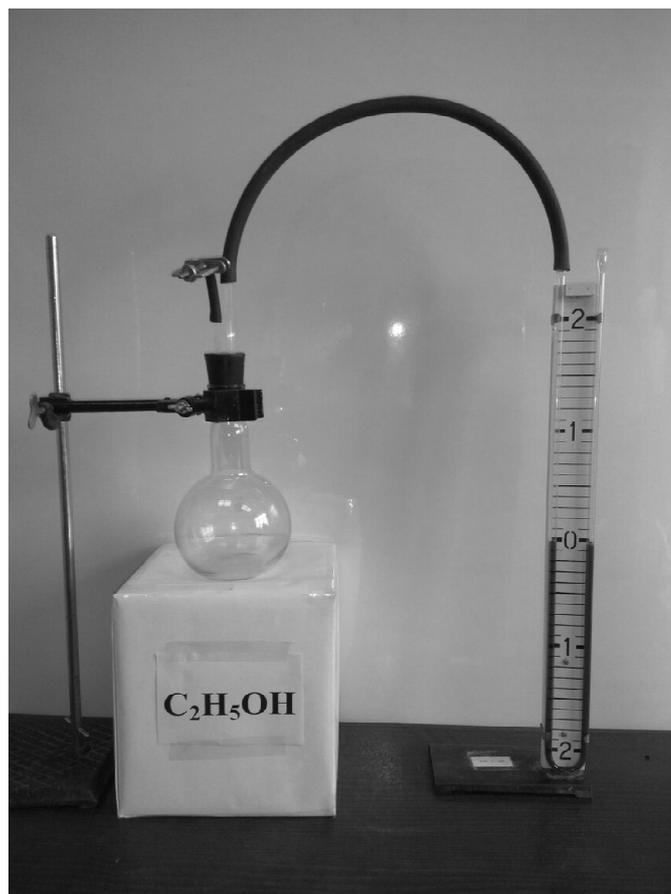


Рис. 20. Демонстрация равенства давлений при достижении парами спирта динамического равновесия

Для демонстрации зависимости насыщенного пара от температуры учитель нагревает сосуд руками (рис. 21). Наблюдаем гораздо более резкий рост давления, чем отметили в начале урока в опыте с одним воздухом в сосуде. Это говорит о возрастании концентрации молекул этанола в паре и позволяет качественно построить зависимость $p_n(T)$, существенно отличающуюся от линейной для идеального газа.

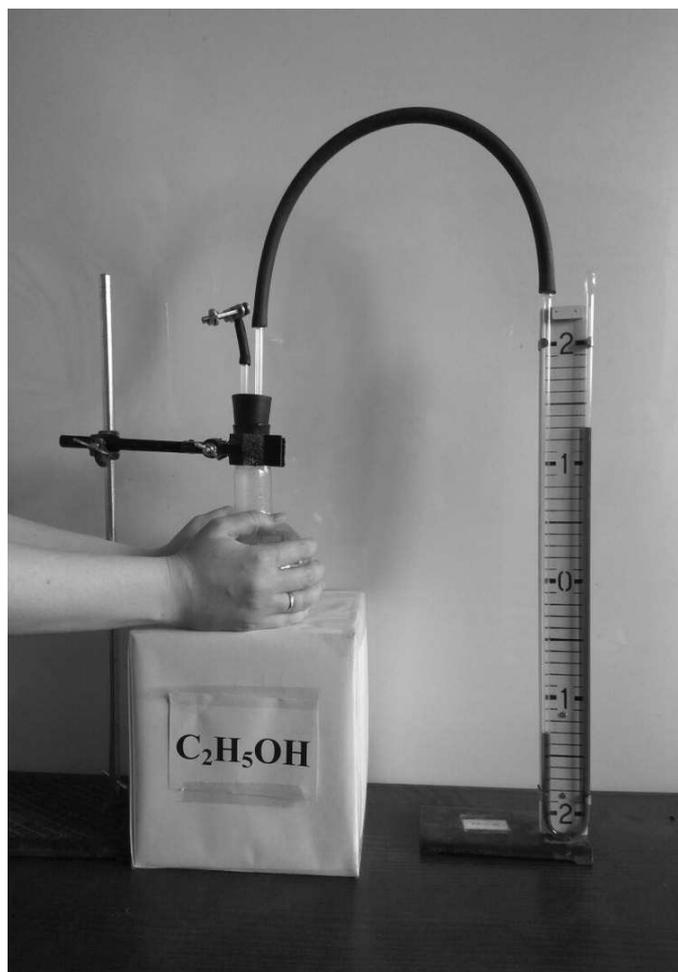


Рис. 21. Демонстрация зависимости давления насыщенного пара от температуры

На последнем этапе демонстрации учитель задает учащимся вопрос: что будет, если добавить каплю другой легкоиспаряющейся жидкости (ацетон, бензин)?

Отрабатываем понимание учащихся, что насыщенным является пар, находящийся в динамическом равновесии *со своей* жидкостью. Проводим эксперимент и видим, что при добавлении ацетона или бензина к насыщенным парам спирта разность давлений опять наблюдается, поскольку это другое вещество, дающее свой вклад в сумму парциальных давлений, и не конденсирующееся в жидкую фазу (рис. 22).

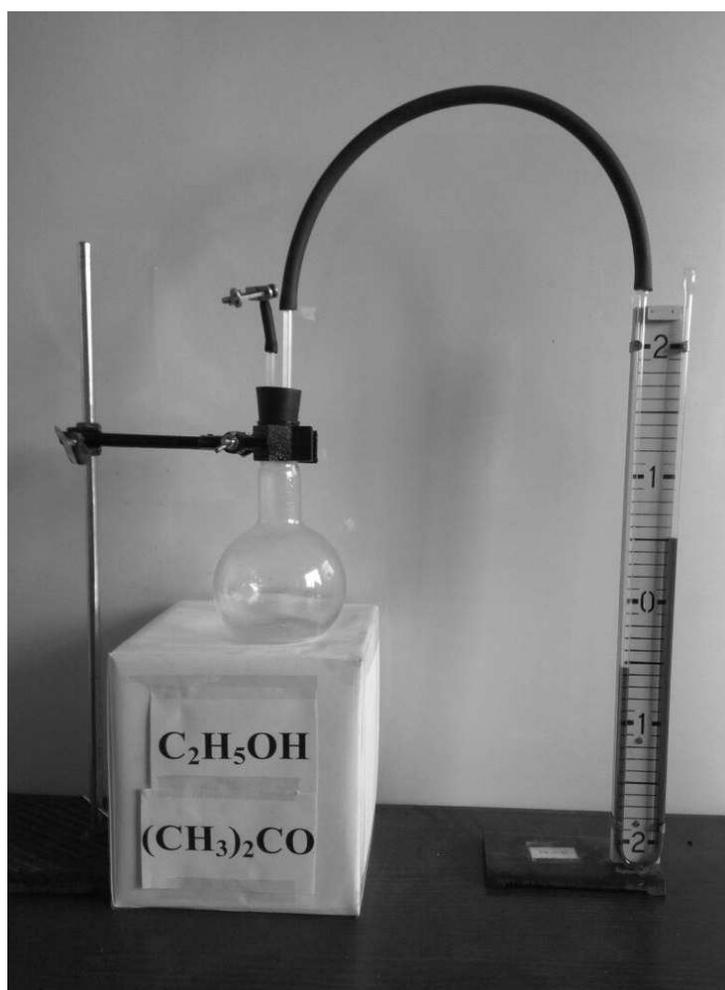


Рис. 22. Наблюдаемая разность давлений при добавлении ацетона в колбу с насыщенным паром спирта

Деятельность учащихся в нашем примере в течение всего урока основывалась на одной единственной простейшей экспериментальной установке, из которой учащимися усвоено максимально возможное физическое содержание, а именно: процессы испарения, конденсации, понятия динамического равновесия, насыщенного пара, парциального давления, обнаружили вид зависимости давления насыщенного пара от температуры.

Таким образом, на этих простых примерах мы проиллюстрировали все наши предложенные выше рекомендации:

1. На материале эксперимента показано максимально возможное физическое содержание:

- условие резонанса, его нарушение и восстановление при изменении частот, показаны биения, учащиеся подготовлены к восприятию термина добротность;
- механизм протекания электрического тока в вакуумном диоде, зависимость тока насыщения от температуры, односторонняя проводимость $V(A)$ характеристика;
- процессы испарения, конденсации, понятия динамического равновесия, насыщенного пара, парциального давления, обнаружили вид зависимости давления насыщенного пара от температуры.

2. Эксперимент был распределён по большому времени урока, а к обсуждению его результатов учащиеся вернутся в дальнейшем – исследование резонанса и добротность колебательного контура, изучение устройства и принципа действия электронно-лучевой трубки телевизора, осциллографа.

3. Можно утверждать, что эксперимент был ведущим методом обучения на уроке, поскольку познавательная деятельность учащихся основывалась на нём в течение всего урока. Учащиеся не только наблюдали за ходом эксперимента, но обсуждали его, предсказывали результаты, предлагали развитие демонстрации.

4. В процессе обсуждения эксперимента учащимися применялось предшествующее физическое содержание:

- собственная частота колебаний, связь высоты и частоты звука, амплитуды и громкости;
- понимания механизма протекания тока в вакууме, устройства диода и его возможных применений: строение металла, связь скорости движения частиц с температурой, действие электрического и магнитного поля на заряженные частицы;
- закон Шарля, зависимость давления идеального газа от температуры.

5. Результаты познавательной деятельности учащихся были применены ими в ходе этого же эксперимента при предсказании поведения системы. Этим

доказывается результативность выбора эксперимента как ведущего метода обучения.

Мы можем отметить, что деятельность учащихся в наших примерах в течение всего урока основывалась на одной единственной экспериментальной установке, из которой извлечено максимально возможное физическое содержание. Результаты познавательной деятельности учащихся проверены, доказаны в ходе этого же эксперимента в деятельности учащихся по предсказанию явлений, анализу результатов опытов и будут применяться ими в процессе дальнейшего изучения.

2.4.2 Реализация методических рекомендаций на примере лабораторных работ, работ практикума

Разработанные нами методические рекомендации по организации школьного физического эксперимента позволят учителю эффективно организовать не только демонстрационные опыты, но и лабораторные работы или работы практикума.

Для примера рассмотрим систему уроков по изучению включения конденсатора в цепь переменного тока [129]. Представленный далее эксперимент поможет учителю организовать работу физического практикума или урок исследования (творчества) для класса с углубленным изучением физики.

В начале урока в качестве ориентировочной основы предлагаем учителю повторить с учащимися понятия электрического тока ($I=dQ/dt$), связи заряда и емкости конденсатора $C=Q/U$, понятие переменного напряжения $U(t)=U_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$. Учитель демонстрирует цепь с источником постоянного напряжения, обращает внимание учеников, что лампа вспыхивает и гаснет (рис. 23). Тока в цепи нет.

Перед учащимися ставится проблемная ситуация: можно ли собрать такую электрическую цепь, чтобы электрический ток протекал через конденсатор, заполненный диэлектриком, через который движение зарядов невозможно?

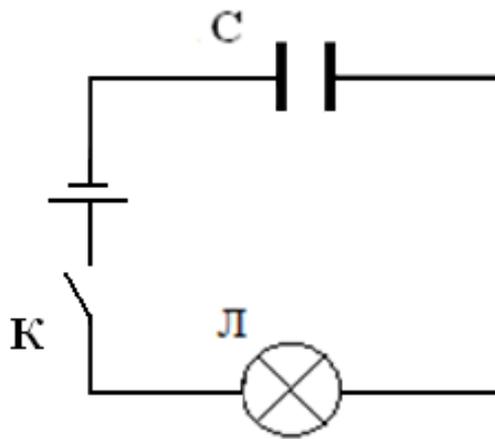


Рис. 23. Электрическая схема включения конденсатора
в цепь постоянного тока

Подробно проанализируем представленную установку. Обращаем внимание учащихся, что лампа вспыхивает только в момент замыкания ключа. Заменяем лампу светодиодом зеленого цвета и повторим эксперимент – светодиод вспыхивает только в момент замыкания ключа (рис. 24).

При размыкании ключа светодиод не загорается, так как конденсатор

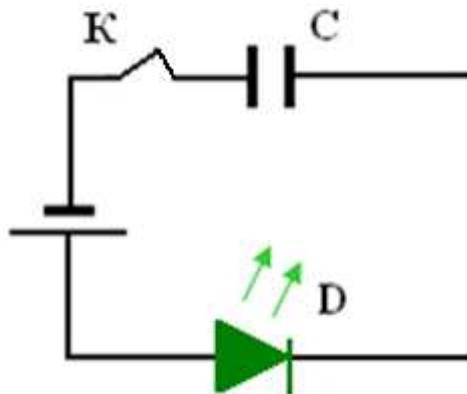


Рис. 24. Анализ процесса протекания тока

остается заряженным. Обсудим, как разрядить конденсатор и доказать наличие тока в этом случае. Параллельно конденсатору подключим второй, красный светодиод (D_2) так, как показано на рисунке 25.

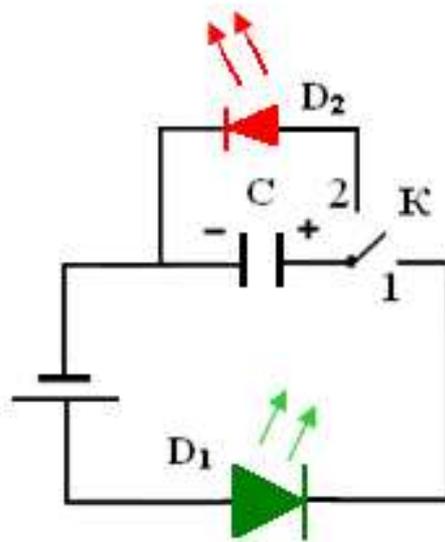


Рис. 25. Эксперимент для демонстрации процесса разрядки конденсатора

При замыкании ключа в положение 1 цепь, содержащая светодиод D_2 , разомкнута, ток через него не течет. При переключении ключа в положение 2 светодиод D_2 вспыхивает, причем большое балластное сопротивление делает свечение достаточно долгим. Повторяя неоднократно переключение ключа, учащиеся будут наблюдать поочередные вспышки светодиодов. Обсуждаем с учащимися, что происходит с зарядом конденсатора. При увеличении заряда горит зеленый диод, при уменьшении – красный.

Вспоминая связь электрического заряда и напряжения на конденсаторе ($q = U \cdot C$), учащиеся делают вывод о необходимости источника переменного напряжения. Полученные выводы также подтверждаются на эксперименте (рис. 26), причем лампа светится все время.

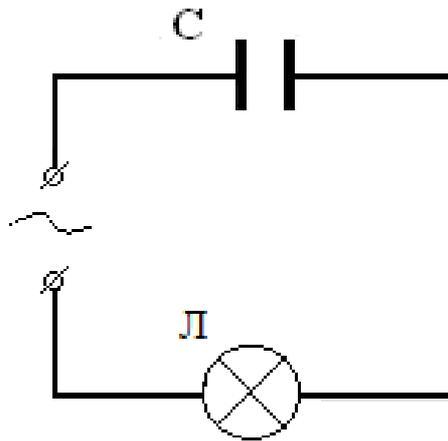


Рис. 26. Электрическая схема включения конденсатора
в цепь переменного тока

В ходе эвристической беседы учащиеся приходят к выводу, что из определения силы тока ($I=dQ/dt$), где $Q=C \cdot U$, следует

$$dQ=C \cdot dU+U \cdot dC \quad (7)$$

Таким образом, заряд на конденсаторе можно изменять как за счет изменения емкости конденсатора, так и за счет изменения подаваемого напряжения. И снова подтверждаем полученные выводы на эксперименте, изменяя частоту переменного напряжения и емкость конденсатора (рис. 27).

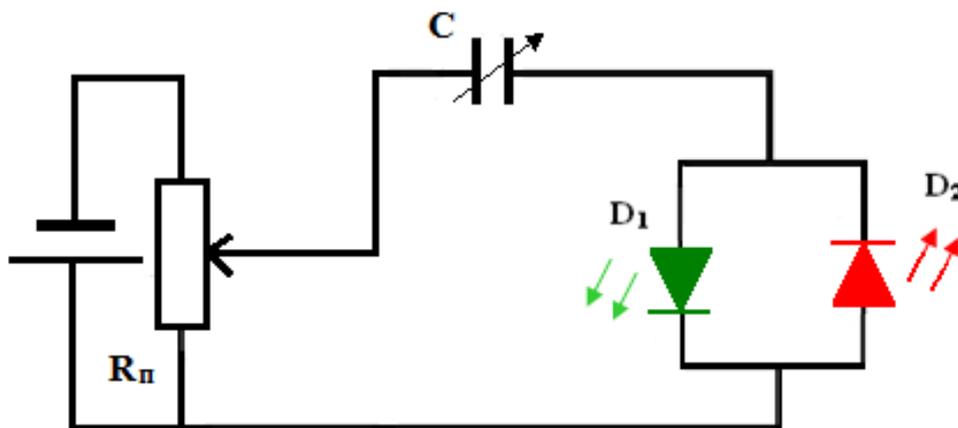


Рис. 27. Эксперимент на этапе формирования умений

При достаточно быстром изменении емкости конденсатора светодиоды вспыхивают поочередно в зависимости от того, увеличиваем мы емкость конденсатора или уменьшаем. Аналогичную картину можно наблюдать при изменении напряжения источника.

Для проверки уровня усвоения познавательных умений подключаем к двум параллельным светодиодам источник переменного напряжения (рис. 28). Оба светодиода горят одновременно! Такого, казалось бы, не может быть.

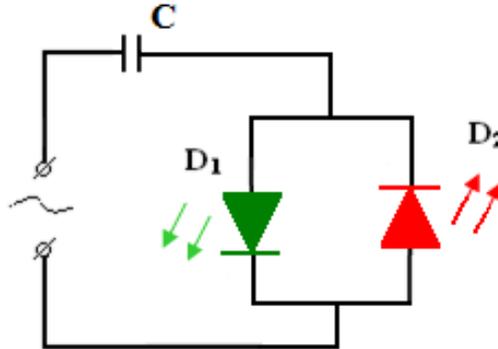


Рис. 28. Эксперимент для проверки уровня усвоения познавательных умений

Учащимся предлагается объяснить увиденное и предложить способ проверки своей гипотезы. В действительности светодиоды горят не одновременно, это зрительная инерция глаза.

Воспользовавшись осциллографом, можно наблюдать изменения напряжения на диодах. Каналы двухлучевого осциллографа подключаем к диодам, а общую точку – к конденсатору. На экране осциллографа можно увидеть, что в действительности один светодиод горит в полпериода зарядки конденсатора, а другой – в полпериода разрядки (рис. 29).

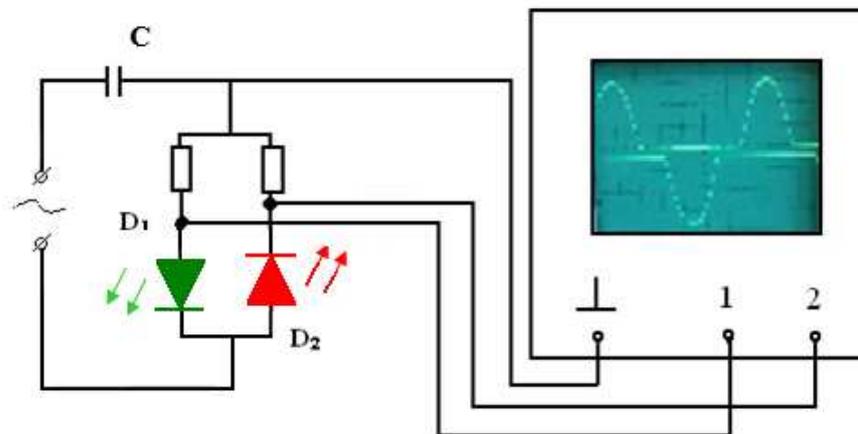


Рис. 29. Эксперимент на этапе рефлексии

На этапе рефлексии учащимся предлагается предположить, что будет наблюдаться, если собрать схему, представленную на рисунке 30? Обсуждение гипотез проводится в группах смешанного характера, результаты проверяются на эксперименте.

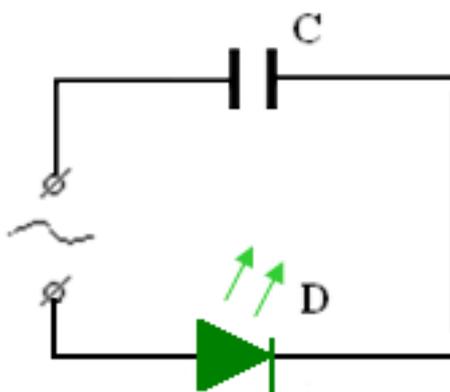


Рис. 30. Этап рефлексии

Таким образом, учащиеся в ходе урока не только получили новые знания о прохождении тока через конденсатор в цепи переменного тока, но и усвоили весь познавательный путь получения этого знания, начиная от постановки задачи, разработки экспериментальной основы обнаружения явления до развитой теории, и её экспериментальной проверки.

Важным для нас является использование эксперимента на всем протяжении урока в различных его видах, постепенно раскрывающих изучаемое явление. Весь познавательный процесс учащихся основывался на различных вариантах эксперимента, каждый раз экспериментальная установка трансформировалась в соответствии со спецификой этапа изучаемого объекта и предполагаемым познавательным результатом.

2.5 Организация исследовательской и проектной деятельности учащихся средствами школьного физического эксперимента в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования

В настоящее время вопрос о необходимости использования учебно-исследовательской деятельности учащихся продиктован требованиями Федерального государственного образовательного стандарта. Актуальность вопроса обоснована тем, что программа развития универсальных учебных действий на ступени общего образования должна быть направлена на: «формирование у обучающихся основ культуры исследовательской и проектной деятельности и навыков разработки, реализации и общественной презентации обучающимися результатов исследования, предметного или межпредметного учебного процесса» [160].

В предыдущих параграфах диссертационного исследования приведены примеры реализации разработанного методического инструментария в учебном процессе с использованием демонстрационного, лабораторного эксперимента и работ практикума. На наш взгляд, предложенный алгоритм деятельности учителя и методические рекомендации по организации школьного физического эксперимента помогут педагогу организовать исследовательскую и проектную деятельность учащихся, требуемую новым образовательным стандартом.

В определении В.С. Лазарева исследовательская деятельность – это «приобретение учащимися функционального навыка исследования как универсального способа освоения действительности, развития способности к исследовательскому типу мышления, активизация личностной позиции учащегося в образовательном процессе на основе приобретения субъективно новых знаний» [83, с. 52]. Использование такого подхода при изучении естественнонаучных предметов, в том числе физики, развивает у учащихся способность действовать самостоятельно, творчески; позволяет проявить себя как индивидуально, так и в группе, приобрести способность критически анализировать полученную информацию. При таком понимании обучения учащиеся попадают в ситуацию,

когда они стараются самостоятельно овладеть понятиями и подходами по решению проблем в процессе познания. В той или иной степени учитель непосредственно участвует в такого рода деятельности обучаемого, но только в роли организатора, вдохновителя.

Критерием качества учебно-исследовательских работ является логическая стройность структурных элементов – постановка цели, выбора методов решения, проведения опытных и контрольных экспериментов, анализа результатов и обоснования выводов [89].

М.В. Кларин пишет, что учебно-исследовательская деятельность предполагает следующие действия учащихся:

- 1) выделяет и ставит проблему, которую необходимо разрешить;
- 2) предлагает возможные решения;
- 3) проверяет эти возможные решения, исходя из данных;
- 4) делает выводы в соответствии с результатами проверки;
- 5) применяет выводы к новым данным;
- 6) делает обобщения [76].

Немаловажным вопросом при организации исследовательской деятельности учащихся является оценка её эффективности. Вопрос считается не простым, так как критерии оценки эффективности могут быть самыми разнообразными. Мы разделяем мнение А.В. Леонтовича, А.С. Саввичева, что «...критерием эффективности учебного исследования является способность занимать исследовательскую позицию и самостоятельно разрешать ситуацию, связанную с необходимостью получения новых знаний» [89, с. 44]. Далее в нашем исследовании мы предлагаем варианты учебных экспериментальных заданий, отвечающих, с нашей точки зрения, этому критерию, т.е. предполагающих самостоятельную экспериментальную деятельность учащихся по получению новых физических знаний, что является обязательным требованием ФГОС основного и среднего общего образования.

Изучение ситуации, сложившейся в школьной практике, показало, что, несмотря на понимание большой значимости учебных исследований в развитии

учащихся, большинство учителей не уделяют должного внимания организации исследовательской деятельности в учебном процессе. По результатам анкетирования учителей средних общеобразовательных школ г. Нижнего Новгорода выяснилось, что учебно-исследовательские задания используют в процессе обучения физике: очень редко - 60,8% респондентов, не используют вообще - 8% и только 6,5% учителей систематически организуют деятельность учащихся исследовательского характера (табл.5).

Таблица 5. Использование учебно-исследовательских заданий в процессе обучения физике

Как часто используете	не использую	очень редко	достаточно часто	систематически
Фронтальные экспериментально-исследовательские задания	5,9%	58,8%	26,7%	8,6%
Экспериментально-исследовательские задания	11,8%	64,8%	17,6%	5,8%
Домашние экспериментально-исследовательские задания	6,2%	52,9%	37,1%	3,8%

Обозначенная проблема, по мнению учителей, связана с такими причинами как: нехватка времени, неумение самостоятельно организовать исследование, отсутствие необходимого оборудования. Последняя причина, на наш взгляд, является часто встречающимся заблуждением. В большинстве случаев учителя физики считают, что для выполнения исследовательской работы школьниками необходимо серьезное, дорогостоящее, научное оборудование, которое отсутствует в школьном кабинете. Эта ошибка связана со смешением понятий учебно-исследовательской и научно-исследовательской деятельности. Авторы работы [89] дают четкое различие между этими видами деятельности: «учебно-исследовательская деятельность идентична научно-исследовательской по применяемому в ней научному методу, но существенно отличается по уровню сложности, методикам (они должны быть доступны для выполнения школьниками) и направлена в первую очередь на развитие учащихся» (рис. 31).

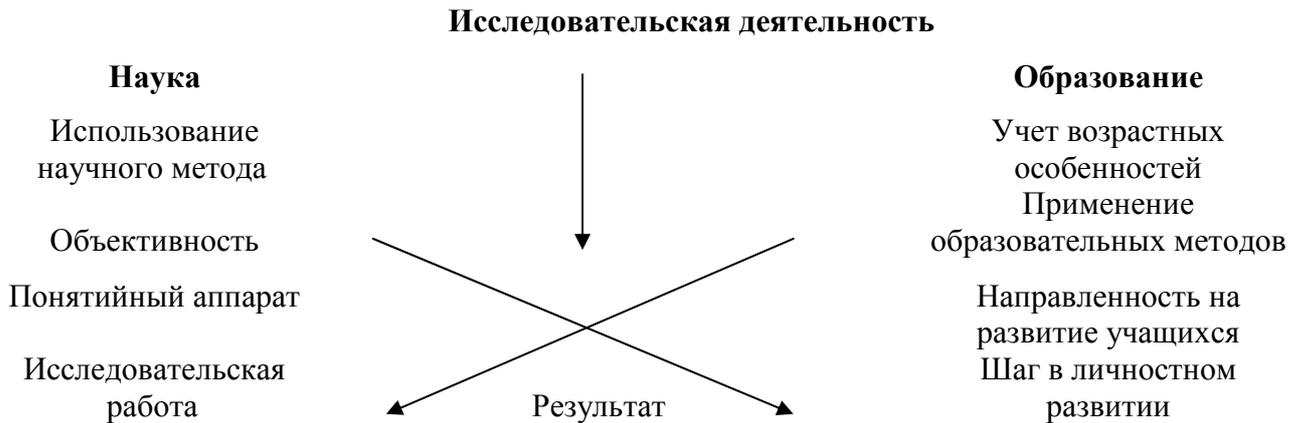


Рис. 31. Исследовательская деятельность в науке и образовании [89, с. 8].

Таким образом, исследовательская деятельность учащихся должна соответствовать логике научного исследования, но может быть выполнена на доступном, возможно самодельном, оборудовании. Ярким примером является множество исследовательских и проектных работ, разработанных В.В. Майером [95,96], оборудование для которых спроектировано из простых подручных материалов.

О.В. Лебедевой в пособии [133] представлена экспериментально-исследовательская работа «Изучение трения нити о неподвижный цилиндр». В исследовании было использовано оборудование, которое принес сам ученик: хлопчатобумажная нить, набор грузов, динамометр, различные цилиндры.

Нами разработано комплексное физическое исследование на простейшем оборудовании, лежащее полностью в рамках школьного курса механики, но позволяющее системно рассмотреть практически все вопросы с опорой на самостоятельный ученический эксперимент [127]. В ходе подготовки представленной работы использовались предложенные нами методические рекомендации по подбору и включению физического эксперимента в учебный процесс. Для выполнения работы необходима наклонная плоскость, два деревянных бруска, линейка и штатив.

Ниже представлено подробное описание работы, следуя которому учитель может без каких-либо затруднений организовать учебно-исследовательскую деятельность ученика или группы учащихся.

Задание 1. Определение коэффициента трения между бруском и наклонной плоскостью

1. Проведите эксперимент: брусок массой m скатывается по наклонной плоскости. Угол наклона плоскости α подберите таким образом, чтобы движение бруска было равномерным.

2. Измерьте величины H и L (рис. 32).

3. Расставьте силы, действующие на брусок, скатывающийся с наклонной плоскости. Используя второй закон Ньютона, получите формулу для расчета коэффициента трения μ и вычислите его.

Пример выполнения задания 1.

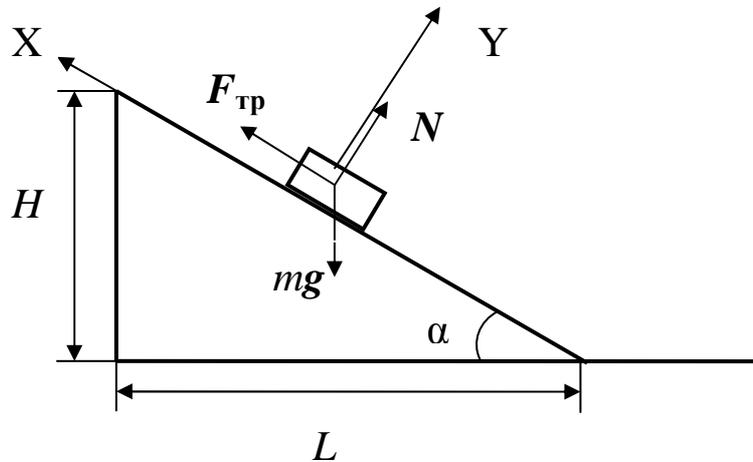


Рис. 32. Силы, действующие на брусок, движущийся по наклонной плоскости

Чтобы получить формулу для расчета коэффициента трения бруска о плоскость μ воспользуемся вторым законом Ньютона:

$$m \cdot g + F_{\text{тр}} + N = m \cdot a \quad (8)$$

Учитывая, что брусок движется равномерно ($a = 0$), спроецируем векторное уравнение на оси, указанные на рис. 32:

$$OX: \mu \cdot N = m \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (9)$$

$$OY: N = m \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (10)$$

Решая систему уравнений, находим коэффициент трения:

$$\mu = \operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{L} \quad (11)$$

Задание 2. Определение коэффициента трения между бруском и горизонтальной поверхностью

1. Проведите эксперимент: брусок массой m скатывается по наклонной плоскости и продолжает свое движение по столу; отметьте положение его остановки.

2. Измерьте величины H , L и S_1 (рис. 33).

3. Используя закон изменения полной механической энергии, рассчитайте коэффициент трения μ_1 между бруском и горизонтальной поверхностью.

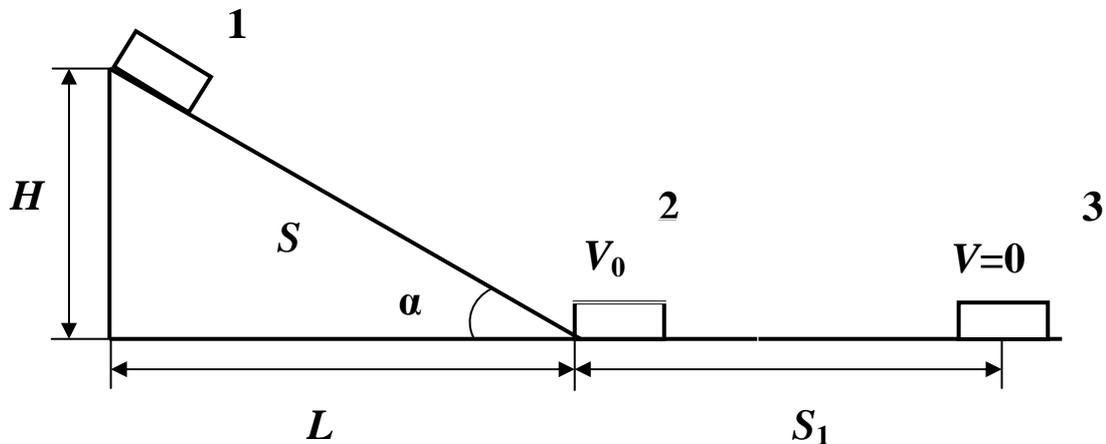


Рис. 33. К эксперименту задания 2.

Пример выполнения задания 2.

Запишем закон изменения механической энергии бруска при его перемещении из положения 1 в положение 3, показанные на рис. 33:

$$m \cdot g \cdot H = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot S + \mu_1 \cdot m \cdot g \cdot S_1, \quad (12)$$

для упрощения вычислений вводится замена $S \cdot \cos \alpha = L$. Значение коэффициента μ было получено в первой части работы.

$$\mu_1 = \frac{H - \mu L}{S_1} \quad (13)$$

Задание 3. Определение скорости бруска при скатывании с наклонной плоскости

1. Используя результаты предыдущей части работы (значение величины μ_1) и закон изменения полной механической энергии на участке 2-3, определите значение скорости V_0 при переходе бруска с наклонной плоскости на горизонтальную поверхность (рис. 33).

Пример выполнения задания 3.

$$\frac{mV_0^2}{2} = \mu_1 \cdot m \cdot g \cdot S_1 \quad (14)$$

Задание 4. Определение зависимости скорости V_0 от угла наклона плоскости

1. Проведите эксперимент: брусок массой m скатывается по наклонной плоскости и продолжает свое движение по столу, отметьте положение его остановки. Повторите эксперимент для различных значений угла наклона плоскости.

2. Измерьте величины H , L и S_1 для каждого угла наклона плоскости (рис. 33).

3. Вычислите значение начальной скорости при въезде бруска на горизонтальную поверхность для нескольких значений угла наклонной плоскости. Результаты занесите в таблицу 6, в столбец $V_{0\text{эксп}}$.

4. Выведите формулу зависимости начальной скорости при въезде бруска на горизонтальную поверхность от угла наклона плоскости и сравните значения, полученные экспериментально, с теоретическими.

Пример выполнения задания 4.

Запишем закон изменения механической энергии для участка 1-2:

$$m \cdot g \cdot H = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot S + m \cdot V_0^2 / 2 \quad (15)$$

для упрощения вычислений заменим $\cos\alpha \cdot S = L$ и подставим в выражение:

$$m \cdot g H = \mu \cdot m \cdot g \cdot L + m \cdot V_0^2 / 2 \quad (16)$$

Измерив высоту и основание наклонной плоскости линейкой, можно получить значение $V_{0\text{теор.}}$. Полученные результаты заносятся в таблицу 6.

Таблица 6. Экспериментальные результаты опыта по определению зависимости скорости V_0 от угла наклона плоскости

$H, \text{ м}$	$L, \text{ м}$	$V_{0\text{эксп.}}, \text{ м/с}$	$V_{0\text{теор.}}, \text{ м/с}$

Задание 5. Подтверждение выполнения закона сохранения импульса

1. Проведите эксперимент: брусок массой m скатывается по наклонной плоскости и продолжает свое движение по столу. Отметьте пройденное им расстояние по горизонтальной поверхности S .

2. Установите второй брусок такой же массы на расстоянии L от наклонной плоскости (рис. 34). Обратите внимание, что $L < S$, чтобы произошло столкновение брусков. Скатив первый брусок с наклонной плоскости, определите его скорость V_1 в момент соударения со вторым следующим образом $V_1 = \sqrt{2 \cdot \mu_1 \cdot g \cdot S'}$, где $S' = S - L$ – путь, который первый брусок должен был пройти от места столкновения до остановки.

Отметьте расстояние S_1', S_2' , пройденные брусками после столкновения от первоначального положения второго бруска (рис. 34). Вычислив скорости брусков после столкновения V_1' и V_2' , из соотношений $m \cdot (V_1')^2 / 2 = \mu_1 \cdot m \cdot g \cdot S'$,

$$V_1' = \sqrt{2 \cdot \mu_1 \cdot g \cdot S_1'}, \quad V_2' = \sqrt{2 \cdot \mu_1 \cdot g \cdot S_2'} \quad (17)$$

По закону сохранения импульса должно выполняться равенство:

$$m \cdot V_1 = m \cdot V_1' + m \cdot V_2' \quad (18)$$

Таким образом, пройденные расстояния при условии выполнения закона сохранения импульса должны отвечать соотношению:

$$\sqrt{S'} = \sqrt{S_1'} + \sqrt{S_2'} \quad (19)$$

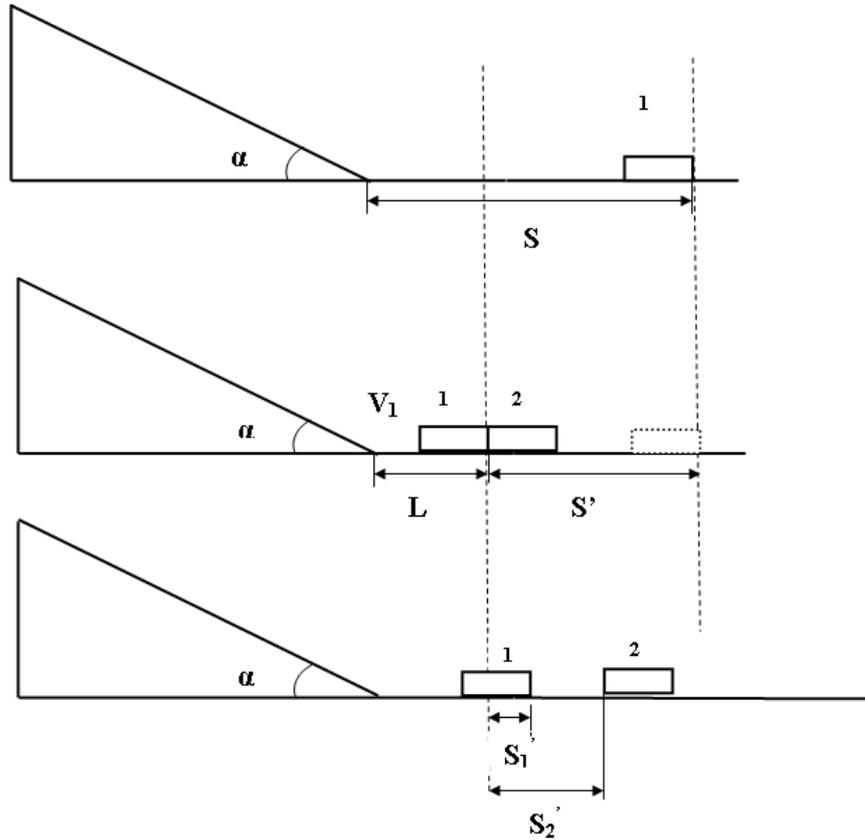


Рис. 34. К эксперименту задания 5

Отметим, что получить хотя бы приближенные числа для проверки закона сохранения импульса в условиях простейшего школьного эксперимента иным способом весьма не просто.

При проведении предложенного нами эксперимента, были получены следующие результаты:

$$S = 50 \text{ см}, L = 20 \text{ см}, S' = S - L = 30 \text{ см}, S_1' = 2 \text{ см}, S_2' = 18 \text{ см}$$

Подстановка в формулу (19) дает следующие результаты:

$$\sqrt{30} = \sqrt{2} + \sqrt{18}, \text{ или } 5,5 \approx 1,4 + 4,2.$$

Таким образом, учитывая простоту эксперимента, можно утверждать, что закон сохранения импульса выполняется.

Задание для самостоятельной работы:

Оцените долю механической энергии, которая в результате столкновения брусков перешла во внутреннюю.

Работа выполняется за два академических часа, охватывает весь курс механики 9 класса, требует минимального оборудования, которое есть в каждой школе, позволяет учащимся получить новые знания, а результат оказывается интересным и неочевидным до начала выполнения работы. Тем самым обосновывается роль этого эксперимента как ученического исследования.

Важно, что каждый результат, полученный учащимся на предыдущем этапе эксперимента, не остается сам по себе, а используется на следующем этапе и обязательно содержит исследовательский элемент. Главное – работа основывается на базовом уровне знаний физики, поэтому пригодна для класса любого профиля. В качестве полностью самостоятельного элемента исследовательской работы мы предлагаем учащимся найти потери механической энергии при соударении брусков.

Немаловажным вопросом является возможность получения в ходе ученического исследования нового знания, познавательного результата, представляющего не только учебную ценность, но и несущего хотя бы небольшую долю нового физического результата в рамках учебной физики [32].

Укажем несколько важных обстоятельств получения элементов нового физического знания в ходе учебных исследований. Прежде всего, это серьезная подготовка преподавателя в области научных основ предмета, его способность видеть содержание предмета за пределами школьного учебника [35]. Сохраняя для себя представление об эксперименте как ведущем методе обучения, преподаватель должен видеть сам и передать учащимся понимание эксперимента как способа общения человека с природой.

Наиболее сложным этапом в проведении учебного исследования для учителей является поиск вопросов, ответы на которые неочевидны и требуют

проведения наблюдения, эксперимента, анализа. Г.В. Заровняевым [53, с. 73] выделен ряд приемов, которые позволяют поставить хорошие исследовательские работы. Один из приемов – трансформация традиционных школьных лабораторных работ путём ухода за границы применимости используемых в них моделей.

Хорошо известна, например, лабораторная работа 10 класса «Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника». В традиционном варианте работа выполняется на идеальной нерастяжимой нити. Однако мы предлагаем заменить нить резиновым шнуром, что добавит элемент объективно нового физического содержания в ходе учебного исследования [128].

На первом этапе учащимся следует изучить работу, предложенную В.В. Майером и Е.И. Вараксиной [91]. Ими обнаружен интересный эффект нетривиальных траекторий груза в такой конструкции (рис. 35).

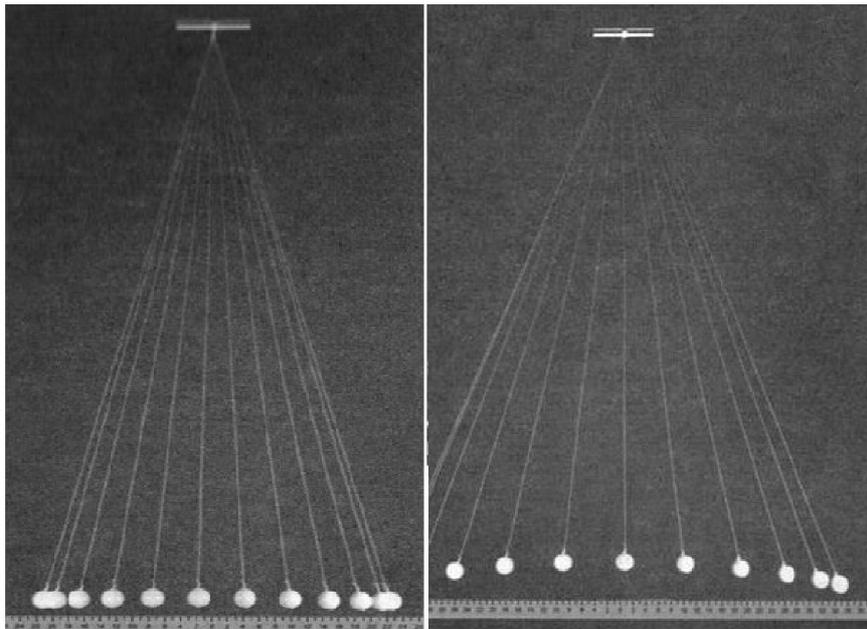


Рис. 35. Колебания маятника на упругой растяжимой нити

Основным отличием изучаемого объекта является наличие упругих свойств резиновой нити. Изучим с учащимися в эксперименте упругие свойства исследуемого образца резины, подвешивая грузы различной массы и измеряя длину нити. Обобщим результаты в таблице 7 и качественно в виде графика (рис. 36).

Таблица 7. Таблица для занесения результатов эксперимента

№ опыта	m, кг	mg, Н	L, мм
1			
2...			

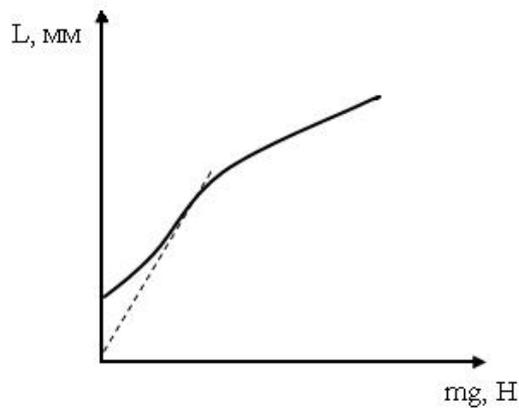


Рис. 36. Зависимость длины резиновой нити от приложенной силы

Выделим участок, на котором можно считать выполняющимся закон Гука в виде $F_y = mg = k \cdot L$ (показан пунктиром). Подберем груз такой величины, чтобы быть достаточно близко к этому линейному участку. В нашем эксперименте этому условию удовлетворяли грузы с массой 0,4-0,6 кг. Это условие не вносит принципиальной новизны, но облегчит теоретические выводы.

Отметим, что по простоте используемого оборудования эта работа вне конкуренции. В то же время работа даёт весьма интересные результаты, причем каждый учитель и ученик может продолжать собственные исследования до предела желаний и возможностей.

Определим в эксперименте период колебания груза массой 0,4 кг, висящего вертикально на упругой резиновой нити: $T_{\text{упр}} = 1,2$ с. Обратим внимание на быстрое затухание колебаний, практически через 2-3 периода. Вычислим период

колебаний этого груза как математического маятника $T_{\text{мат.}}=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, используя длину до центра масс грузов. В нашем исследовании $L=0,76$ м., $T_{\text{мат.}}=1,7$ с.

Теперь возбудим колебания системы по углу, отклонив маятник на небольшой угол. Типичная картина колебаний и динамика системы представлена на рисунке 37.

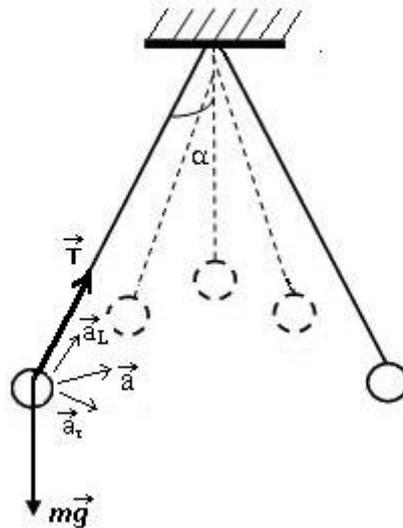


Рис. 37. Динамика исследуемой системы

Траектория движения груза образует дугу, выпуклую вверх. Но наиболее интересно, как видно из рисунков 35 и 37, что период колебаний груза вдоль нити всегда равен половине периода колебаний маятника на нити, который достаточно хорошо совпадает с вычисленным выше значением $T_{\text{мат.}}=1,7$ с. Никаких колебаний с периодом $T_{\text{упр}}=1,2$ с. в системе не наблюдается, хотя сила упругости, без сомнения, продолжает действовать и изменяться гармонически в процессе колебаний. Вместе с тем, периодов колебаний вдоль нити $T_1=T_{\text{мат.}}/2$ ожидать было нельзя. Полученный результат является совершенно новым, и для своего объяснения требует детального анализа динамики системы с двумя степенями свободы, которыми являются угол отклонения маятника и длина нити. Наш анализ будет носить приближенный характер, ограниченный возможностями учащихся, однако конечный результат будет достаточно точно описывать

экспериментальные данные. Придется вести расчеты в неинерциальной системе отсчета, связанной с нитью, вращающейся с угловой скоростью ω , в которой на груз действуют центробежная сила инерции $F_{ц} = m \cdot \omega^2 \cdot L$ и сила Кориолиса $F_{к} = 2m \cdot v' \cdot \omega$, где v' – скорость груза относительно нити.

При дальнейших расчетах будет показано, что влияние сил инерции несущественно, поэтому на рисунке 37 они не показаны. Проведем анализ сил, действующих на груз в процессе колебаний:

$$\vec{T} + \vec{mg} + \sum \vec{F}_и = m\vec{a} \quad (20)$$

Примем для простоты $T = k \cdot L$, запишем проекции в виде системы:

$$\begin{cases} ma_L = mg \cdot \cos(\alpha) - k \cdot L + m \cdot \omega^2 \cdot L \\ ma_\tau = -mg \cdot \sin(\alpha) \pm 2m \cdot v' \cdot \omega \end{cases} \quad (21)$$

При типичных данных для нашего эксперимента ($v' \approx \frac{4 \cdot \Delta L}{T_l} = 0,01 \frac{м}{с'} \cdot \omega \approx \frac{4 \cdot \alpha_m}{T_{mat}} = 0,3с^{-1}$) слагаемое силы Кориолиса существенно лишь вблизи положения равновесия, и им можно пренебречь ради получения простого уравнения движения. А именно, второе уравнение системы после замены $\sin(\alpha) \approx \alpha$ для малых углов приобретает хорошо знакомый учащимся 11 класса профильной школы вид: $\ddot{\alpha} = -\frac{g}{L} \alpha$, и имеет решение

$$\alpha(t) = \alpha_m \cdot \cos(\omega_0 \cdot t), \quad (22)$$

где $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}}$ (L – до центра масс), при $L = \text{const}$, что допустимо, т.к. удлинение $\Delta L \ll L \cdot \alpha_m$. Например, для траектории на рисунке 37 $\Delta L = L \cdot \alpha_m^2 / 2 \ll L \cdot \alpha_m$ при $\alpha_m \approx 0,1$.

Это означает, что маятник колеблется с частотой $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}}$ и периодом, соответствующим периоду математического маятника. Таким образом, мы объяснили наблюдаемое значение периода колебаний системы по переменному углу.

Для перехода к анализу колебаний по переменной длине нити и качественного объяснения появления удвоенной частоты заметим, что проекция силы тяжести $mg \cdot \cos(\alpha)$ в силу четности функции косинуса при смене знака угла α изменяется с двойной частотой.

Придадим этому результату более строгий вид.

Для малых углов $\cos(\alpha) \approx 1 - \alpha^2/2$.

Первое уравнение системы (21) приобретет следующий вид:

$$m\ddot{L} = -kL + mg \cdot (1 - \alpha^2/2) + m \cdot L \cdot \omega^2 \quad (23)$$

При учете уравнения (22) $\omega^2 = \dot{\alpha}^2 = \omega_0^2 \cdot \alpha_m^2 \cdot \sin^2(\omega_0 \cdot t)$. Оценим максимальное значение этой величины. Частота колебаний по углу $\omega_0 = \frac{2\pi}{T} \approx 3,6 \text{ c}^{-1}$. Амплитуда угла $\alpha_m \approx 0,1$, тогда $\omega^2 \leq 0,12 \text{ c}^{-2}$, что при $L = 0,76 \text{ м}$. позволяет пренебречь центробежной силой, т.к. $L \cdot \omega^2 \ll g$.

Получим уравнение движения по L :

$$m\ddot{L} = -kL + mg \cdot (1 - \alpha^2/2) \quad (24)$$

Подставим в (24) функцию угла (22): $\alpha(t) = \alpha_m \cdot \cos(\omega_0 \cdot t)$ и

заменяем $\cos^2(\omega_0 t) = \frac{1 + \cos(2\omega_0 \cdot t)}{2}$

$$\ddot{L} + \frac{k}{m} L = g \cdot \left(1 - \frac{\alpha_m^2}{2} \left(\frac{1 + \cos(2\omega_0 t)}{2} \right) \right) \quad (25)$$

Правую часть уравнения (24) для краткости запишем в таком виде:

$$\ddot{L} + \omega_l^2 \cdot L = a \cdot \cos(2 \cdot \omega_0 \cdot t) + b, \quad (26)$$

где $\omega_l = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

Перед нами уравнение вынужденных гармонических колебаний с двойной, по отношению к математическому маятнику, частотой вынуждающей силы. Аналогичные уравнения знакомы учащимся, например, из темы «Переменный электрический ток». Его частное решение – колебания частотой $2\omega_0$, мы и наблюдаем в эксперименте:

$$L(t) = L_m \cdot \cos(2\omega_0 \cdot t + \varphi_0) \quad (27)$$

Слагаемое, отвечающее за затухание свободных колебаний частотой ω_1 , можно ввести при соответствующей подготовке учащихся, но мы его не рассматриваем, чтобы не усложнять задачу для школьников. Ограничимся следующим утверждением: свободные колебания по L с частотой $\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ быстро затухают и практически не наблюдаются, т.к. время релаксации колебаний по углу существенно больше, чем по L .

Таким образом, нами предложена работа для проведения самостоятельного ученического исследования проектного типа. В ходе выполнения учащиеся существенно продвигаются в познании основ колебательных процессов, получают важные, неожиданные, и в силу этого, интересные результаты. В некоторой степени эти результаты для учебной физики носят объективный характер. Важно отметить, как в любом научном исследовании, учащиеся вместе с преподавателем не останавливаются на каком-то заданном рубеже, а стараются в меру познавательных возможностей получить все доступные им результаты.

Выполнение любого ученического исследования должно основываться не только на желании, а иногда и необходимости, учителя, но и на интересе учеников. Заинтересовать современную молодежь достаточно сложная задача. Многие учителя просто уговаривают своих учеников выполнить то или иное исследование ради очередной грамоты или положительной оценки. Однако профессиональный, квалифицированный учитель должен уметь найти подход к любому школьнику, основываясь на их интересах. «Всемирная паутина» переполнена различными видеофрагментами, несущими большой интерес к вопросам физики и химии.

Немалую популярность имеет видеофрагмент [183], в котором представлена простейшая модель униполярного двигателя (рис. 38).



Рис. 38. Модель униполярного двигателя

Эксперимент заключается в следующем: постоянный магнит 1 в форме диска примагничен к шляпке стального шурупа-самореза 2 (и электрически соединён с ней). Остриё шурупа примагничено к стальному положительному полюсу гальванического элемента 3. С отрицательным полюсом этого элемента соединён очищенный от изоляции конец многожильного медного проводника 4. Если вторым концом этого проводника слегка коснуться боковой поверхности магнита, магнит и шуруп приходят в быстрое вращение вокруг оси.

Впервые ввели данный эксперимент в научно-методический оборот В.В. Майер, Е.И. Вараксина [92] в качестве демонстрации электродвигателя учащимся старших классов.

Бесспорно, предложенный эксперимент является простым, доступным и наглядным, однако, при детальном рассмотрении этого прибора, возникает ряд вопросов, активно дискутируемых в интернете:

1) как вращается только одно тело, не противоречит ли это третьему закону Ньютона?

2) сохраняется ли в этой системе момент количества движения?

Встречаются утверждения, что этот эксперимент противоречит закону сохранения количества движения.

Поиск ответов на представленные вопросы и могут послужить темой для учебного исследования. На основе демонстрации, предложенной Е.И. Вараксиной

[92], мы разработали и реализовали ученическое исследование, отличительной чертой которого является получение численной оценки момента количества движения и анализ полученных результатов.

Для выполнения работы необходимо видоизменить модель двигателя таким образом, чтобы учащиеся в ходе эксперимента могли доказать, что момент количества движения сохраняется. Возможные варианты может предложить сам учитель, либо учащиеся в ходе эвристической беседы, после выдвижения гипотез.

Учебную модель униполярного двигателя, используемую в нашей работе, можно описать следующим образом [130].

Последовательно с положительной клеммой выпрямителя подсоединяется южный полюс магнита, закрепленного на штативе. К нему с северного полюса прикреплен металлический болт, связанный с медной рамкой, концы которой расположены на небольшом расстоянии от дна сосуда с жидкостью, находящемся в держателе штатива (в качестве жидкости в сосуде используется раствор медного купороса). Внизу сосуда имеется небольшое отверстие, в котором закреплены неизолированные провода. Отверстие обработано силиконовым герметиком, поэтому через него не проникает жидкость. Провода соединены с ключом, а тот, в свою очередь, соединен с отрицательной клеммой выпрямителя (рис. 39).



Рис. 39. Экспериментальная установка униполярного двигателя

При замыкании ключа медная рамка начинает вращаться, с увеличением напряжения рамка начнёт вращаться быстрее, так же можно заметить, что вращается и электролит, но в сторону, противоположную вращению рамки. Если с помощью ключа изменить полярность, то рамка будет вращаться в другую сторону и раствор медного купороса изменит направление своего вращения.

Далее учитель может предложить учащимся схематично нарисовать установку и расставить силы, действующие на вращающиеся рамку и раствор медного купороса, а также моменты этих сил (рис. 40).

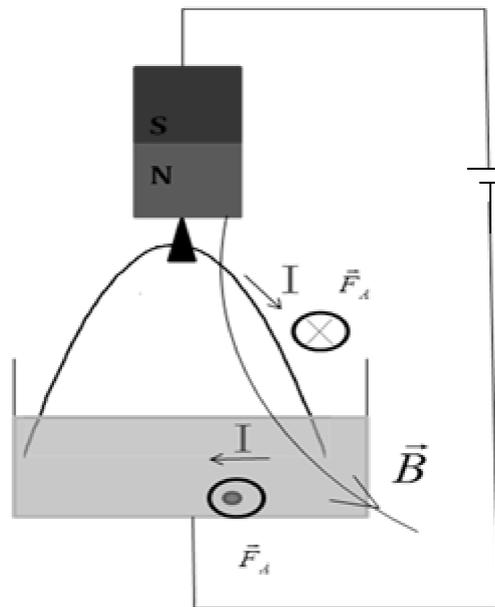


Рис. 40. Пример выполнения задания учащимися

Для определения угловой скорости вращения рамки и электролита ученик помещает на поверхность электролита небольшие кусочки пенопласта, бумаги или другого материала малой плотности: они будут крутиться в одну сторону, а рамка – в противоположную. Измеряя с помощью секундомера время, за которое кусочки пенопласта и сама рамка совершают несколько оборотов, определяя периоды вращения ($T = \frac{t}{N}$), школьник вычисляет угловую скорость ($\omega = \frac{2\pi}{T}$). Определить момент инерции электролита можно, считая его цилиндром. Расчет момента инерции дуги представляет для учащихся большую сложность, но на данном этапе, мы считаем, необходимую формулу учитель может дать в готовом виде.

Далее учащимся предлагается рассчитать момент количества движения дуги и жидкости, и сравнить полученные результаты. Пример расчетов представлен на рисунке 41.

Данные:

$$L = 0,15 \text{ м}$$

$$a = 0,08 \text{ м}$$

$$h = 0,023 \text{ м}$$

$$R_{\text{сосуда}} = 0,07 \text{ м}$$

$$m = 0,0088 \text{ кг}$$

$$\rho_{\text{жидкости}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\omega_{\text{рамки}} = 1,26 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega_{\text{жидкости}} = 0,87 \text{ с}^{-1}$$

Вычисление:

$$I_{\text{рамки}} \approx 4,21 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_{\text{жидкости}} \approx 7,01 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$L_{\text{жидкости}} \approx \omega_{\text{жидкости}} \cdot I_{\text{жидкости}} \approx 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$$

$$L_{\text{рамки}} \approx \omega_{\text{рамки}} \cdot I_{\text{рамки}} \approx 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$$

$$\text{т.е. } L_{\text{жидкости}} \approx L_{\text{рамки}}$$

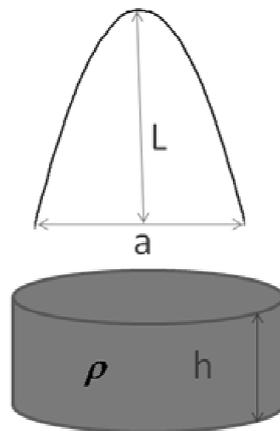


Рис. 41. К расчету моментов количества движения рамки и жидкости

На завершающем этапе мы считаем необходимым вернуться к видеофрагменту и ответить на поставленные вопросы.

Таким образом, по завершении эксперимента и выполнении необходимых расчетов учащиеся могут сделать вывод, что медная рамка имеет такой же момент количества движения, как и вращающаяся жидкость, то есть, момент количества движения сохраняется.

На этом простом примере мы еще раз проиллюстрировали наш основной принцип организации школьного физического эксперимента. На материале эксперимента показано максимально возможное физическое содержание - магнитное поле, сила Ампера, момент инерции, момент количества движения, закон сохранения количества движения.

Предложенные выше эксперименты и ряд других опытов [7] были апробированы в локальном педагогическом эксперименте в ходе исследовательского физического практикума с учащимися физико-математического класса при физическом факультете Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, а также в ходе проведения весенней исследовательской школы с учениками школ г. Н. Новгорода. Из-за кратковременного участия школьников в указанных формах не удалось получить данные по влиянию экспериментальной деятельности на развитие исследовательских качеств личности. Также, в настоящее время, критерии и подходы к диагностике сформированности исследовательских умений учащихся недостаточно разработаны [87,43], поэтому подобный анализ нами не проводился. Однако можно отметить большой интерес и желание учащихся выполнять новые неизвесные, сложные эксперименты, защищать выполненные исследовательские проекты.

Выводы по главе 2.

1. В ходе исследования выделена новая система уровней усвоения физического содержания, которая является дополнением к известным классификациям уровней усвоения знаний Б. Блума, В.П. Беспалько, В.П. Симонова:

- усвоение знаний;
- усвоение способа деятельности;
- усвоение способа получения знаний;
- получение нового знания в самостоятельной деятельности по применению способа получения знаний.

Последовательное достижение каждого из представленных уровней позволяет в итоге реализовать требования нового образовательного стандарта – достигнуть необходимого уровня познавательной деятельности учащихся на основе школьного физического эксперимента.

2. Описана методическая система обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, включающая следующие компоненты: целевой, содержательный, организационно-деятельностный и диагностический.

3. Разработана методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, основанная на реализации системно-деятельностного подхода с использованием школьного физического эксперимента. В основе методики лежит деятельность учащихся по усвоению не только содержания, но и процесса получения нового познавательного результата;

4. Достижение необходимого уровня усвоения нового физического содержания учащимися обеспечивается разработанной моделью учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента. Модель состоит из семи этапов (входной контроль, мотивационный, технический, экспериментальный, анализ результатов, рефлексия за усвоением знаний и способов деятельности, контроль усвоения способа получения знаний), прохождение каждого из которых позволяет

повысить эффективность обучения физике и выполнить новые требования ФГОС основного и среднего общего образования.

5. Реализация предложенной модели учебного процесса осуществляется с помощью разработанного алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента, включающего в себя следующие этапы: предметных действий, дидактический, методический, рефлексивный.

6. Предложен набор методических рекомендаций по организации школьного физического эксперимента, позволяющий учителю самостоятельно подобрать/разработать эксперимент, который дает возможность организации максимальной познавательной деятельности учащихся, направленной на усвоение нового физического содержания.

7. Предложены новые варианты экспериментальных физических установок, и описаны способы их включения в познавательную деятельность учащихся в соответствии с разработанными, в ходе исследования, методическими рекомендациями.

Глава 3. Методика проведения педагогического эксперимента и его результаты

Общая характеристика педагогического эксперимента представлена в таблице 8, отражающей основные задачи, сроки проведения, виды деятельности, проводившиеся на различных этапах эксперимента, и экспериментальную базу исследования.

Таблица 8. Общая характеристика педагогического эксперимента

Констатирующий этап 2010-2012г.г.		
<i>Задачи</i>	<i>Виды деятельности</i>	<i>Экспериментальная база</i>
1. Выявить состояние проблемы 2. Оценить роль и значимость школьного физического эксперимента в учебном процессе по физике 3. Оценить познавательную деятельность учащихся во время учебного процесса на основе школьного физического эксперимента 4. Выяснить отношение учителей физики к исследуемой проблеме	1. Анкетирование учителей физики и учащихся 2. Проведение диагностических работ в основной и средней школе 3. Интервьюирование учителей физики	1. Обучающиеся общеобразовательных школ города Нижнего Новгорода: МАОУ «Школа № 172», МБОУ «Школа № 20», МБОУ «Гимназия № 50», МБОУ СОШ «Школа № 74 с углубленным изучением отдельных предметов», МАОУ «Школа № 139»: 125 уч-ся 7кл., 103 уч-ся 8кл., 102 уч-ся 9 кл., 90 уч-ся 11 кл. 2. Учителя физики школ Нижнего Новгорода (35 учителей)
Поисковый этап 2011-2013 г.г.		
<i>Задачи</i>	<i>Виды деятельности</i>	<i>Экспериментальная база</i>
1. Определить основные компоненты гипотезы и	1. Тестирование учащихся основной и	1. Экспериментальная группа: уч-ся МАОУ

<p>задачи исследования</p> <p>2. Определить основные положения по организации школьного физического эксперимента</p> <p>3. Разработать теоретическую модель и соответствующую ей методику реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента</p> <p>4. Апробировать отдельные компоненты методики</p> <p>5. Разработать диагностические материалы и системы диагностики</p> <p>6. Определить список общеобразовательных школ для проведения формирующего этапа педагогического эксперимента</p>	<p>средней школы</p> <p>2. Проведение диагностических работ в основной и средней школе</p> <p>3. Беседа с учителями физики</p> <p>4. Занятия учителей-участников эксперимента в педагогической мастерской</p>	<p>«Школа № 172», МБОУ СОШ «Школа № 74 с углубленным изучением отдельных предметов»: 43 уч-ся 10 кл. Контрольная группа: уч-ся МБОУ «Школа № 20», МАОУ «Школа № 139»: 38 уч-ся 10 кл.</p> <p>2. Учителя физики МБОУ «Лицей № 40» (4 учителя)</p>
Формирующий этап 2013-2015 г.г.		
<i>Задачи</i>	<i>Виды деятельности</i>	<i>Экспериментальная база</i>
<p>1. Проверить гипотезу исследования</p>	<p>1. Проведение диагностических</p>	<p>1. Экспериментальная группа: уч-ся МАОУ</p>

<p>2. Апробировать методику реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента</p> <p>3. Оценить эффективность методики</p>	<p>работ в основной и средней школе</p> <p>2. Беседа с учителями физики</p> <p>3. Занятия учителей-участников эксперимента в педагогической мастерской</p>	<p>«Школа № 172», МБОУ СОШ «Школа № 74 с углубленным изучением отдельных предметов», МБОУ «Гимназия № 50»: 46 уч-ся 8 кл., 47 уч-ся 9 кл., 43 уч-ся 10 кл., 45 уч-ся 11 кл..</p> <p>Контрольная группа: уч-ся МБОУ «Школа № 20», МАОУ «Школа № 139»: 47 уч-ся 8 кл., 46 уч-ся 9 кл., 48 уч-ся 10 кл., 45 уч-ся 11 кл..</p> <p>2. Учителя физики МАОУ «Школа № 172», МБОУ СОШ «Школа № 74 с углубленным изучением отдельных предметов», МБОУ «Гимназия № 50» (5 учителей)</p>
---	--	--

Дадим подробную характеристику этапов педагогического эксперимента.

3.1 Методика проведения и результаты констатирующего этапа педагогического эксперимента

Основная задача констатирующего эксперимента состояла в изучении эффективности организации учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента. В эксперименте принимали участие учителя и ученики средних общеобразовательных школ Нижнего Новгорода. Эксперимент состоял из двух частей.

В первой части эксперимента анализировалось состояние изучаемой проблемы в школьной практике с точки зрения учителей. Нами были разработаны две анкеты для учителей.

Вопросы первой анкеты для учителей касались роли физического эксперимента в учебном процессе. Учителям были заданы следующие вопросы:

1. Отметьте по каждому виду эксперимента, как часто Вы используете его в учебном процессе.
2. На каких этапах учебного процесса Вы используете эксперимент?
3. В какой форме Вы проводите эксперимент?
4. Если включаете эксперимент в урок, как Вы выбираете его?
5. Хотели бы Вы заниматься в составе педагогической мастерской, посвященной физическому эксперименту и его роли в учебном процессе?

Результаты обработки анкет приведены в приложении 4 и на рисунках 42,43,44.

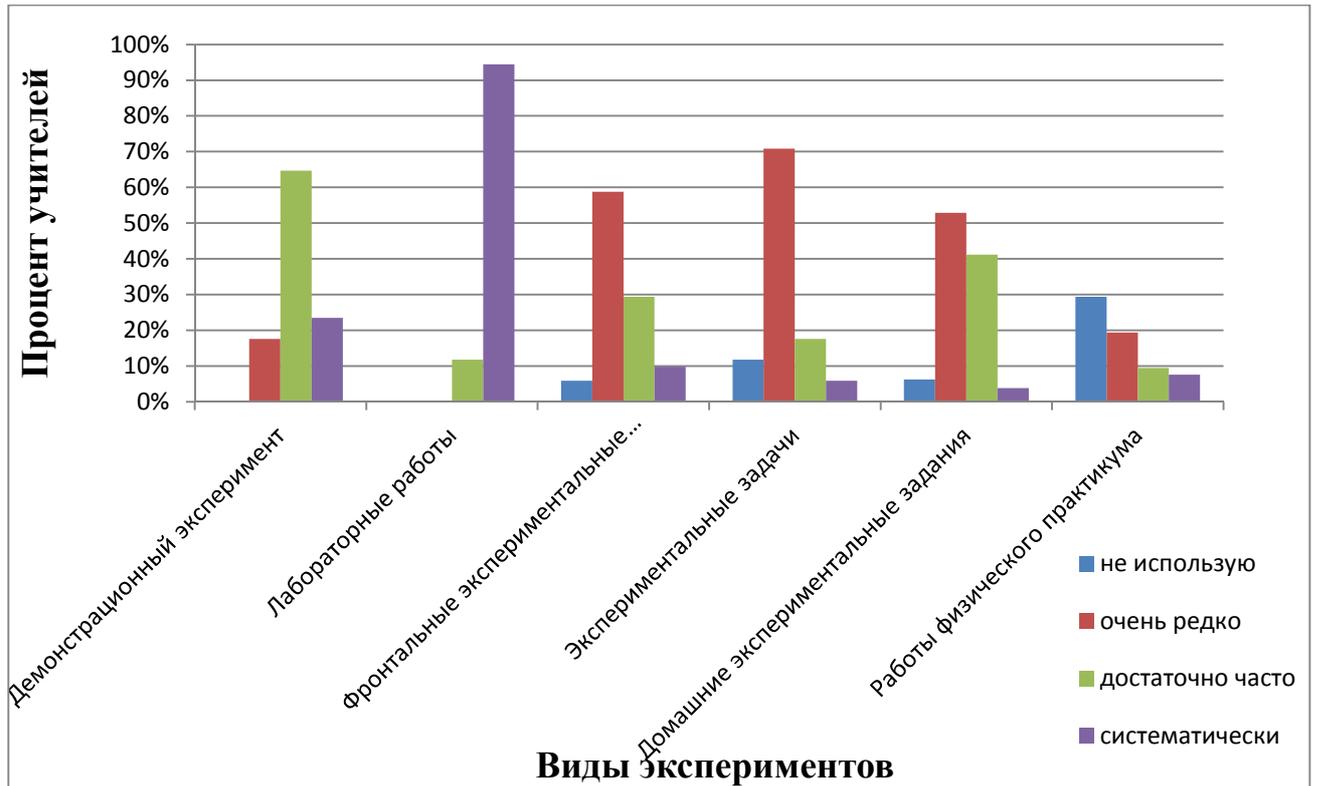


Рис. 42. Частота применения различных видов эксперимента в учебном процессе

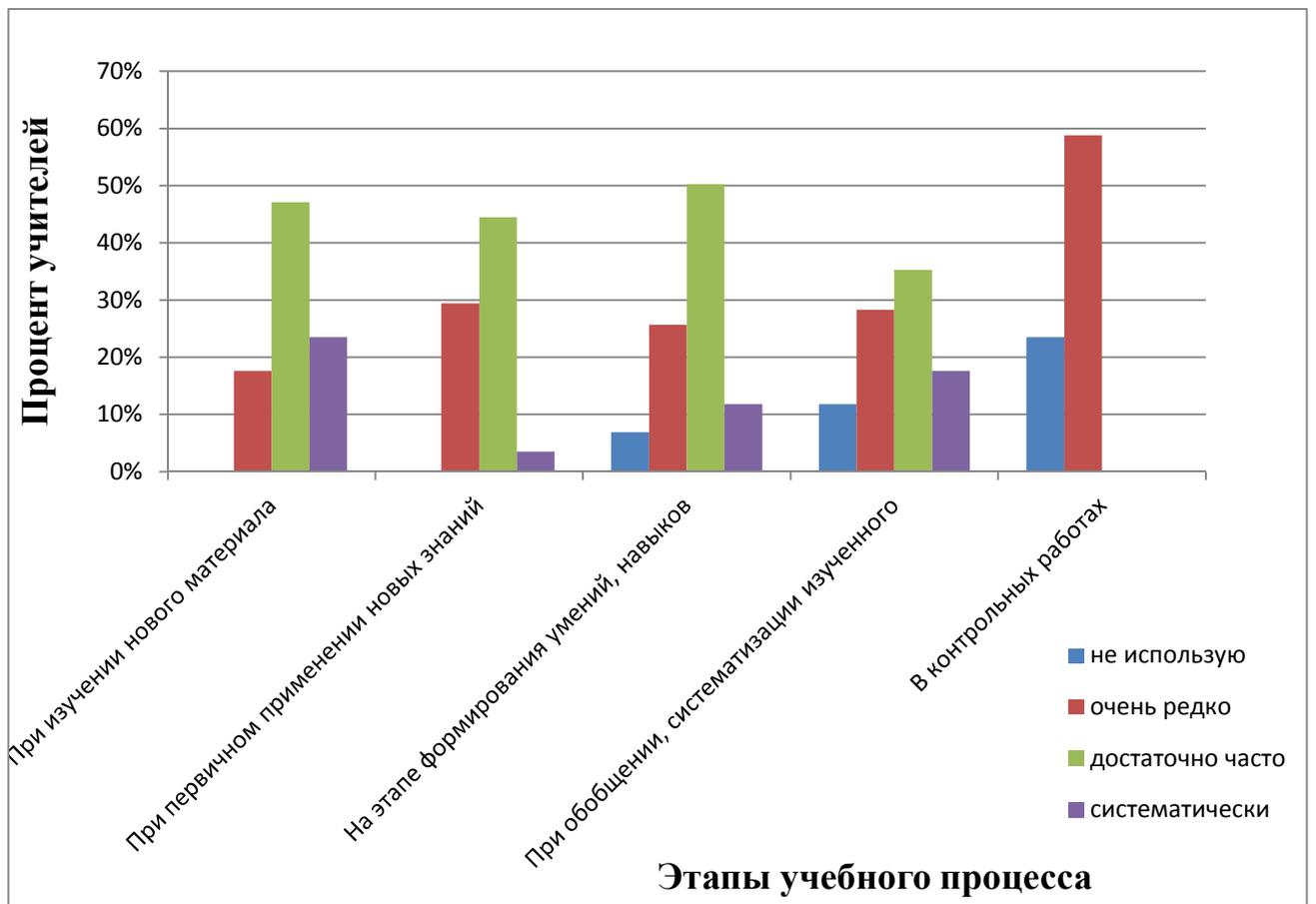


Рис. 43. Применение эксперимента на различных этапах учебного процесса

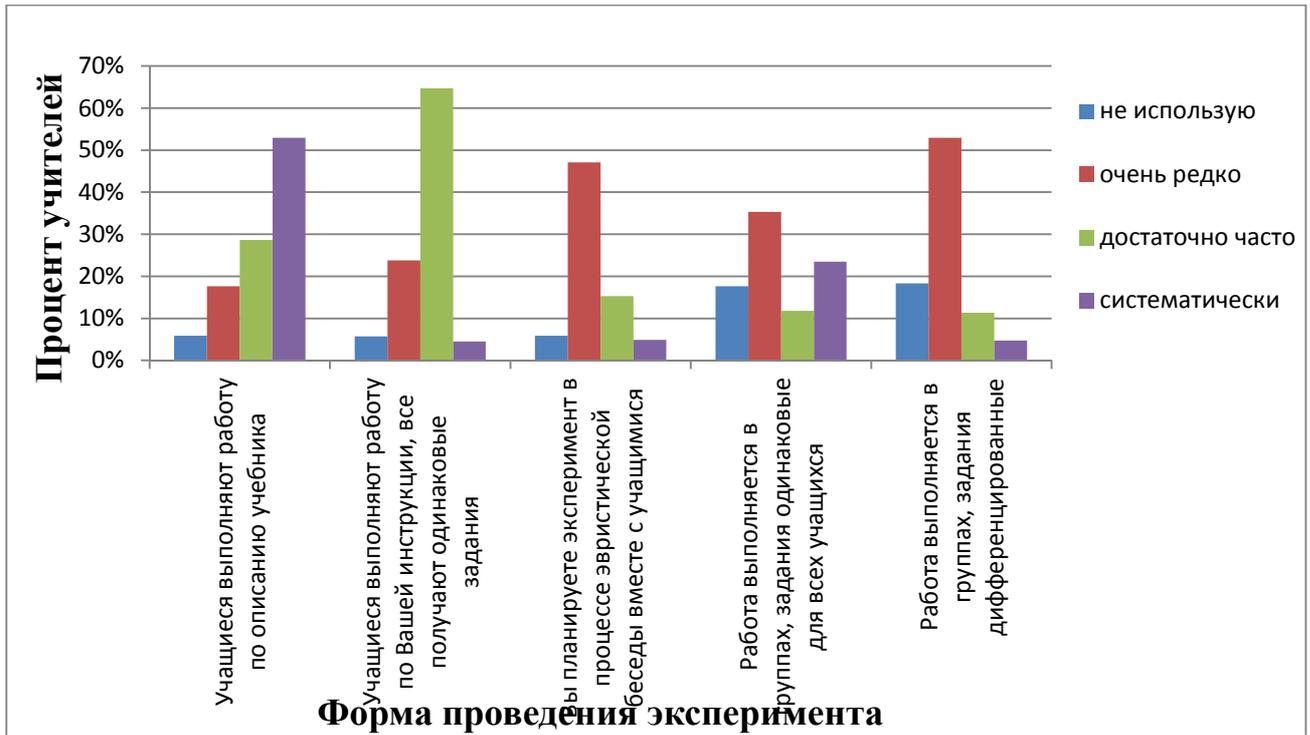


Рис. 44. Форма проведения эксперимента

Было выявлено, что учителя не используют некоторые виды эксперимента в учебном процессе. Например, фронтальные экспериментальные задания очень редко используют или не используют вовсе более 60 % респондентов, экспериментальные задачи – 82,6 %, работы физического практикума – 58,8 %.

Чаще учителя физики используют в урочной деятельности такие виды эксперимента, как демонстрационные опыты и лабораторные работы. Анализируя ответы учителей на первый вопрос, можно констатировать, что большинство учителей (82,4 %) считают, что экспериментальные навыки можно приобрести только на лабораторных занятиях, которые проводят систематически (рис. 42). Нужно отметить, что лабораторные работы организуют все, очевидно потому, что они указаны в программе и являются обязательными в учебном процессе.

Проведение какого-либо эксперимента не означает, что на его основе формируются определенные экспериментальные умения и навыки. Необходима определенная методика, позволяющая в ходе всех видов школьного эксперимента развить экспериментальную деятельность учеников (ФГОС основного и среднего общего образования). Поэтому второй вопрос анкеты имел цель выяснить методику организации школьного физического эксперимента (рис. 43). Оказалось,

что больше половины учителей (56,5%) проводят лабораторные работы по инструкции в учебнике, либо по своей инструкции, в ходе которой все учащиеся получают одинаковые пошаговые задания – 64,7%. Безусловно, существуют эксперименты, которые учащиеся должны выполнять строго по описанию учебника или учителя. Такими являются демонстрационные или фронтальные эксперименты при переходе к совершенно новой области знаний, где ученики не могут применить имеющиеся у них знания. Однако такого рода деятельность не дает учащимся развивать самостоятельные навыки выполнения и организации экспериментов, что приводит к затруднениям при участии в учебно-исследовательской и проектной работе.

Таким образом, планирование эксперимента в ходе эвристической беседы вместе с учащимися должно использоваться на уроках систематически или достаточно часто, что на данный момент выполняется только 5%-ми учителей. Также мы считаем недопустимым тот факт, что в современных школах достаточно редко прибегают к такой форме проведения эксперимента, как разбиение класса на группы, выполняющие различные задания (11,3 %) (рис. 44). Это связано с тем, что в любом классе учащиеся имеют различный уровень подготовки и не все школьники могут справиться со сложными заданиями.

Одновременно следует отметить, что учителями явно принижена роль экспериментальных задач. В среднем 70 % учителей очень редко на своих уроках решают экспериментальные задачи, а 12 % учителей не используют такой вид эксперимента вообще (рис. 42). Однако качественные и экспериментальные задачи играют немаловажную роль при проверке и оценке знаний, потому что, благодаря именно таким задачам, школьники приучаются рассуждать, осознавать сущность физических законов.

Из рисунка 43 видно, что в процессе перемещение от этапа изучения нового материала к этапу домашней работы учителя используют эксперимент реже. А на этапе проверки усвоения текущего материала (контрольные работы) демонстрационный эксперимент учителями используется лишь изредка (58,5 %). Составляя задания контрольной работы, по нашему мнению, необходимо

подбирать такие качественные задачи, для решения которых учащиеся могли бы опираться на ранее проведенные в классе эксперименты; а также такие экспериментальные задачи, которые учащийся мог бы решить, проделав эксперимент самостоятельно. Тем самым, можно проверить осознание учащимися познавательного пути от эксперимента к теории, понимание способа получения нового физического знания, уровень познавательных и экспериментальных умений, как этого требует новый образовательный стандарт [157, 142].

Включение экспериментальных задач в контрольные работы помогает учителю регламентировать критерии оценок. Для получения удовлетворительной оценки учащиеся проводят эксперименты, которые были показаны учителем в ходе изучения материала, однако, высшую оценку может получить ученик, выполнивший совершенно новый для него эксперимент. Примером может послужить эксперимент по определению фокусного расстояния линзы. На удовлетворительную оценку учащийся определяет фокусное расстояние собирающей линзы, сильный же ученик определяет фокусное расстояние рассеивающей линзы, т.е. проводит эксперимент, который на уроке не показывался. К настоящему моменту главным обоснованием, для учителей и учащихся, включения качественных и экспериментальных задач в контрольные и проверочные работы является то, что такого рода задания входят в состав единого государственного экзамена.

Также следует отметить, что на этапе формирования умений и навыков, где эксперимент является неотъемлемой частью урока, всего лишь 11,8% опрошенных учителей проводят его систематически (рис. 44).

При анализе ответов на четвертый вопрос анкеты для учителей была отмечена особенность, что при всех перечисленных выше проблемах по применению эксперимента в учебном процессе большая часть учителей (35,3 %) утверждают, что если включают эксперимент в урок, то выбирают его, анализируя физическое содержание, определяя его необходимость для организации познавательной деятельности учащихся, и обосновывая выбор конкретного опыта. Однако мы сделали вывод, что такой ответ учителя просто

считают правильным, но не придерживаются указанного метода подбора необходимого эксперимента в своей практике, что подтверждают ответами на другие вопросы анкеты.

В независимости от всего выше сказанного, почти 50 % опрошенных учителей осознают потребность повышения квалификации в данной области и хотели бы заниматься в составе педагогической мастерской, посвященной физическому эксперименту и его роли в учебном процессе.

Второе анкетирование проводилось среди учителей общеобразовательных школ, осуществляющих повышение квалификации на базе НЦНО (Нижегородский центр непрерывного образования). Учителям предлагался список вопросов, на которые они должны были ответить после демонстрации и подробного описания методики включения эксперимента в урок. Для примера рассмотрим эксперимент на тему «Резонанс в механических системах» (§ 2.4.1).

В конце эксперимента учителям были розданы анкеты со следующими вопросами:

1. Какое физическое содержание усвоено учащимися в итоге проведения эксперимента?
2. Какую цель ставит учитель перед этим экспериментом?
3. Опишите реальную деятельность учащихся во время предложенного варианта эксперимента.
4. Можно ли сказать, что в этом уроке демонстрационный эксперимент был ведущим методом обучения (поясните почему)?
5. Подтвердите, докажите или опровергните, что деятельность учащихся на уроке была мотивирована демонстрационным экспериментом.

Анализ ответов учителей на вопросы анкеты позволили нам сделать следующие выводы:

1. Около половины из опрошенных учителей неправильно или неполноценно ставят цель эксперимента, т.о. учащиеся её неправильно понимают.

2. Большинство учителей (70 %) не раскрывают полного физического содержания эксперимента, которое должны усвоить учащиеся в ходе этого эксперимента.

3. Основная часть опрошенных учителей (80 %) считают, что реальная деятельность учащихся во время проведенного эксперимента заключается в наблюдении эксперимента и высказывании выводов.

4. Ни один из учителей не смог обосновать то, что демонстрационный эксперимент на этом уроке был ведущим методом обучения, а деятельность учащихся на уроке была мотивирована физическим экспериментом.

Во второй части констатирующего этапа педагогического эксперимента проводилась работа со школьниками 7, 8, 9 и 11 классов школ № 20, 50, 139, 74, 172 г. Н. Новгорода.

Исследование проводилось с помощью разработанных нами рабочих листов.

Такие рабочие листы были разработаны для различных классов и различных демонстрационных экспериментов. Они раздавались учителями в начале урока, записи проводились учащимися до, во время и после проведенного учителем демонстрационного эксперимента.

Одним из таких экспериментов является «Дифракционная решётка», который проводился в 11 классе, в теме «Дифракция света» (Приложение 5). Анализируя полученные ответы, можно сделать некоторые важные, показательные выводы.

Во-первых, следует отметить тот факт, что при ответе на вопрос «какое новое физическое знание Вы получили» основная масса учащихся ответили следующим образом:

1. Научились измерять длину волны;

2. Как измерить длину волны с помощью дифракционной решётки,

либо ответ вообще не был дан. Ни один учащийся не отметил в ходе эксперимента, что они на опыте доказали явление дифракции, убедились, что свет является волной, убедились почему трудно обнаружить волновые свойства (мала длина волны), чем отличается синий луч от красного и т.п.

Из этого можно сделать вывод, что учитель сам неправильно поставил цель эксперимента. Если же это не так (т.е. учащиеся, самостоятельно отвечая на вопросы, сделали неверные выводы), то ошибка учителя состоит в том, что он не вернулся к обсуждению данного вопроса и не сделал необходимого обобщения и заключения.

Во-вторых, расчёт длины волны фиолетовых лучей не был произведён ни одним из учеников. Это произошло из-за того, что учителем в опыте был использован только лазер, что существенно обеднило эксперимент и не дало учащимся выполнить все задания. По аналогичным причинам не последовало ответов на вопросы, связанные с белым светом.

Также возникли трудности при различии явлений дифракции и интерференции и при указании условий дифракции света. Таким образом, класс изначально был недостаточно подготовлен к эксперименту.

Можно сделать выводы, что учитель пошёл на поводу у готового эксперимента, и под него выстроил урок, существенно обеднив физическое содержание эксперимента и урока в целом. Такая особенность подбора эксперимента учителем отмечалась и при анкетировании учителей.

После анализа полученных результатов нами были сделаны предположения, что, возможно, все эти недостатки связаны с методами преподавания в экспериментальном классе. Так как класс является гуманитарным (2 урока физики в неделю), учитель использовал в основном объяснительно-иллюстративный метод обучения.

Чтобы развеять наши сомнения, мы предложили ответить на аналогичные вопросы учащимся технического класса, где преобладают эвристический и проблемный методы обучения.

К сожалению, все перечисленные нами выше недостатки подтвердились. Как видно из таблиц 9, 10 процент неверных ответов практически совпадает.

Таблица 9. Оценка проверочных листов на тему ”Дифракционная решетка” 11 ”В” класс (гуманитарный):

<i>Группа вопросов</i>	<i>Процент верных ответов</i>
Входной контроль	96%
Обсуждение цели и плана эксперимента	88%
Восприятие хода эксперимента	14%
Анализ результатов эксперимента	37%
Усвоение нового содержания, способность переносить сформированные умения	26%

Таблица 10. Оценка проверочных листов на тему ”Дифракционная решетка” 11 ”Б” класс (профильный):

<i>Группа вопросов</i>	<i>Процент верных ответов</i>
Входной контроль	98%
Обсуждение цели и плана эксперимента	80%
Восприятие хода эксперимента	16%
Анализ результатов эксперимента	36%
Усвоение нового содержания, способность переносить сформированные умения	30%

Чтобы убедиться в недостоверности расхождения распределений, мы использовали критерий χ^2 (критерий Пирсона). $\chi^2 = 0.621$, $\chi^2_{\text{крит}} = 9.488$, т.к. $\chi^2 < \chi^2_{\text{крит}}$, следовательно, расхождения между распределениями недостоверны [149].

Следующий, используемый для наших исследований эксперимент – это «Поперечные и продольные волны» (волновая машина), 7 класс (Приложение б).

Перед проведением демонстрационного эксперимента учащиеся были хорошо подготовлены, что видно по выполненным заданиям из I части. Но, поняв с формальной стороны эксперимент, учащиеся в установке не отметили главное (шарики волновой машины соединены пружинами), что соответственно не изобразили на рисунках.

В связи с этим ученики даже не поняли смысла задания II-2, которое требует расставить силы, действующие на тела. Скорее всего, они могли подумать, что это вообще ненужный вопрос или вопрос не из этой темы.

Таким образом, учителю необходима четкая постановка цели эксперимента, как перед собой (которая формулируется из основ физического содержания), так и перед учащимися.

Выводы, сформулированные в ходе констатирующего эксперимента, легли в основу методических рекомендаций по организации школьного физического эксперимента, а также алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием физического эксперимента, разработанных в дальнейшем.

Для эффективной организации учебного процесса на основе физического эксперимента учителю необходимо:

1. Проанализировать содержание физической теории, требуемой на данном этапе познавательной деятельности;
2. Четко поставить цель эксперимента сначала для себя, а затем и для учащихся;
3. Описать деятельность учащихся на этапе подготовки эксперимента, в ходе его проведения.
4. Запланировать совместную деятельность с целью применения основного физического содержания, которое должно быть усвоено из эксперимента.

Проведенный поисковый этап педагогического эксперимента позволил расширить и уточнить методические рекомендации по организации школьного физического эксперимента.

3.2 Задачи поискового этапа педагогического эксперимента, формирование методических решений

Задачи поискового этапа педагогического эксперимента состояли в:

- 1) определении основных компонентов гипотезы и задачи исследования;
- 2) определении основных положений по организации школьного физического эксперимента;
- 3) описании методической системы обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, разработке её модели и соответствующей методики;
- 4) апробировании отдельных компонентов методики;
- 5) разработке диагностических материалов и систем диагностики;
- 6) определении списка общеобразовательных школ для проведения формирующего этапа педагогического эксперимента.

Поисковый этап педагогического эксперимента проводился в средних общеобразовательных школах города Нижнего Новгорода (№ 20, 40, 50, 74, 139, 172). Для определения форм и методов обучения в школах были составлены и проведены диагностические работы для проверки знаний и умений учащихся 8 классов, полученных в первом полугодии, по темам: «Давление жидкостей и газов», «Тепловые явления». Работы состояли из тестовых заданий и открытых вопросов. Тестовая часть была направлена на проверку понимания учениками основных физических формул и умения применять их в стандартных ситуациях.

Вторая часть работы определяла творческие способности школьников, умение применять знания в нестандартных, измененных ситуациях. Открытые задания были составлены таким образом, что учащиеся могли бы с ними справиться, только если при изложении материала учителем были проведены надлежащие демонстрационные и фронтальные опыты.

Результаты диагностической работы представлены в виде гистограмм, которые отражают средние показатели усвоения знаний, умений и навыков по изученным темам (рис. 45,46,47,48).

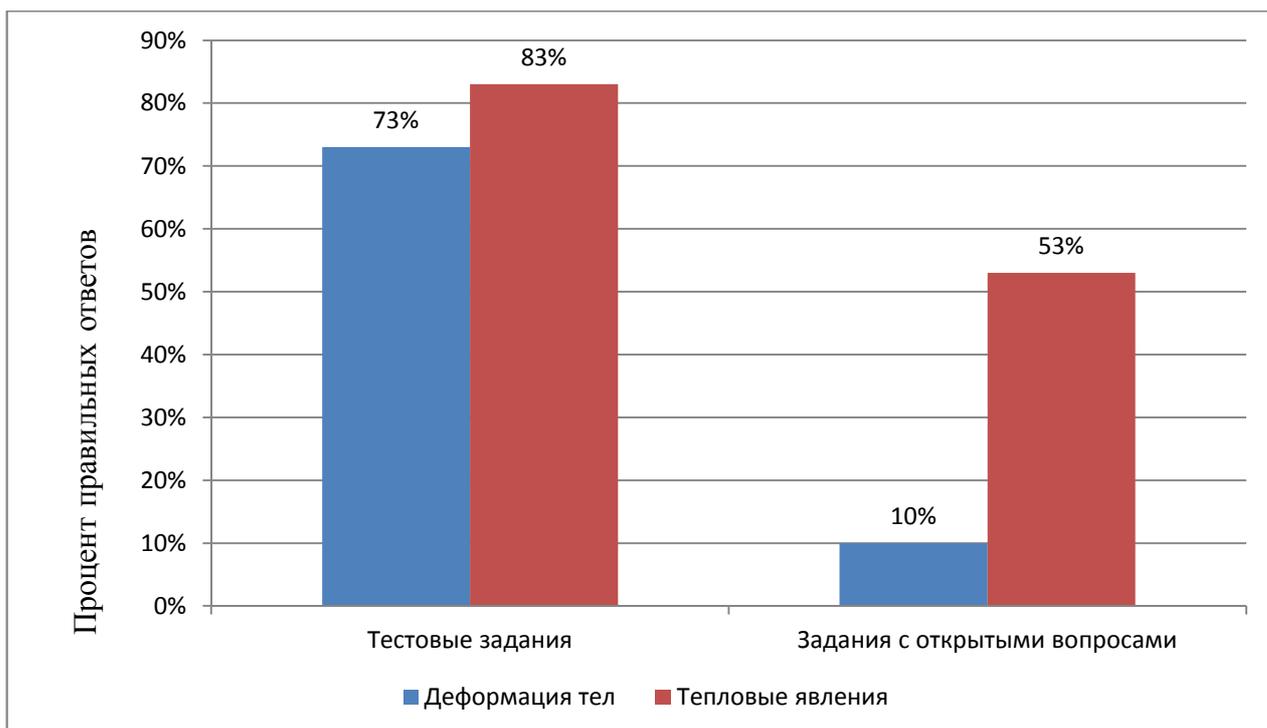


Рис. 45. Результаты диагностических работ 8 классов гимназии № 50

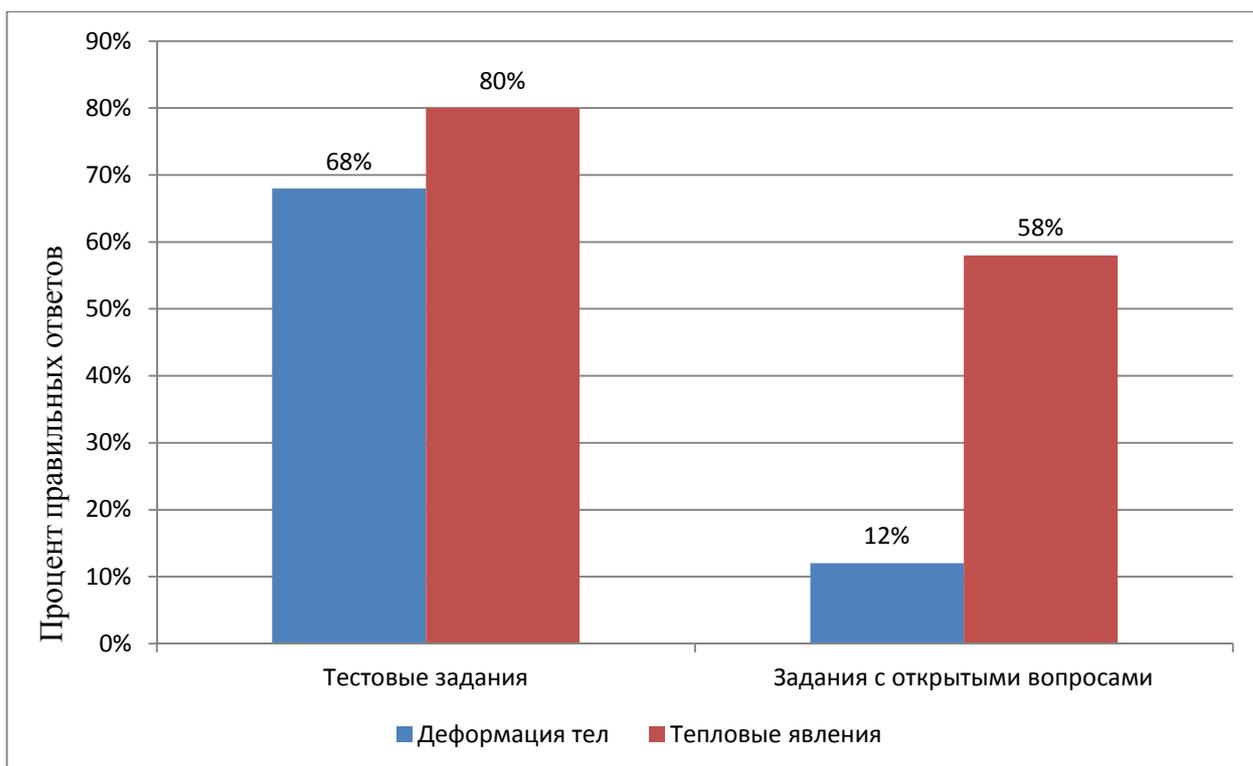


Рис. 46. Результаты диагностических работ 8 классов школы № 20

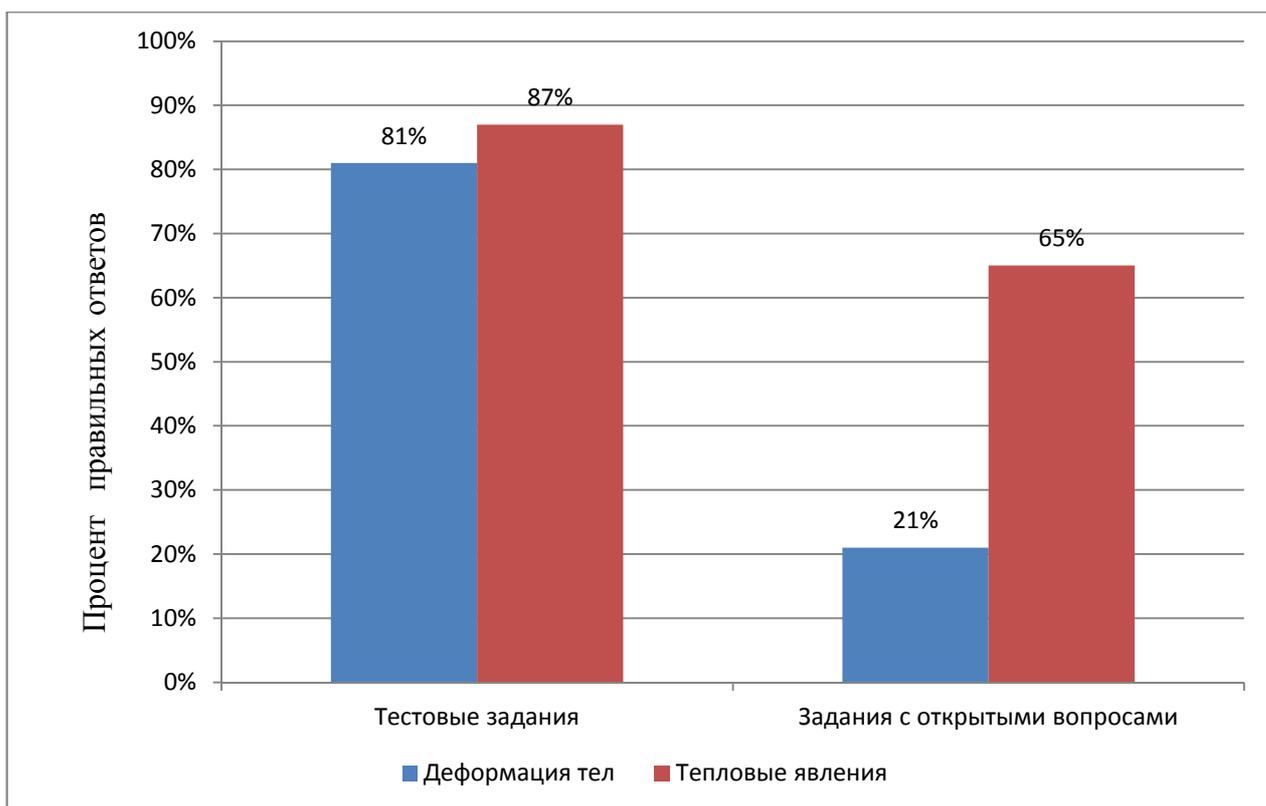


Рис. 47. Результаты диагностических работ 8 классов школы № 74

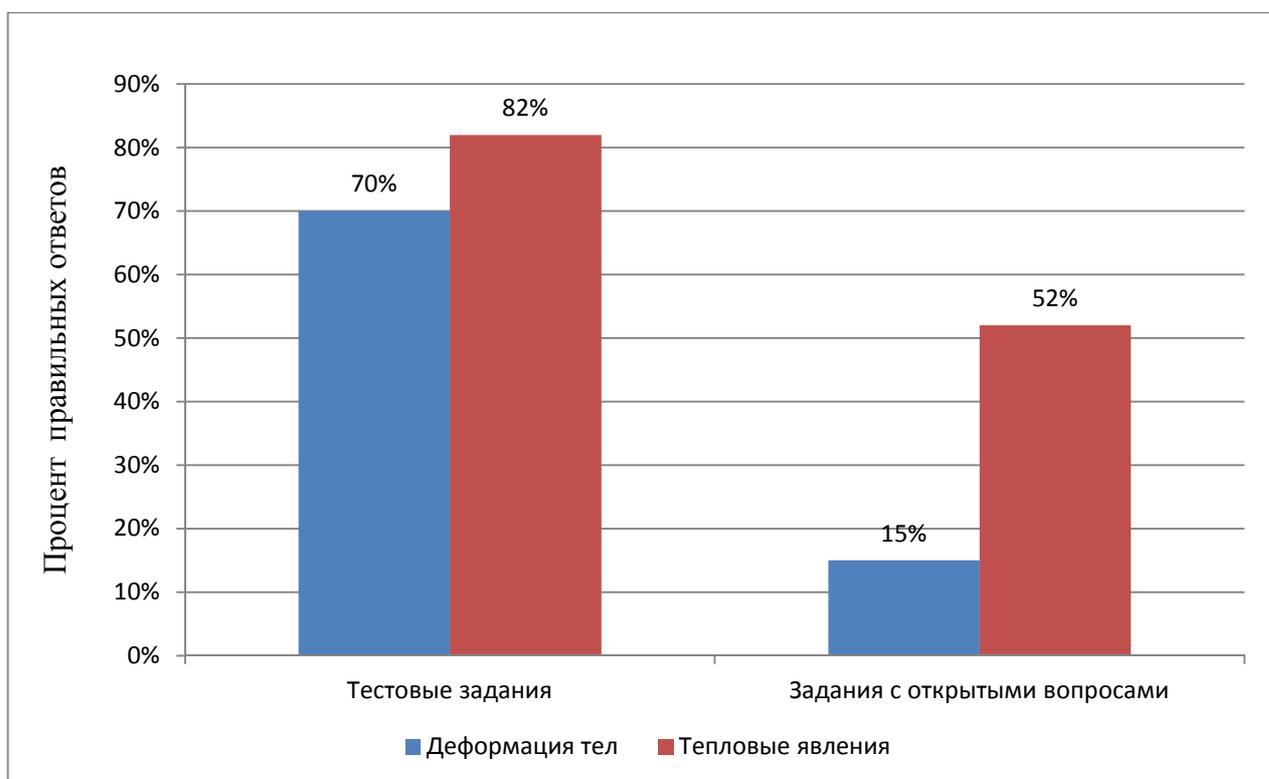


Рис. 48. Результаты диагностических работ 8 классов школы № 172

Из полученных результатов видно, что базового уровня знаний по каждой из тем достигло большинство учащихся (75-85 %), т.е. с тестовой частью проверочной работы учащиеся справились довольно успешно. Были допущены незначительные ошибки, которые можно объяснить психологическими особенностями учеников.

На уровне творческих заданий наблюдается значительное различие между процентами правильных ответов по темам. Можно отметить, что учащиеся всех школ успешнее справились с заданиями с открытыми вопросами по теме «Тепловые явления» - около 57%. Процент правильных ответов по теме «Деформация тел» составляет лишь 15 %. Большинство детей старались приступить к выполнению каждого задания, но в ответах прослеживалось непонимание сущности вопроса и протекающего процесса.

При анализе сравнительной методики изучения тем были обнаружены различия в количестве проведенных демонстраций и фронтальных лабораторных работ (6/1, 2/0). На уроках по изучению явления деформации тел эксперимент полностью отсутствовал, в то время как при изучении тепловых процессов учащимся демонстрировались многочисленные опыты, некоторые из которых они выполняли самостоятельно. Поэтому для учащихся 8 классов тепловые процессы и явления оказались более наглядными и понятными по сравнению с деформациями твердых тел. Большая активность учащихся в обсуждении экспериментов проявилась в результатах диагностических работ.

По результатам диагностических работ была проведена беседа с учителями вышеперечисленных школ, в ходе которой было выявлено, что большинство из них затрудняются с подбором необходимых экспериментов, так как сталкиваются с отсутствием в методической литературе разработанных демонстраций по определенным темам. Самостоятельно подобрать новые варианты экспериментов при отсутствии готовых разработок учителя не готовы и не допускали ранее для себя такую возможность. Если в пособиях для учителей встречается большое количество вариантов экспериментов по конкретной теме, то педагоги также сталкиваются с трудностями в выборе необходимых опытов.

Была выявлена готовность учителей школ №№ 50, 74, 172 к освоению и реализации новых методик обучения на основе физического эксперимента. Для учителей этих школ были организованы специальные занятия в педагогической мастерской на базе физического факультета Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского и Нижегородского центра непрерывного образования.

Для проверки эффективности применения отдельных элементов разработанной методики обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, а также их корректировки, проводились консультации с учителями лицея № 40. В школах № 74, 172 проводилось экспериментальное обучение и контроль знаний и умений учащихся 10 классов. В качестве контрольных групп использовались 10 классы школ № 20, 139. Результаты контроля знаний и умений учащихся представлены по теме изучения законов постоянного тока.

Была составлена и проведена диагностическая работа, дифференцированная по уровню сложности заданий теоретического и практического плана. В качестве уровней сложности использовались классические формулировки, такие как: знания на уровне определений, применение знаний в стандартной или комбинированной ситуациях, творческий уровень. В ходе поисково-формирующего этапа педагогического эксперимента эти уровни были переформулированы в соответствии с задачами исследования. Результаты диагностических работ приведены в таблицах 11, 12.

Таблица 11. Процент верных ответов учащихся 10 классов при традиционном обучении

Уровень \ Класс	10 «А» класс, школа № 20	10 «А» класс, школа № 139
На уровне определений	89%	91%
Применение в стандартной ситуации	54,8%	57,3%
Применение в комбинированной ситуации	23%	22,9%
Творческий уровень	5,7%	6%

Таблица 12. Процент верных ответов учащихся 10 классов при экспериментальном обучении

Уровень \ Класс	10 «А» класс, школа № 172	10 «А» класс, школа № 74
На уровне определений	95%	95,5%
Применение в стандартной ситуации	87,6%	90,2%
Применение в комбинированной ситуации	74,5%	69,8%
Творческий уровень	47%	49,7%

Представим результаты графически (рис.49):

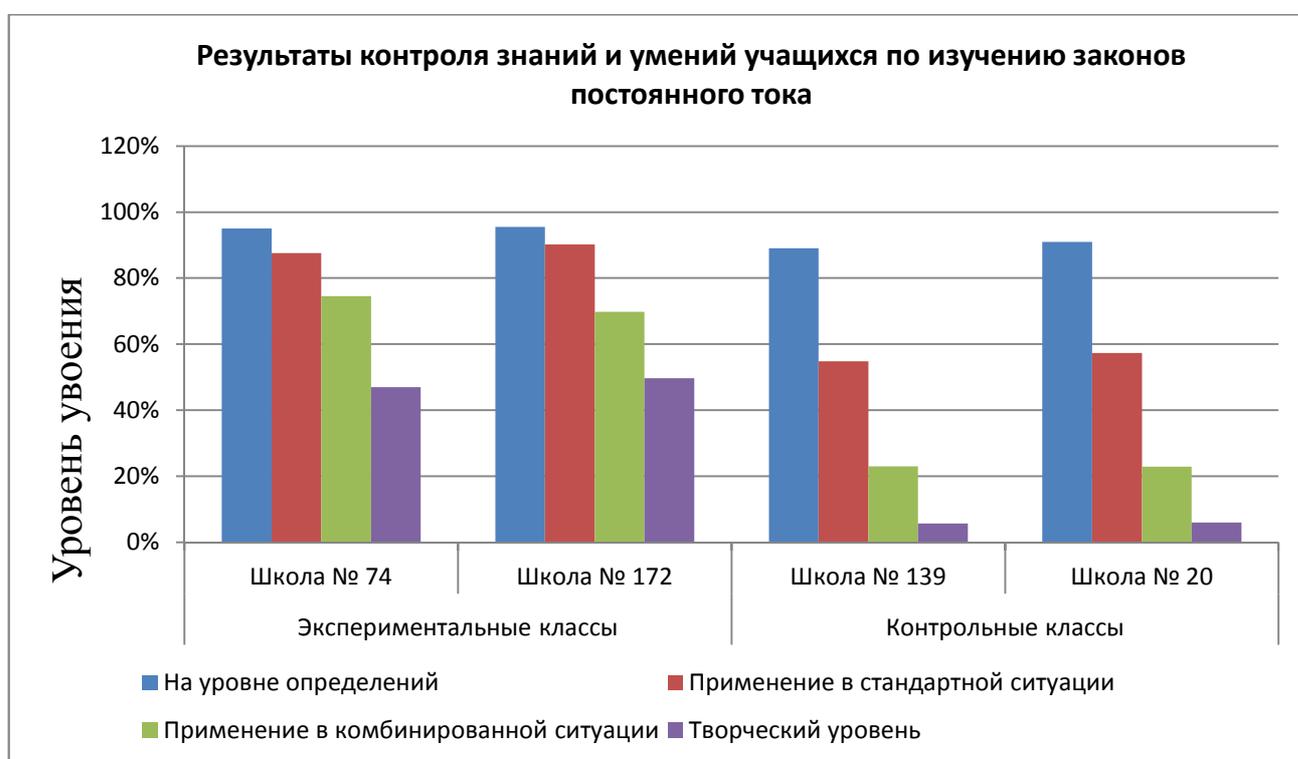


Рис. 49. Диагностика учебных достижений учащихся по изучению законов постоянного тока

Анализ экспериментальных данных был произведен с помощью критерия Фишера (φ^*), который предназначен для сопоставления двух выборок по частоте встречаемости интересующего исследователя эффекта [147]. Критерий (φ^*) оценивает достоверность различий между процентными долями двух выборок, в которых зарегистрирован интересующий эффект. Суть углового преобразования Фишера состоит в переводе процентных долей в величину центрального угла:

$$\varphi = 2 \cdot \arcsin(\sqrt{P}), \quad (27)$$

где P – процентная доля, выраженная в долях единицы.

Расчет эмпирического значения φ^* производится по формуле:

$$\varphi^*_{\text{эмп.}} = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}, \quad (28)$$

где φ_1 – угол, соответствующий большей % доле;

φ_2 – угол, соответствующий меньшей % доле;

n_1 – количество наблюдений в выборке 1;

n_2 – количество наблюдений в выборке 2;

Гипотезы:

H_0 : дисперсии исследуемых выборок статистически одинаковы.

H_1 : дисперсии статистических выборок статистически различны.

Если $\varphi^*_{\text{эмп.}} < \varphi^*_{\text{кр.}} (a=0,05) (1,64)$, то различия уровней проявления исследуемого признака статистически недостоверны (принимается гипотеза H_0), если $\varphi^*_{\text{эмп.}} > \varphi^*_{\text{кр.}} (a=0,01) (2,31)$, то эмпирическое значение φ^* попадает в зону значимости, т.е. принимается гипотеза H_1 (a – уровень значимости).

В нашем случае критерий Фишера использовался для сопоставления следующих эмпирических распределений:

1. результаты диагностической работы по уровням сложности 10 классов школ № 139 и 20;

2. результаты диагностической работы по уровням сложности 10 классов школ № 74 и 172;

3. результаты диагностической работы по уровням сложности 10 классов школ № 172 и 20;

4. результаты диагностической работы по уровням сложности 10 классов школ № 74 и 139;

Результаты расчета критерия для заданий различных уровней сложности представлены в таблице 13.

Таблица 13. Критерий Фишера для заданий различных уровней сложности

Критерий Фишера (φ^*) \backslash Уровень	φ^* (школы № 139 и 20)	φ^* (школы № 74 и 172)	φ^* (школы № 172 и 20)	φ^* (школы № 74 и 139)
На уровне определений	0,228	0,075	0,763	0,588
Применение в стандартной ситуации	0,172	0,266	2,558	2,547
Применение в комбинированной ситуации	0,008	0,336	3,667	3,170
Творческий уровень	0,043	0,173	3,485	3,460

Из таблицы 13 видно, что критерий Фишера для всех эмпирических распределений по первому уровню сложности принимает значение меньше $\varphi^*_{кр. (a=0,05)}$, это означает, что гипотеза H_0 принимается. Таким образом, учащиеся всех школ, вне зависимости от метода обучения, успешно справились с простыми заданиями работы на уровне определений. Анализ успешности выполнения заданий более сложных уровней показал, что при сравнении эмпирических распределений результатов контрольной работы учащихся школ с традиционными методами обучения различий между уровнями проявления исследуемого признака не наблюдается. Все ученики контрольных классов выполнили предложенные задания на достаточно низком уровне, совершая большое количество ошибок, либо совсем не справились с заданиями.

При сравнении эмпирических распределений результатов диагностической работы учащихся школ с экспериментальными методами обучения различий между уровнями проявления исследуемого признака также не наблюдается, однако, как видно из гистограммы (рис.49), учащиеся таких классов успешнее справились с выполнением поставленных задач, так как правильность ответов составляет около 75%.

Эффективность разработанной методики обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике подтверждается тем, что полученное значение критерия Фишера показывает статистически достоверное различие между процентами верных ответов учащихся контрольных и экспериментальных

классов. Наиболее важно, что степень различия успешности выполнения заданий увеличивается по мере усложнения заданий: от применения знаний в стандартной ситуации к творческому уровню.

Таким образом, эффективность методики обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике будет определяться, в первую очередь, увеличением числа учащихся, способных самостоятельно перенести полученные в ходе опыта результаты в новую познавательную ситуацию.

3.3 Проверка гипотезы исследования в ходе формирующего этапа педагогического эксперимента

На формирующем этапе педагогического эксперимента, где осуществлялась проверка выдвинутой в работе гипотезы, были задействованы учащиеся общеобразовательных школ, обучающихся по одинаковому профилю. В педагогическом эксперименте принимали участие учителя физики г. Нижнего Новгорода. Для учителей, работавших в экспериментальных группах, были организованы специальные занятия в педагогической мастерской на базе физического факультета Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского и Нижегородского центра непрерывного образования. В ходе занятий учителя изучили предложенную методику обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, познакомились с примерами разработанных уроков по различным темам. При экспериментальном обучении учителя-участники педагогического эксперимента самостоятельно выбирали или подбирали необходимые эксперименты и разрабатывали план уроков на основе предложенной методики.

Для учеников экспериментальных групп нами, вместе с учителями-участниками эксперимента, были разработаны рабочие листы, которые получал каждый учащийся на уроке с использованием физического эксперимента. Учащиеся выполняли предложенные им задания в течение всего урока, что

стимулировало познавательную деятельность школьников и концентрировало их внимание на содержании эксперимента и его результатах. Рабочие листы содержали задания в соответствии с разработанной нами моделью учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента (табл. 14).

Таблица 14. Структура рабочих листов

Этапы модели	Задания рабочих листов
Входной контроль	1. Вводное задание проверяет владение основами предыдущего физического материала. Его значение состоит в том, чтобы в ходе анализа результатов выполнения тестового задания отделить эффекты, связанные с методикой проведения экспериментов на уроке, от неспособности учащегося усвоить эти результаты в силу собственной неподготовленности.
Мотивационный	2. Учащиеся фиксируют цель эксперимента и поставленную перед ними проблему так, как они это поняли, прогнозируют, что будет происходить во время эксперимента.
Технический	3. Учащиеся определяют, какую именно установку необходимо использовать, какие возможны варианты установки и почему подобрана именно такая. Ряд вопросов, по ответам на которые мы делали выводы о том, насколько учащиеся готовы к экспериментированию – поняли, что от них требуется в ходе эксперимента, куда необходимо смотреть, какие данные фиксировать, какую теорию применять.
Экспериментальный	4. Учитель провел демонстрационный эксперимент либо учащиеся выполнили опыт. Далее учащиеся приступают к выполнению таких заданий, как: что Вы увидели, что это

	означает, какие Ваши знания получили подтверждение, достигнута ли цель эксперимента?
Анализ результатов	5. Выполнение учащимися заданий, отвечающих на вопросы: какое новое физическое знание Вы получили, что, может быть, противоречит Вашим первоначальным знаниями?
Рефлексия усвоения знаний и способов деятельности	6. Список вопросов, заданий, которые выясняют, насколько успешно прошёл эксперимент с точки зрения понимания учащимися нового физического явления, закона.
Контроль усвоения способа получения знаний	7. Задания на проверку усвоения способа получения знания, определяющие способность ученика самостоятельно применить новые усвоенные знания для решения аналогичных, видоизмененных познавательных задач.

В контрольных группах обучение проводилось с использованием традиционных методов и средств обучения.

Статистически достоверных различий между контрольными и экспериментальными группами не выявлено, все школьники – участники формирующего этапа исследования до проведения педагогического эксперимента не могли достигнуть уровня знаний, требуемого новым образовательным стандартом, т.е. базовый уровень подготовленности детей был одинаково низкий.

Эксперимент охватывал пять тем курса физики:

– демонстрационные эксперименты: взаимодействие зарядов (8 класс), конденсатор в цепи переменного тока (11 класс), резонанс в механических системах (9 класс);

– лабораторные работы: математический, пружинный маятники (10 класс).

Повышение эффективности обучения физике характеризуется увеличением количества учащихся, вышедших на более высокие уровни усвоения нового физического содержания, т.е. положительным сдвигом в распределении учащихся по уровням усвоения.

Учащимся контрольных и экспериментальных групп, после урока с использованием демонстрационного эксперимента, предлагались диагностические материалы, содержащие четыре группы заданий, соответствующих описанным в таблице 2 критериям достижения уровней усвоения нового физического содержания (Приложение 7). Требуемым уровнем усвоения нового физического содержания, в соответствии с ФГОС основного и среднего общего образования, считалось выполнение заданий всех четырех групп.

Оценка достижения определенного уровня знаний при выполнении учащимися лабораторных работ проводилась по степени самостоятельности выполнения поставленных задач. Учитель фиксировал в диагностических листах, с какого этапа работа учащимися выполняется самостоятельно: способен ли школьник на основе сформулированной проблемы предложить гипотезу её решения, разработать план действий, проанализировать полученный результат, а также способен ли применить усвоенный способ получения знаний, повторив аналогичную последовательность действий в новой ситуации? Ученик, вышедший на высокий уровень усвоения нового физического содержания, приступал к самостоятельному выполнению работы, начиная с построения гипотез.

Результаты обработки диагностических материалов представлены на рисунках 50,51:



Рис. 50. Результаты формирующего этапа педагогического эксперимента контрольной группы учащихся

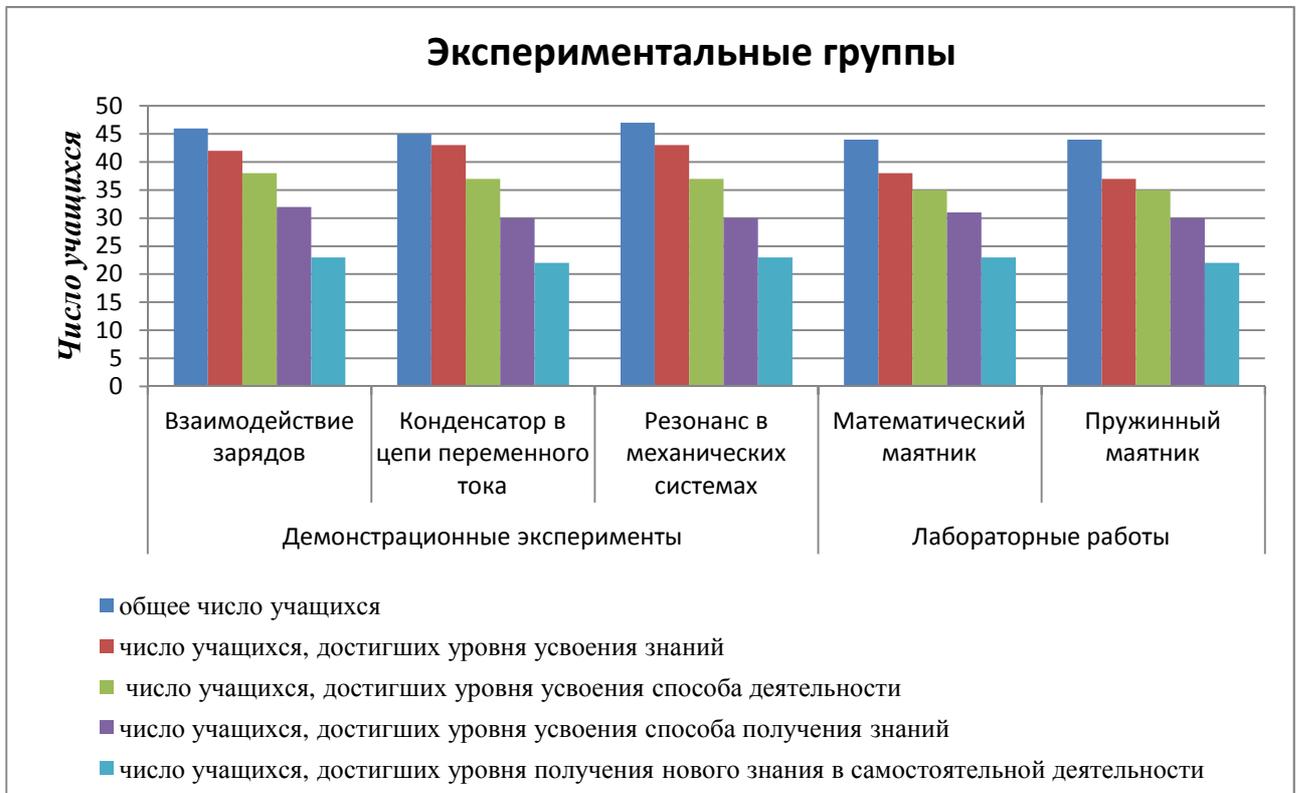


Рис. 51. Результаты формирующего этапа педагогического эксперимента экспериментальной группы учащихся

Ступенчатый вид гистограмм подтверждает выдвинутое выше предположение об уровневой системе результатов деятельности учащихся. На основании представленных результатов можно отметить, что экспериментальные группы учащихся проявили значительно более высокие показатели по сравнению с контрольными группами по всем выделенным уровням деятельности. В экспериментальной группе наивысшего уровня, а именно способности самостоятельно применять новые знания и умения, достигли около 50% школьников по каждой из предложенных тем. В контрольной группе, в которой учителю рекомендовалось включить определенный эксперимент в урок без конкретных указаний, только единицы учащихся справились с заданиями четвертого уровня.

Для проверки гипотезы диссертационного исследования необходимо было установить, существуют ли различия между показателями учащихся экспериментальных и контрольных групп после экспериментального обучения. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью χ^2 - критерия Пирсона.

Были сформулированы следующие гипотезы:

H_0 – эмпирические распределения по уровням усвоения нового физического содержания учащихся не различаются между собой.

H_1 – эмпирические распределения по уровням нового физического содержания учащихся различаются между собой.

Проверка гипотез осуществлялась путем сравнения эмпирического значения $\chi^2_{\text{эмп.}}$ и критического значения для данного числа степеней свободы $\nu = k-1$. Различия между двумя распределениями может считаться достоверным, если $\chi^2_{\text{эмп.}}$ достигает или превышает $\chi^2_{0,05}$, и тем более достоверным, если $\chi^2_{\text{эмп.}}$ достигает или превышает $\chi^2_{0,01}$.

В нашем случае $\nu = 3$, $\chi^2_{0,05} = 7,8$; $\chi^2_{0,01} = 11,3$ [149].

Интересные результаты были получены при статистической обработке результатов изучения различных тем внутри контрольной и экспериментальной групп. Распределение учащихся по уровням усвоения различного физического

содержания статистически неразличимы на уровне статистической значимости 0,95. Результаты обработки представлены в таблицах 15.

Таблица 15. Значения критерия χ^2 при сопоставлении распределений результатов деятельности учащихся внутри экспериментальной группы (ЭГ) и контрольной группы (КГ)

Темы уроков	Взаимодействие зарядов		Конденсатор в цепи переменного тока		Резонанс в мех. системах		Математический маятник		Пружинный маятник	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
Взаимодействие зарядов	0	0	0,30	3,50	0,23	2,0	1,43	6,20	0,18	1,50
Конденсатор в цепи переменного тока	0,30	3,50	0	0	0,70	1,04	2,32	0,77	0,47	1,14
Резонанс в мех. системах	0,23	2,0	0,70	1,04	0	0	2,32	2,08	0,04	1,06
Математический маятник	1,43	6,20	2,32	0,77	2,32	2,08	0	0	2,30	2,9
Пружинный маятник	0,18	1,50	0,47	1,14	0,04	1,06	2,30	2,9	0	0

При сравнении эмпирических распределений результатов деятельности учащихся контрольных и экспериментальных групп критерий $\chi^2_{\text{эмп.}} > \chi^2_{0,01}$, что подтверждает гипотезу H_1 на уровне статистической значимости 0,99 (табл. 16).

Таблица 16. Значение критерия χ^2 при сопоставлении распределений результатов деятельности учащихся контрольной и экспериментальной групп

Темы уроков	Критерий Пирсона χ^2
Взаимодействие зарядов	99,5
Конденсатор в цепи переменного тока	56,3
Резонанс в мех. системах	49,2
Математический маятник	54,8

Можно утверждать, что подготовка учащихся по предложенной в работе методике позволяет вывести большинство школьников на уровень, требуемый

ФГОС, уровень усвоения знаний при слабом влиянии содержания, чем доказывается гипотеза исследования.

Следовательно, можно утверждать, что разработанная методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике позволяет достичь большей эффективности в обучении физике.

Выводы по главе 3.

1. Результаты констатирующего этапа педагогического эксперимента показали, что учителя испытывают затруднения при конструировании учебного процесса по физике с использованием школьного физического эксперимента. Причины затруднений в недостаточной теоретической подготовке, неумении выделять содержание физической теории, требуемой на данном этапе познавательной деятельности, в подборе и проведении необходимого физического эксперимента и организации активной познавательной деятельности учащихся на его основе.

2. В ходе поискового этапа педагогического эксперимента были определены основные рекомендации по организации школьного физического эксперимента; проведена проверка эффективности применения отдельных элементов разработанной методики обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике; разработаны план проведения формирующего этапа педагогического эксперимента и критерии эффективности применения разработанной методики.

3. Проверка гипотезы исследования в ходе формирующего этапа педагогического эксперимента подтвердила прогнозируемую динамику роста числа учащихся, способных достигнуть необходимого уровня усвоения нового физического содержания, требуемого ФГОС основного и среднего общего образования.

Заключение

В работе получены следующие результаты.

1. Проанализированы требования ФГОС к результатам освоения основной образовательной программы, практика применения школьного физического эксперимента в школах и доказана необходимость разработки методики обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, обеспечивающей не только уровень усвоения основ научного содержания учащимися, важнейших экспериментальных умений, но и способность учащихся самостоятельно планировать и осуществлять экспериментальные способы познания физической реальности.

2. Сформулирована новая система уровней усвоения физического содержания учащимися, исходя из требований ФГОС, который состоит из четырех этапов, достижение каждого из которых возможно только при выполнении предыдущего:

- усвоение знаний;
- усвоение способа деятельности;
- усвоение способа получения знаний;
- получение нового знания в самостоятельной деятельности по применению способа получения знаний.

3. Спроектирована модель методической системы обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике в форме описания основных её компонентов.

4. Разработана методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике, включающая:

- модель учебного процесса по реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента, которая позволяет учителю эффективно организовать процесс обучения физики в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования;

– алгоритм деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента, включающего в себя следующие этапы: предметных действий, дидактический, методический, рефлексивный;

– набор методических рекомендаций по организации школьного физического эксперимента позволяет учителю самостоятельно подобрать/разработать эксперимент, который дает максимальную возможность организации познавательной деятельности учащихся, направленной на усвоение нового физического содержания;

5. Предложены новые варианты экспериментальных физических установок и описаны способы их включения в познавательную деятельность учащихся в соответствии с разработанной в ходе исследования методикой реализации системно-деятельностного подхода в обучении физике учащихся основной и средней школы на основе школьного физического эксперимента;

6. Разработанная методика обучения учащихся экспериментальной деятельности по физике позволяет статистически достоверно повысить эффективность обучения физике.

Список литературы

1. Ананьев, Д.В. Учебный эксперимент как средство развития личности учащихся на уроках физики: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Ананьев Дмитрий Владимирович. – Оренбург, 1998. – 203 с.
2. Андриевских, Н.В. Технологии развития и саморазвития при обучении физике как средство реализации требований нового образовательного стандарта (ФГОС ОО): автореферат дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Андриевских Наталья Владимировна. – М., 2014. – 22с.
3. Анциферов, Л.И. Физика. 10 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений. – М.: Мнемозина, 2001. – с. 57-61.
4. Анциферов, Л. И. Проблемы школьного физического эксперимента Текст. / Л. И. Анциферов // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научно-методических работ. Выпуск 1. — Глазов: ГГПИ, 1995. — С. 4-7.
5. Анциферов, Л.И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента. Текст.: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. физ.-мат. спец. / Л. И. Анциферов, И. М. Пищиков. — М.: Просвещение, 1984. — 255 с.
6. Анциферов, Л. И. Практикум по физике в средней школе. Текст: Дидактический материал. Пособие для учителя / Л.И.Анциферов, В.А.Буров, Ю.И.Дик и др. / Под ред. В. А. Бурова, Ю. И. Дика. — М.: Просвещение, 1987. — 191 с.
7. Арсланбеков, А.М. Совершенствование учебного физического эксперимента по разделу "Электродинамика": дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Арсланбеков Абдулла Магомедович. – М., – 1984. – 217 с.
8. Асмолов, А.Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения / А.Г. Асмолов // Педагогика. – 2009. - №4. – С.18-22.
9. Асмолов, А.Г. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пособие для

- учителя / [А.Г. Асмолов, Г.В. Бурменская, И.А. Володарская и др.]; под ред. А.Г. Асмолова. – М.: Просвещение, 2010. – 159с.
10. Бабанский, Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований. — М.: Педагогика, 1982. — 188 с.
 11. Балабанова, Т.Е. Совершенствование методики преподавания физики в школе на основе физического эксперимента: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Балабанова Татьяна Евгеньевна. – Рязань, 2000. – 165с.
 12. Беспалько В.П. Проблемы общеобразовательных стандартов США и России/ В.П. Беспалько // Педагогика. – 1995. – №1. – С. 89-94.
 13. Блинов, В.М. Эффективность обучения / В.М. Блинов // Педагогика – М., 1976. – 217с.
 14. Бражников, М.А. Некоторые вопросы становления практических методов обучения физике в России / М.А. Бражников // Учебная физика. – 2013. – №3. – С. 27-43.
 15. Брунер, Дж. Психология познания: Пер. с англ. – М.,1962. – 84с.
 16. Бугаев, А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
 17. Буров, В. А. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы Текст: Т. 2. Электричество. Оптика. Физика атома. Пособие для учителей / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. П. Кузьмин и др. / Под ред. А. А. Покровского. М.: Просвещение, 1972. — 448 с.
 18. Буров, В. А. Учебный физический эксперимент в X классе Текст. / В. А. Буров // Физика в школе. — 1972. — №4. — С. 63-73.
 19. Бутиков, Е.И. Физика: в 3 кн. Кн. 1. Механика / Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. – М.: Физматлит, 1994. – 368 с.
 20. Быков, А.А. Анализ готовности учителей физики к проведению физического эксперимента / А.А. Быков // Психология, социология и педагогика. – 2014. - № 5 [Электронный ресурс]. URL: <http://psychology.snauka.ru/2014/05/3131> (дата обращения 12.11.2015)

21. Валиева, З.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в условиях реформирования общеобразовательной школы // Проблемы и перспективы развития образования: материалы междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2011 г.). Т. I. — Пермь: Меркурий, 2011. — С. 112-114.
22. Вараксина, Е.И. Теория и методика учебного физического эксперимента с упругими волнами ультразвукового диапазона низкой частоты: дисс... канд. пед. наук: 13.00.02/ Вараксина Екатерина Ивановна. — Глазов, 2006. — 220 с.
23. Верховцева, М.О. Учебный физический эксперимент с использованием современного оборудования как средство повышения эффективности учебного процесса: автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.02/ Верховцева Марина Олеговна. — СПб, 2015. — 20 с.
24. Виноградов, П.А. Краткий исторический очерк пятидесятилетия Московской III гимназии (1839-1889). — М.: Типография А. Левенсон и К, 1889. — 288с.
25. Выготский, Л.С. Мышление и речь / Л.С. Выготский. — М.: Лабиринт, 2008. — 352 с.
26. Выготский, Л.С. О педологическом анализе педагогического процесса / Л.С. Выготский // Психология развития ребёнка. — М.: Изд-во Смысл. Изд-во Эксмо, 2004. — 512 с.
27. Выготский, Л.С. Проблема обучения и умственного развития в школьном возрасте / Л.С. Выготский // Психология развития ребёнка. — М.: Изд-во Смысл. Изд-во Эксмо, 2004. — 512 с.
28. Галанин, Д. Д. Физический эксперимент в школе. Том 3. Электричество. Первая часть. / Д. Д. Галанин, Е. Н. Горячкин, С. Н. Жарков, А. В. Павша, Д. И. Сахаров. — Учпедгиз. 1954 — 407с.
29. Генденштейн, Л.Э. Физика-10. Учебник для 10 класса / Л.Э. Генденштейн, Ю.И. Дик. — М.: Илекса, 2004. — 256 с.
30. Глинка, И.В. Опыт по методике физики в средней школе. Лабораторные уроки в средней школе. — СПб.: Образование, 1911. — 147с.

31. Горячкин Е.Н. Методика преподавания физики в семилетней школе т.1. Общие вопросы методики физики. – М.: Учпедгиз, 1948. – 526 с.
32. Гребенев, И.В. Дидактика физики как основа конструирования учебного процесса: Монография / И.В. Гребенев. – Н. Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, 2005. – 247 с.
33. Гребенев, И.В. Фундаментальная научная подготовка учителя как основа его профессиональной компетентности / И. В. Гребенев, Е.В. Чупрунов // Педагогика. – 2010. – № 8. – С. 65-69.
34. Гребенев, И.В. Теоретические основания развития методической компетентности учителя / И.В. Гребенев, О.В. Лебедева // Вестник ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Серия «Инновации в образовании». – 2007. – №4. – С.21-25.
35. Гребенев, И.В. Методическая эффективность школьного физического эксперимента / И.В. Гребенев, С.В. Полушкина // Школа будущего. – 2012. – № 3. – С. 14-19.
36. Гребенев И.В., Лебедева О.В. Физический эксперимент в учебном процессе. Учебное пособие / Под редакцией д.п.н. И.В. Гребенева. – Н. Новгород: Изд. НЦНО, 2009г. – 81с.
37. Громько Г.Г. Демонстрационные опыты по физике: Учебное пособие. – Н. Новгород: ВГИПА, 2002. – 98с.
38. Груденов Я.И. Психолого-дидактические основы методики обучения математике. – М.: Педагогика, 1987. – 92с.
39. Давыдов, В.В. О понятии развивающего обучения: сб. статей / В.В. Давыдов. – Томск: Пеленг, 1995. – 142 с.
40. Давыдов, В.В. Проблемы развивающего обучения: Опыт теоретического и экспериментального психологического исследования / В.В. Давыдов. – М.: Педагогика, 1986. – 240 с.
41. Давыдов, В.В. Теория развивающего обучения / В.В. Давыдов. – М.: ИНТОР, 1996. – 544 с.

42. Данюшенков, В. С. Целостный подход к методике формирования познавательной активности учащихся при обучении физике в базовой школе Текст. / В. С. Данюшенков. — Прометей, 1994. — 208 с.
43. Дементьева, Е.С. Формирование исследовательских экспериментальных умений учащихся основной школы при выполнении домашнего физического эксперимента: автореферат дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Дементьева Елена Сергеевна. – М. : 2010. – 26с.
44. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Т.1. Механика, теплота. Под ред. А.А. Покровского. Пособие для учителей. Изд. 2-е, испр. М., «Просвещение», 1971. – 315с.
45. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Т.1,2. Под ред. А.А. Покровского. Пособие для учителей. Изд. 2-е, испр. М., «Просвещение», 1971. – 366с.
46. Дик, Ю.И. Проблемы и основные направления развития школьного физического образования в Российской Федерации: автореферат дисс. ... док пед. наук в форме науч. докл. – М.: 1996. – 59 с.
47. Дрентельн, Н.С. Пособие для практических работ по физике. – М.: Т-во И.Д. Сытин, 1913. – 199с.
48. Дружинина, О.М. Дифференцированный подход при проведении лабораторных работ по физике в старших классах средней школы: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Дружинина Ольга Михайловна. – Челябинск, 1997. – 166 с.
49. Ельцов, А.В. Интегративный подход как теоретическая основа осуществления школьного физического эксперимента: дисс. ... док. пед. наук: 13.00.02 / Ельцов Анатолий Викторович. – Рязань: 2007. – 342 с.
50. Жакин, С.П. Пути совершенствования учебного демонстрационного эксперимента и методики его применения в курсе физики средней школы (На примере изуч. разд. «Электродинамика»): дисс...канд. пед. наук: 13.00.02 / Жакин Сергей Петрович. – Челябинск, 2004. – 237с.

51. Журин, А.А. Химия: метапредметные результаты обучения. 8-11 классы / А.А. Журин, Н.А. Заграничная. – М.: ВАКО, 2014. – 208 с.
52. Занков, Л.В. Избранные педагогические труды / Л.В. Занков. – М: Дом педагогики, 1999. – 608 с.
53. Заровняев, Г.В. Приемы постановки исследовательских лабораторных работ / Г.В. Заровняев // Учебная физика. – 1998. - №1. – С. 73-76.
54. Захаров, Г.А. Индивидуальный подход к учащимся как одно из условий успешного обучения физике: (на материале 6-7 классов): дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Г.А. Захаров. – Челябинск, 1990. – 191 с.
55. Зворыкин, Б.С. Система учебного эксперимента по физике и учебное оборудование / Б.С. Зворыкин // Физика в школе. – 1969. – №3. –С. 42-45.
56. Знаменский П. А. Лабораторные занятия по физике в средней школе / изд. 6-е. – Л.: Учпедгиз, Ленигр. отд-ние, 1955.Ч. 1: Общие указания, работы по механике. – 1955. – 323с.
57. Зуев, П.В. Теоретические основы повышения эффективности деятельности учащихся при обучении физике: дисс. ... док. пед. наук: 13.00.02/ Зуев Петр Владимирович. – СПб., 2000. – 343 с.
58. Иванов, П.И. Постановка классных опытов по физике. – Ч.1 / П. И. Иванов, О.И. Кучевский., П. Н. Николаев, И. Я. Челюсткин, И. Ф. Яговд. – Рига.: Тип. Шнакенбург, 1914. – 111с.
59. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике – М.: Наука, 1979г. – 368с.
60. Кабардин, О.Ф. Методические основы физического эксперимента в средней школе: дисс. ... докт. пед. наук. – М., 1985. –418 с.
61. Кабардин, О.Ф. Факультативный курс физики: 8-й класс: Учебное пособие для учащихся/ О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, А.В. Пономарева. – М.: Просвещение, 1977. – 208 с.)
62. Кабардин, О.Ф. Факультативный курс физики: 10-й класс: Учебное пособие для учащихся / О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Н.И. Шефер. – М.: Просвещение, 1987. – 207 с.

63. Казарин, П.В. Лекционный эксперимент по наблюдению структуры электростатического поля точечного заряда вблизи сферической проводящей поверхности / Казарин П.В., Степанов Н.С., Услугин Н.Ф. // Труды XVIII научной конференции по радиофизике, посвященной Дню радио. Н. Новгород: ННГУ, 2014. – С.173-174.
64. Казарин, П.В. Система демонстрационного физического эксперимента в учебном процессе подготовки студентов физических и радиофизических специальностей университетов: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Казарин Петр Васильевич – Н.Новгород, 2009. – 199 с.
65. Калакин, Л.И. Совершенствование учебного эксперимента по механике в средней школе: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Калакин Леонид Илларионович. – Киев, 1983. – 242 с.
66. Калашников, С.Г. Электричество. Уч. пособие – М.: Наука, 1985. – 576 с.
67. Каменецкий, С.Е. Комплексные системы упражнений как средство повышения эффективности демонстрационного эксперимента / С.Е. Каменецкий, Ю.Д. Пулатов // Физика в школе. – 1983. – № 3. – С. 24-29
68. Каменецкий, С. Е. Формы обучения физике: традиции, инновации / С.Е. Каменецкий, В.В. Михайлова. – Уфа, 2001. – 166 с.
69. Каменецкий, С.Е. Новый курс «дидактика физики» / С.Е. Каменецкий, А.В. Смирнов // Физика в школе. –1999. –№ 4. – С. 58-59.
70. Канаева, А.Ю. Учебный физический эксперимент как средство организации учебного и научного познания при изучении основ физической оптики: автореферат дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Канаева Анна Юрьевна. – Киров, 2004. – 18с.
71. Канаева, А.Ю. Учебный физический эксперимент как средство организации учебного и научного познания при изучении основ физической оптики: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Канаева Анна Юрьевна. – Глазов, 2004. – 201с.
72. Касьянов, В.А. Физика. 10 кл.: Учебн. Для общеобразоват. учеб. заведений. – 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2002. – 416 с.

73. Кашин, Н.В. Методика физики. Пособие для преподавателя физики в средней школе. – М.: Типография В.М. Саблина, 1916. – 258с.
74. Кашин, Н.В. Лабораторный курс физики, Москва, Ленинград: Госиздат, 1928. – 440 с.
75. Кашин, Н.В. Методика физики. Пособие для преподавания физики. — 3-е изд. — М.: Государственное издательство, 1922. — 328 с.
76. Кларин, М.В. Инновации в обучении. Метафоры и модели. Анализ зарубежного опыта. — М.: "Наука", 1997. – 189 с.
77. Кодикова, Е.С. Формирование исследовательских экспериментальных умений у учащихся основной школы при обучении физике: дисс...канд. пед. наук: 13.00.02/ Кодикова Елена Сергеевна. – М., 2000. – 220с.
78. Кощеева, Е. С. Развитие исследовательских умений учащихся на основе использования схемотехнического моделирования в процессе обучения физике: дисс...канд. пед. наук: 13.00.02/ Кощеева Елена Сергеевна. – Екатеринбург, 2003. – 219с.
79. Красиков, Ф.Н. Упрощенные приборы по физике и опыты с ними / Ф. Н.Красиков . – 4-е изд . – 1925 . – 266 с.
80. Крутова, И.А. Обучение учащихся средних общеобразовательных учреждений эмпирическим методам познания физических явлений: автореферат дисс. ... док. пед. наук: 13.00.02/ Крутова Ирина Александровна. – Астрахань, 2007. – 40 с.
81. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе: Учеб. Пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / С.Е. Каменецкий, С.В. Степанов, Е.Б. Петрова и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого и С.В. Степанова. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 304с.
82. Лазарев, В.С. Формирование познавательных действий в учебной деятельности / В.С. Лазарев // Педагогика. – 2014. - № 6. – С. 3-12.

83. Лазарев, В.С. Критерии и уровни готовности будущего педагога к исследовательской деятельности / В.С. Лазарев, Н.Н. Ставринова // Педагогика. – 2006. - № 2. – С. 51-59.
84. Лебедева, О.В. Развитие компетентности учителя как средство повышения эффективности учебного процесса в общеобразовательной школе: автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.01/ Лебедева Ольга Васильевна. – Нижний Новгород, 2007. – 25 с.
85. Лебедева, О. В. Проблемы организации исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе по физике / О.В. Лебедева // Наука и школа. – 2008. - № 6. – С. 31-34.
86. Лебедева, О.В. Проектирование и организация исследовательской деятельности учащихся в учебном процессе / О.В. Лебедева, И.В. Гребенев // Педагогика, 2013. – № 8. – С. 52-58.
87. Лебедева, О.В. Оценка эффективности учебно-исследовательской деятельности / О.В. Лебедева // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки, 2014. -№ 3(35). – С. 190-196.
88. Леменкова, В.В. Повышение эффективности лекций по физике на основе применения информационно-коммуникационных средств: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Леменкова Вера Владимировна. – Екатеринбург, 2010. – 152 с.
89. Леонтович, А.В. Исследовательская и проектная работа школьников. 5-11 классы/ А.В. Леонтович, А.С. Саввичев. Под ред. А.В. Леонтовича. – М.: ВАКО, 2014. – 160с.
90. Лермантов, В.В. Методика физики и содержание приборов в исправности. – М-П.: ГосИздат, 1923. – 179с.
91. Майер, В.В. Необычные привычные маятники / В.В. Майер, Е.И. Вараксина // Потенциал. – 2009. - № 12. – С. 53-60.
92. Майер, В.В. Учебные униполярные электродвигатели / В.В. Майер, Е.И. Вараксина // Физика. – 2009. - №15. – С. 6-8.

93. Майер, В.В. Элементы учебной физики как основа организации процесса научного познания в современной системе физического образования: автореферат дисс. ... док. пед наук: 13.00.02/ Майер Валерий Вильгельмович. – М., 2000. – 44с.
94. Майер, В.В. Образовательные ресурсы проектной деятельности школьников по физике: монография / В.В. Майер, Е.И. Вараксина. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2015. – 228с.
95. Майер, В.В. Учебно-исследовательский проект при изучении закона Архимеда / В.В. Майер, Е.И. Вараксина // Учебная физика. – 2015. – №3. – С. 3-6.
96. Майер, В.В. Простые опыты с неодимовыми магнитами/ В.В. Майер, Е.И. Вараксина // Учебная физика. – 2009. – №3. – С. 3-20.
97. Майер, Р.В. Методика учебного фундаментального эксперимента по волновой физике: автореферат дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Майер Роберт Валерьевич. – М., 1995. – 18с.
98. Малафеик, И.В. Повышение эффективности физического эксперимента по механике в восьмом классе (системный подход): дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Малафеик Иван Васильевич. – Киев, 1984. – 191с.
99. Марголис, А. А. Практикум по школьному физическому эксперименту. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учебное пособие для пед. институтов. М., «Просвещение», 1968. – 390с.
100. Марголис, А.А. и др. Практикум по школьному физическому эксперименту. Учебное пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Просвещение, 1991. — 304 с.
101. Махмутов, М.И. Современный урок. Вопросы теории / М.И. Махмутов. – М.: Педагогика, 1984. – 191 с.
102. Менчинская, Н.А. Проблемы учения и умственного развития школьника: Избр. психол. тр. М.: Педагогика, 1989. – 219 с.
103. Молотков, Н.Я. Изучение колебаний на основе современного эксперимента: Пособие для учителей. Киев: Рад. шк., 1988. –160 с.

104. Молотков, Н.Я. Педагогические основы создания демонстрационного физического эксперимента при изучении колебательных и волновых процессов: дисс. ... докт. пед. наук. / Молотков Николай Яковлевич. Хмельницкий, 1990. – 419 с.
105. Монахов, В.М. Педагогическое проектирование – современный инструментарий дидактических исследований [Текст] / В.М. Монахов // Школьные технологии. – 2001. – № 5. – С. 75–89.
106. Мякишев, Г.Я. Физика: Учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – 12-е изд. – М.: Просвещение, 2004. – 336 с.
107. Надеева, О.Г. Лабораторные работы по курсу «Теория и методика обучения физике». Часть I. Механика. Учебно-методические рекомендации для студентов и преподавателей физических факультетов педагогических вузов. Екатеринбург. – Уральский гос. пед. ун-т, 2005. – 54с.
108. Надеева, О.Г. Полифункциональное использование оборудования типового школьного кабинета как средство повышения эффективности учебного физического эксперимента: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Надеева Ольга Геннадьевна. – Екатеринбург, 2002. – 156 с.
109. Никифоров, Г.Г. Учебный физический эксперимент. Современные технологии: 7-11 классы: методическое пособие / Г.Г. Никифоров, О.А. Поваляев, В.В. Майер и др.; под ред. Г.Г. Никифорова. – М.: Вентана-Граф, 2015. – 112с.
110. Никифоров Г.Г., Царьков И.С., Андреева Н.В., Пчёлкина М.А. Фундаментальные и ключевые эксперименты в школьном курсе физики: исследование спектра водорода // Физика в школе. – 2013. – № 7. – С.18-28.

111. Никифоров Г.Г., Ермолаев А.В., Масленникова Е.В. Ключевые самостоятельные экспериментальные исследования // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 27. – М.: ИСМО РАО. – 2017. – С. 41-43.
112. Никифоров Г.Г. Готовимся к единому государственному экзамену по физике. Экспериментальные задания. – М.:Школьная пресса, 2004. – 80 с.
113. Образцов, П. И. Дидактика высшей военной школы: Учебное пособие. / П. И. Образцов, В. М. Косухин. – Орел: Академия Спецсвязи России, 2004 . – 317 с.
114. Объедков, Е. С. Электромагнитные явления в ученическом эксперименте Текст. / Е. С. Объедков, А. И. Нурминский // Учебная физика. — 1999. — № 1. — С. 30-40.
115. Объедков, Е. С. Физический эксперимент и научная организация труда учащихся Текст. / Е. С. Объедков // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научно-методических работ. Выпуск 1. — Глазов: ГГПИ, 1995. — С. 29-30.
116. Павлова, М.С. Формирование компетентности будущего учителя физики в области использования учебного физического эксперимента: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Павлова Марина Сергеевна. – Екатеринбург, 2010. – 173 с.
117. Перышкин, А. В. Физика 9 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин, Е. М. Гутник. -7-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2003. – 256 с.
118. Перышкин, А. В. Физика 8 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. -12-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2009. – 191 с.
119. Перышкин, А. В. Физика 7 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. -11-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2011. – 192 с.
120. Перышкин, А.В. Физика. 9 кл.: учебник / А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – М.: Дрофа, 2014. – 319с.
121. Платонов, К.К. Психология: Учебное пособие для ФПК/ К.К. Платонов, Г.Г. Голубев. – М., 1977.

122. Покровский, А.А. Физический практикум в средней школе. Пособие для учителя. — 4-е изд., перераб. — М.: Учпедгиз, 1963. — 225 с.
123. Полушкина, С.В. Методические рекомендации по организации эффективного усвоения физического содержания на основе эксперимента / С.В. Полушкина // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. – № 5(2). – С. 163-165.
124. Полушкина, С.В. Школьный физический эксперимент в формировании закона сохранения импульса / С.В. Полушкина // Наука и школа. – 2008. – №5. – С. 48-49.
125. Полушкина, С.В. Алгоритм конструирования учебного процесса на основе учебного физического эксперимента / П.В. Казарин, С.В. Полушкина// Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Сер. «Социальные науки». – Н.Новгород, 2016. – Вып. №1(41). – С. 185-190.
126. Полушкина, С.В. Методическая эффективность школьного физического эксперимента / И.В. Гребенев, С.В. Полушкина// Школа будущего. – 2012. - №3. – С. 14-18.
127. Полушкина, С.В. Система экспериментов по курсу механики / С.В. Полушкина // Материалы XIII Международной научно-методической конференции ”Физическое образование: проблемы и перспективы развития”. Часть 2. – Москва, МПГУ, 2014. – С. 158-159.
128. Полушкина, С.В. Колебательная система с двумя степенями свободы - объект учебно-исследовательской деятельности учащихся при изучении физики в профильной школе /И.В. Гребенев, С.В. Полушкина // Преподавание математики, физики, информатики в вузах и школах: проблемы содержания, технологии и методики. Глазов: ООО "Глазовская типография", 235 с.- 2015. - С. 152-157.

129. Полушкина, С.В. Экспериментальная основа изучения процесса протекания электрического тока через конденсатор /С.В. Полушкина // Проблемы учебного физического образования. М.: ИСРО РАО. – 2016. – С. 45-46.
130. Полушкина, С.В. Проектная деятельность как средство реализации требований ФГОС на уроках физики / И.В. Гребенев, С.В. Полушкина // Актуальные проблемы обучения физике в средней и высшей школе: Программа и материалы международной научно-практической конференции «Герценовские чтения». - 13-14 мая.: СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена. – 2015. – С. 28-29.
131. Постникова, Е.В. Демонстрационный физический эксперимент с применением цифровых технологий как средство повышения эффективности обучения физике студентов технического университета: автореферат дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Постникова Екатерина Ивановна. – Екатеринбург, 2009. – 23 с.
132. Практикум по физике в средней школе: Дидакт. Материал: Пособие для учителя/ Л.И. Анциферов, В.А. Буров, Ю.И Дик и др.; Под ред. В.А. Бурова, Ю.И Дика. – 3-е изд., перераб. – М.; Просвещение, 1987. – 323 с.
133. Практикум по физике для профильной школы. Авторы: Гребенев И.В., Лебедева О.В., Полушкина С.В., Портнов В.Н. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2014. – 93 с.
134. Преподавание физики и астрономии в средней школе по новым программам. Пособие для учителей. Под ред. Л.И. Резникова. М., «Просвещение», 1970. – 336с.
135. Прояненкова, Л.А. Методическая подготовка будущих учителей к решению типовых задач организации учебно-воспитательного процесса по физике: проблема, концепция, модель: Монография / Л.А. Прояненкова. – М.: Карпов Е.В., 2009. – 160 с.

136. Прояненко, Л.А. Методическое руководство по разработке фрагментов урока с использованием учебного физического эксперимента: учеб. пособие / С.В. Анофрикова, Л.А. Прояненко. - Астрахань: Изд-во Астрах. Ун-та, 2005 – 76 с.
137. Пулатов, Ю.Д. Упражнения на основе демонстрационного эксперимента как средство совершенствования знаний учащихся по электродинамике: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Пулатов Юсупджон. – М., 1984. – 186 с.
138. Пурышева, Н.С. Фундаментальные опыты в физической науке: Учебное пособие / Н.С. Пурышева, Д.А. Исаев, Н.В. Шаронова– М.: Бином, 2005. – 215с.
139. Разумовский, В.Г. Естественнонаучное образование и конкурентоспособность / В.Г. Разумовский // Педагогика. – 2013. - №7. – С. 14-25.
140. Разумовский, В. Г. Проблема развития творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: Дисс... док. пед. наук / В.Г. Разумовский. – М.: 1972. – 507 с.
141. Разумовский, В.Г. Стратегическое проектирование развития физического образования: монография / В.Г. Разумовский, В.А. Орлов, В.В. Майер, Ю.А. Сауров. – Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2012. – 179с.
142. Разумовский, В.Г. ФГОС и изучение физики в школе: о научной грамотности и развитии познавательной и творческой активности школьников: Монография / В.Г. Разумовский, В.В. Майер, Е.И. Варакина. – М.; СПб.: Нестор-история, 2014. – 208 с.
143. Разумовский, В.Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучение / В.Г. Разумовский, В.В. Майер. – М.: Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2004. – 463 с.
144. Рулев, М.А. Развитие индивидуальной познавательной деятельности учащихся при обучении физике в основной школе: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Рулев Михаил Александрович. – Екатеринбург, 2002. – 204 с.

145. Румбешта, Е.А. Моделирование системы физического эксперимента как средства подготовки учащихся по физике в основной школе: Дисс... док. пед. наук: 13.00.02 / Румбешта Елена Анатольевна. – М., 2005. – 372 с.
146. Сауров Ю.А. Модели уроков. Электродинамика / Ю.А. Сауров, Г.А. Бутырский. – М.: Просвещение, 1984. – 230с.
147. Сауров, Ю.А. Проблема организации учебной деятельности школьников в методике обучения физике: дисс. ... докт. пед. наук./ Сауров Юрий Аркадьевич, Киров, 1990. – 339 с.
148. Сауров, Ю.А. Основы методологии методики обучения физике: Монография / Ю.А. Сауров. – Киров: Изд-во Кировского ИУУ, 2003. – 198 с.
149. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. – СПб.: ООО «Речь», 2001. – 350 с.
150. Симонов, В.П. На что опереться образовательному стандарту // Народное образование. – 1997. – №6. – С. 55-58.
151. Скаткин, М.Н. Дидактика средней школы 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Просвещение, 1982. – 324 с.
152. Смирнов, А.А. Проблемы психологии памяти. – М., Просвещение, 1966. – 422с.
153. Смирнов, В.В. Методическая система формирования обобщенных методов проведения физических экспериментальных исследований у студентов физико-математического направления подготовки: дисс. ... док. пед. наук: 13.00.02/ Смирнов Владимир Вячеславович. – Волгоград, 2012. – 317 с.
154. Современный урок физики в средней школе / В.Г. Разумовский, Л.С. Хижнякова, А.И. Архипова и др.; Под ред. В.Г. Разумовского, Л.С. Хижняковой. – М.: Просвещение, 1983. – 224 с.
155. Талызина, Н.Ф. Познавательная деятельность как объект управления / Н.Ф. Талызина // Теория поэтапного формирования умственных действий и управление процессом учения. – М., 1967. – С. 36 – 47.

156. Таранова, М. В. Учебно-исследовательская деятельность как фактор повышения эффективности обучения математике учащихся профильных классов: Дисс... канд. пед. наук: 13.00.02/ Таранова Марина Владимировна. – Новосибирск, 2003. – 190 с.
157. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.
158. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Т.И. Носова и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.
159. Титова, Н.В. Повышение качества естественнонаучного образования в профессиональном лицее на основе оптимизации педагогических технологий: Дисс... канд. пед. наук: 13.00.02/ Титова Наталья Викторовна. – М., 2011. – 238 с.
160. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования / М-во образования и науки Рос. Федерации. – М.: Просвещение, 2011. – 48 с. – (Стандарты второго поколения).
161. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. URL: <http://минобрнауки.рф/документы/543>. Дата обращения: 20.08.2015
162. Фронтальные лабораторные занятия по физике в 7 – 11 классах общеобразовательных учреждений: Кн. для учителя/ В.А. Буров, Ю.И. Дик, Б.С. Зворыкин и др.; Под ред. В.А. Бурова, Г.Г. Никифорова. – М.: Просвещение: Учеб. лит., 1996. – 368 с.
163. Хорошавин, С. А. Физический эксперимент в средней школе: - М.: Просвещение, 1988. – 175 с.
164. Чикурова, М.В. Оценка самостоятельных работ учащихся / М.В. Чикурова // Физика в школе. – 2006. – № 2. – С.20-24.

165. Чирков, А.Е. Система учебного физического эксперимента как средство формирования фундаментального понятия электромагнитной волны: автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.02/ Чирков Алексей Евгеньевич. – Глазов, 2006. – 23с.
166. Чирков, А.Е. Современные элементы учебной физики для формирования фундаментального понятия относительности механического движения: автореферат дисс... канд. пед. наук: 13.00.02/ Чирков Андрей Евгеньевич. – Киров, 2006. – 18с.
167. Шамало, Т. Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении Текст. / Т. Н. Шамало. — Свердловск, 1990. — 97 с.
168. Шамало, Т. Н. Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий Текст.: кн. для учителя / Т. Н. Шамало. — М.: Просвещение, 1986. — 96 с.
169. Шамало, Т. Н. Физический эксперимент как средство активизации творческой деятельности учащихся Текст. / Т. Н. Шамало // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных и методических работ. Выпуск 3. — Глазов: ГГПИ, 1997. — С. 20-21.
170. Шаповалов, А.А. Подготовка учителя физики к конструированию системы школьного лабораторного эксперимента [Электронный ресурс] / А.А. Шаповалов, Л.Е. Андреева. Учебное пособие. Барнаул. – 2005. – Режим доступа: http://mpf.uni-altai.ru/?page=vuz_exp_lab_100 (дата обращения 05.02.2015)
171. Шаповалов, А.А. Подготовка учителя физики к конструированию системы школьного демонстрационного эксперимента [Электронный ресурс] / А.А. Шаповалов, Л.Е. Андреева. Учебное пособие. Барнаул. – 2005. – Режим доступа: <http://mpf.uni-altai.ru/?page=752> (дата обращения 05.02.2015)

172. Шаронова, Н. В. Теоретические основы и реализация методологического компонента методической подготовки учителя физики: дисс. ... док. пед. наук: 13.00.02/ Шаронова Наталия Викторовна. – М., 1997. – 460с.
173. Шаронова, Н.В. Применение современных наглядных учебных материалов в условиях зачетной системы обучения физике на уроках различных типов/ Н.В. Шаронова, В.В. Иванова //Физика в школе. –2014. – №3, – С. 35-41.
174. Шахмаев, Н.М. Физический эксперимент в средней школе: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика / Н.М. Шахмаев, В.Ф. Шилов. М.: Просвещение, 1989. – 255с.
175. Шахмаев, Н.М. Демонстрационные опыты по разделу «Колебания и волны»: Пособие для учителей. / Н.М. Шахмаев. М.: Просвещение, 1974. – 128 с.
176. Шилов, В.Ф. Физический эксперимент по курсу «Физика и астрономия» в 7-9 классах общеобразовательных учреждениях: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 200. – 142с.
177. Щеглов, Н.Т. Начальные основания физики. Ч.1,2. – СПб: Тип. Гинце, 1834. – 780с.
178. Щукина, Г.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе. – М.: Просвещение, 1979. –160 с.
179. Якута, А.А. Создание и методика применения автоматизированных аппаратно-программных комплексов для количественных демонстрационных экспериментов: На примере раздела "Механика" курса общей физики классического университета: дисс... канд. физико-математических наук: 01.04.01, 13.00.02 / Якута Алексей Александрович. – М., 2005. – 322 с.
180. Brass C., Gunstone R., Fensham P. Quality Learning of Physics: Conceptions Held By High School and University Teachers // Research in Science Education. – 2003. - № 33. – с. 245-271

181. Darling-Hammond, L. Teacher Learning. That Supports Student Learning: What Teachers Need to Know // Educational Leadership. 1998. Vol. 55, № 5.
182. Espinoza, F. Enhancing mechanics learning through cognitively appropriate instruction // Physics Education. – 2004. – Т.39, №2. – P. 181-187
183. Homopolar motor demonstration [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.youtube.com/watch?v=w2f6RD1hT6Q> (дата обращения: 12.04.2014)
184. Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. National Research Council (2000). -Washington, D.C. National Academy Press. – 224 p.
185. Kolb, D.A. Experiential Learning: Experience as the source of learning and development / D.A. Kolb. – Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1984. – 256 p.
186. Mainers, N.F. Physics Demonstration Experiments: V.1/by N.F. Mainers. – New York: Ronald Press Company, 1970. – 654 p.
187. Randall D. Knight, and Juan R. Burciaga. Five easy lessons: Strategies for successful physics teaching // American Journal of Physics 72.3 (2004): p. 414-416
188. Shulman, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching // Educational Researcher. 1986.15(2). P. 4–14.
189. Trumper, R. The Physics Laboratory – A Historical Overview and future perspectives // Science & Education. – 2003. – Т.12, №7 – P. 645-670
190. Van Heuvelen, A., Etkina E. The Physics Active Learning Guide, Instructor (Pearson Addison Wesley, San Francisco, 2006).

Приложения:

1. Пример применения алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента на тему: «Метод зеркальных отображений»;
2. Пример применения алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента на тему: «Закон сохранения импульса»;
3. Компьютерная программа для изучения закона сохранения импульса;
4. Результаты анкетирования учителей физики;
5. Рабочий лист учащегося по теме «Дифракционная решетка»;
6. Рабочий лист учащегося по теме «Поперечные и продольные волны»;
7. Диагностические материалы формирующего этапа педагогического эксперимента.

Приложение 1. Пример применения алгоритма деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента на тему: «Метод зеркальных отображений»

Алгоритм деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием физического эксперимента	Пример применения алгоритма для организации эксперимента на тему: «Электрические поля»
<p><i>И. Этап предметных действий</i></p> <p>1. Определение предметных, научных основ изучаемого содержания</p> <p>2. Выделение физического содержания для изучения на уроке, формулировка экспериментальной основы изучаемого материала</p> <p>3. Определение перечня и уровня познавательных, в т.ч. экспериментальных умений, усваиваемых учащимися на уровне самостоятельной деятельности в целях получения нового учебного результата</p>	<p><i>И. Этап предметных действий</i></p> <p>1. Метод зеркальных отображений. Эквипотенциальные поверхности. Теорема единственности.</p> <p>2. Расчет электрических полей, создаваемых заряженными телами различной формы. Принцип суперпозиции. Линии напряженности.</p> <p>3. Учащимися должны быть усвоены следующие понятия, умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Картины электрических полей положительных и отрицательных зарядов – Умение строить силовые картины полей, созданных различными телами – Умение строить картину системы «заряд- пластина», используя метод изображений и принцип суперпозиции
<p><i>II. Дидактический этап</i></p> <p>1. Определение типа урока и его места в теме, ведущего метода обучения, форм организации учебной деятельности</p> <p>2. Развитие результатов использованного ранее физического учебного эксперимента</p> <p>3. Определение возможного места демонстрационного и лабораторного эксперимента в уроке в соответствии с выбранными вариантами метода обучения</p>	<p><i>II. Дидактический этап</i></p> <p>1. Урок новых знаний. 10 класс, профильный. Тема урока: «Электрические поля». Метод обучения: наглядный – эвристический – под руководством учителя. Форма организации учебной деятельности – фронтальная.</p> <p>2. Актуализация знаний: демонстрационный эксперимент по визуализации линий напряженности одноименно и разноименно заряженных тел с помощью «султанов».</p> <p>3. Демонстрационный эксперимент проводится учителем на протяжении всего урока. Каждый этап эксперимента помогает учащимся в ходе эвристической беседы получить новые знания, которые приведут к полному пониманию метода</p>

	зеркальных отображений.
<p>III. <i>Методический этап</i></p> <p>1. Выбор или создание нового учебного эксперимента, наиболее точно отражающего теоретическую модель изучаемого содержания</p> <p>2. Планирование деятельности учащихся по усвоению информации, осмыслению фактов и получению выводов из увиденного, наблюдаемого процесса во время эксперимента. Организация максимально возможной познавательной деятельности учащихся на основе учебного физического эксперимента</p>	<p>III. <i>Методический этап</i></p> <p>1. При анализе методической литературы учитель не обнаружил эксперимента, который физически правильно и наглядно точно отображал бы существо изучаемой новой сложной теории. Таким образом, возникает необходимость в разработке нового эксперимента. Теоретической и методической основой эксперимента является его максимальная близость к теоретической модели явления и чертежам, остающимся в тетрадях учеников.</p> <div data-bbox="1018 882 1310 1133" data-label="Image"> </div> <p>Рис. 2. Метод зеркальных отображений</p> <p>2. Для демонстрации необходимо воспользоваться парой электростатических «султанов».</p> <div data-bbox="951 1335 1326 1615" data-label="Image"> </div> <p>Рис.3. Силовые линии электрического поля двух разноименных зарядов</p> <p>а) актуализация знаний: сообщив «султанам» заряд противоположных знаков, разместите их на таком расстоянии, чтобы индикаторные полоски не соприкасались.</p> <p>Далее задайте вопрос учащимся: как изменится картина силовых линий, если «султаны» будут заряжены одноименно?</p> <p>б) металлический лист достаточных</p>

размеров необходимо поместить в середину зазора между полосками «султанов». Просим учащихся определить значение потенциала в месте введения листа, спрашиваем – зачем лист заземлен. Обращаем внимание на сохранение картины электрического поля, образованной парой зарядов.

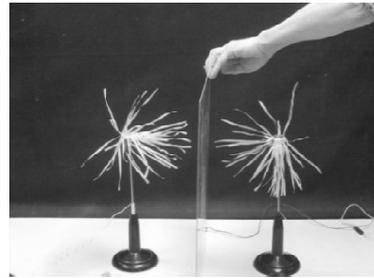


Рис.4. Картина электрического поля двух разноименных зарядов при наличии металлического листа между султанами
в) сохраняя местоположение листа, один из заряженных «султанов» убирается, при этом не наблюдается изменение в картине поля – она остаётся прежней.

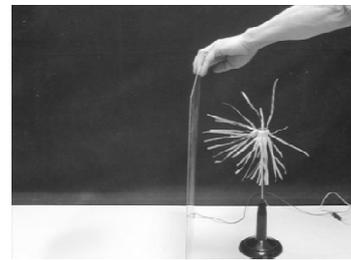


Рис.5. Картина электрического поля одного из заряженных султанов при наличии металлического листа

IV. Рефлексивный этап

1. Контроль результатов учебной деятельности учащихся в ходе варьирования элементов, условий проведения эксперимента

2. Определение уровня усвоения физических основ изучаемого содержания; уровня сформированности познавательных умений

IV. Рефлексивный этап

1. В ходе урока на каждом этапе эксперимента учитель задает ряд вопросов, ответы на которые помогают учащимся предсказать наблюдаемые явления, проверяемые далее на опыте.

2. Для контроля уровня усвоения физических основ изученного содержания необходимо несколько изменим ход опыта. Поднесите к заряженному «султану» металлический лист. Можно наблюдать перераспределение индикаторных полос в соответствии с

3. Создание познавательной ситуации для проявления учащимися умений планировать и организовывать самостоятельную деятельность на основе эксперимента.

линиями поля. К обратной стороне листа на равное расстояние поместите подобный «султан» с зарядом противоположного знака. Обратите внимание учащихся на полученную картину поля и обсудите - что будет, если убрать металлический лист. Ожидаемый ответ - изменений не наблюдается.

3. Для проверки уровня усвоения учащимися физического содержания школьникам предлагается ответить на два вопроса с последующей экспериментальной проверкой:

1. Какая картина будет наблюдаться, если с другой стороны заземленного листа поднести «султан», заряженный одноименным знаком?

2. Что произойдет, если лист убрать?

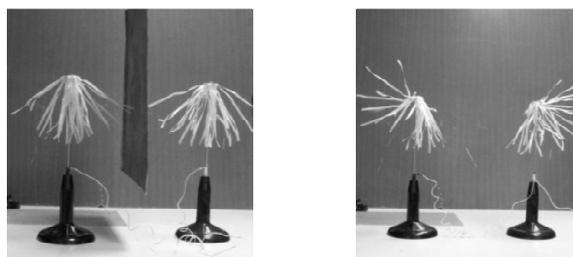


Рис.6. Экспериментальная проверка вопроса №1, 2

Приложение 2. Пример применения алгоритма учителя преподавателя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента на тему: «Закон сохранения импульса»

Алгоритм деятельности учителя по конструированию учебного процесса с использованием школьного физического эксперимента	Пример применения алгоритма для организации эксперимента на тему: «Закон сохранения импульса»
<p><i>I. Этап предметных действий</i></p> <p>1. Определение предметных, научных основ изучаемого содержания</p> <p>2. Выделение физического содержания для изучения на уроке, формулировка экспериментальной основы изучаемого материала</p> <p>3. Определение перечня и уровня познавательных, в т.ч. экспериментальных умений, усваиваемых учащимися на уровне самостоятельной деятельности в целях получения нового учебного результата</p>	<p><i>I. Этап предметных действий</i></p> <p>1. Закон сохранения импульса. Условия выполнения закона сохранения импульса</p> <p>2. Внешние, внутренние силы, действующие на систему тел. Закон изменения импульса, сохранение проекции импульса. Проверка выполнения ЗСИ.</p> <p>3. Учащимися должны быть усвоены следующие понятия, умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Умение выделять систему тел, взаимодействие которых рассматривается в задаче – Умение выделять внешние силы и определять равенство нулю суммы сил или их проекций – Умение определять суммарный импульс выбранной системы для двух моментов времени и проецировать полученное уравнение на оси координат – Умение экспериментально проверить ЗСИ или его проекции – Умение пользоваться компьютерным приложением
<p><i>II. Дидактический этап</i></p> <p>1. Определение типа урока и его места в теме, ведущего метода обучения, форм организации учебной деятельности</p> <p>2. Определение возможного</p>	<p><i>II. Дидактический этап</i></p> <p>1. Урок формирования навыков. 10 класс. Тема урока: «Проверка выполнения закона сохранения импульса». Метод обучения: наглядный/практический – эвристический – под руководством учителя. Форма организации учебной деятельности – фронтальная, групповая</p> <p>2. Эксперимент может быть выполнен</p>

<p>места демонстрационного и лабораторного эксперимента в уроке в соответствии с выбранными вариантами метода обучения</p>	<p>как демонстрационный опыт или в качестве лабораторной работы, проводится на протяжении всего урока. Каждый этап эксперимента помогает учащимся в ходе эвристической беседы получить новые знания, которые приведут к полному пониманию закона сохранения импульса</p>
<p>III. <i>Методический этап</i></p> <p>1. Выбор или создание нового учебного эксперимента, наиболее точно отражающего теоретическую модель изучаемого содержания</p> <p>2. Планирование деятельности учащихся по усвоению информации, осмыслению фактов и получению выводов из увиденного, наблюдаемого процесса во время эксперимента. Организация максимально возможной познавательной деятельности учащихся на основе учебного физического эксперимента</p>	<p>III. <i>Методический этап</i></p> <p>1. В большинстве пособий по школьному физическому эксперименту для проверки закона сохранения импульса предлагаются эксперименты, закрепляющие в сознании учащихся одномерную модель применения данного закона для системы из двух тел, т.о. учителю не удалось обнаружить эксперимент, который физически правильно и наглядно точно отображал бы существо изучаемой новой сложной теории. Таким образом, возникает необходимость в разработке нового эксперимента.</p> <p>2. Для работы можно использовать установку, которая состоит из прибора для демонстрации законов механики (ПДЗМ) и обычного пружинного устройства, стреляющего металлическим шариком</p> <p>а) Актуализация знаний: учитель повторяет с учениками законы Ньютона и подчеркивает их роль для определения ускорения и скоростей тел</p> <p>б) Учитель знакомит учащихся с установкой, которую они схематически зарисовывают в тетрадях, выделяя систему взаимодействующих тел, расставляют силы, разделяя их на внешние и внутренние</p> <p>в) Записав второй закон Ньютона для каждого тела и системы в целом, учащиеся под руководством учителя выводят общий вид закона сохранения импульса. Учитель должен отметить, что</p>

	<p>он сформулирован для изолированной системы</p> <p>г) Далее необходимо рассмотреть случаи применения ЗСИ в реальных задачах:</p> <p>1) Учитель проводит следующий эксперимент: располагает пружинное устройство так, чтобы металлический шарик вылетал параллельно направляющему монорельсу (поддув большой). Учащимся задается вопрос – выполняется ли ЗСИ? В ходе эвристической беседы с использованием схем и чертежей в тетрадах учащихся, получают вывод о том, что система полностью изолирована, сохраняется полный импульс. С помощью компьютерного приложения, которое позволяет получать экспериментальное значение тележки, ученики проверяют выдвинутую им гипотезу.</p> <p>2) Проведя аналогичные действия, расположив пружинное устройство располагается под углом к монорельсу, учащиеся экспериментально проверяют сохранение проекции суммы импульсов на ось, проекция внешних сил на которую равна нулю.</p>
<p><i>IV. Рефлексивный этап</i></p> <p>1. Контроль результатов учебной деятельности учащихся в ходе варьирования элементов, условий проведения эксперимента</p> <p>2. Определение уровня усвоения физических основ изучаемого содержания; уровня сформированности познавательных умений</p> <p>3. Создание познавательной ситуации для проявления учащимися умений планировать и организовывать</p>	<p><i>IV. Рефлексивный этап</i></p> <p>1. В ходе урока на каждом этапе эксперимента учитель задает ряд вопросов, ответы на которые помогают учащимся предсказать наблюдаемые явления, проверяемые далее на опыте</p> <p>2.3. Учащимся предлагается, изменяя давление воздуха в монорельсе (увеличивая силу трения) и угол его наклона к горизонту, получить различные физические ситуации: от обычного равенства нулю суммы проекций внешних сил до невозможности применения закона сохранения импульса к системе «шарик-тележка»</p>

самостоятельную деятельность на основе эксперимента.	
--	--

Приложение 3. Компьютерная программа для изучения закона сохранения импульса

```

unit Unit1;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, DeviceAPI, ComCtrls, Menus;
{
type
  State=record
    b1: boolean;
    b2: boolean;
    b3: boolean;
    time: integer;
  end;
var a: array[0..190] of State;
    count: integer;
count = 0;
if (a[count-1].b1 == 1) and a[count].b1 == 0 then
var portb: byte;
if ((portb and 1) = 1)
if ((portb and 2) = 2)
  }
type
  State = record
    N: byte;
    t_otkr: double;
    t_zakr: double;
    delta_time: double;
    v,a,t:double;

```

```
end;  
const l=0.05;  
type  
TForm1 = class(TForm)  
    Edit1: TEdit;  
    Button1: TButton;  
    Button2: TButton;  
    Memo1: TMemo;  
    Button4: TButton;  
    Button5: TButton;  
    Button3: TButton;  
    ListView1: TListView;  
    GroupBox1: TGroupBox;  
    Label2: TLabel;  
    Label3: TLabel;  
    Label4: TLabel;  
    Label5: TLabel;  
    Edit2: TEdit;  
    Edit3: TEdit;  
    Edit4: TEdit;  
    Edit5: TEdit;  
    GroupBox3: TGroupBox;  
    Label6: TLabel;  
    Label7: TLabel;  
    Label9: TLabel;  
    Label8: TLabel;  
    Label10: TLabel;  
    Label11: TLabel;  
    Label12: TLabel;  
    Label13: TLabel;
```

```
Label14: TLabel;  
Label15: TLabel;  
Label16: TLabel;  
Label17: TLabel;  
Edit6: TEdit;  
Label18: TLabel;  
Edit7: TEdit;  
Label19: TLabel;  
Edit8: TEdit;  
Label20: TLabel;  
Edit9: TEdit;  
Label21: TLabel;  
Edit10: TEdit;  
Label22: TLabel;  
Label23: TLabel;  
Edit11: TEdit;  
Timer1: TTimer;  
Timer2: TTimer;  
Timer3: TTimer;  
Timer4: TTimer;  
Button6: TButton;  
Edit12: TEdit;  
Label24: TLabel;  
Label1: TLabel;  
procedure FormCreate(Sender: TObject);  
procedure Button1Click(Sender: TObject);  
procedure Button2Click(Sender: TObject);  
procedure Button3Click(Sender: TObject);  
procedure Button4Click(Sender: TObject);  
procedure Button5Click(Sender: TObject);
```

```

procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
procedure Button6Click(Sender: TObject);
procedure Edit2DbClick(Sender: TObject);
procedure Edit3DbClick(Sender: TObject);
procedure Edit4DbClick(Sender: TObject);
procedure Edit5DbClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
  cp: TComPort;
  procedure OnGetCommData(Sender: TObject; porta, portb: byte; time: integer);
  procedure FillListView;
public
  { Public declarations }
  previous_a, previous_b : byte;
  States: array[0..255] of State;
  current_state: integer;
  current_opto_n: integer;
end;
var
  Form1: TForm1;
implementation
  {$R *.dfm}
  { TComPort }
function dec2bin(dec: byte):string;
var i: integer;
begin
  result:="";
  for i:=0 to 7 do
  begin
    if ((dec and 1) = 1) then result:='1'+result else result:='0'+result;

```

```

    dec := dec shr 1;
end;
end;

```

```

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    cp:=TComPort.Create;
    cp.OnExperimentDataReceivedEvent:=OnGetCommData;
    previous_a:=1;
    previous_b:=217;
end;

```

```

procedure TForm1.OnGetCommData(Sender: TObject; porta, portb: byte; time:
integer);
var changed_a, changed_b, bit_a, bit_b: byte;
    isch_position, ch_positon : integer;
    state: boolean;
    last_time: double;
begin
    // в этой процедуре пиши что хочешь
    changed_a:= porta xor previous_a;
    changed_b:= portb xor previous_b;
    bit_a:= changed_a and porta;
    bit_b:= changed_b and portb;
    previous_a:=porta;
    previous_b:=portb;

    isch_position := pos('1',dec2bin(bit_a)+dec2bin(bit_b));
    ch_positon := pos('1',dec2bin(changed_a)+dec2bin(changed_b));

```

```

state:=false;
if (isch_position = ch_positon) then state:=true;

last_time:=0;
if (current_state <> 0) then last_time:=States[current_state-1].t_otkr;
if (not state) then
begin
States[current_state].N:=ch_positon;
States[current_state].t_zakr:=time/1000000+last_time;
States[current_state].t_otkr:=0;
end
else
begin
if (States[current_state].N <> ch_positon) then ShowMessage('Error!!!!');
States[current_state].t_otkr:=time/1000000+States[current_state].t_zakr;
States[current_state].t:=States[current_state].t_otkr-States[current_state-1].t_otkr;
States[current_state].delta_time := time/1000000;
States[current_state].v:=1/States[current_state].delta_time;
States[current_state].a:=(States[current_state].v-States[current_state-
1].v)/States[current_state].t;
inc(current_state);
end;
FillListView();

{if (isch_position = 0) then} Memo1.Lines.Add('Channel '+inttostr(ch_positon)+' is
'+BoolToStr(state, true)+' / TIME: '+inttostr(time)+' TIMEF:
'+floattostr(time/1000000));
// if (isch_position = ch_positon) then Memo1.Lines.Add('Channel
'+inttostr(ch_positon)+' opened / TIME: '+inttostr(time)+' TIMEF:
'+floattostr(time/1000000));

```

```
// Memo1.Lines.Add('PORTA: '+dec2bin(bit_b)+' PORTB: '+dec2bin(changed_b)+ '
TIME: '+inttostr(time)+' TIMEF: '+floattostr(time/1000000));
end;
```

```
procedure TForm1.FillListView();
var item:TListItem; i: integer;
begin
  ListView1.Items.Clear;
  for i:=0 to current_state-1 do
  begin
    item:=ListView1.Items.Add;
    item.Caption:=inttostr(i);
    item.SubItems.Add(inttostr(States[i].N));
    item.SubItems.Add(floattostr(States[i].t_zakr));
    item.SubItems.Add(floattostr(States[i].t_otkr));
    item.SubItems.Add(floattostr(States[i].delta_time));
    item.SubItems.Add(floattostr(States[i].v));
    item.SubItems.Add(floattostr(States[i].t));
    item.SubItems.Add(floattostr(States[i].a));
  //  ListView1.Items.AddItem(item);
  end;
end;
```

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  if not cp.ConnectDevice(strtoint(Edit1.text)) then
  begin
    ShowMessage('Error, could not open com port.');
```

```
    exit;
```

```
end;
if (not cp.CheckDevice) then
begin
  ShowMessage('Error, device not connected.');
```

cp.CloseDevice;

```
  exit;
end;
if (not cp.SetPortAMask(1)) then
begin
  ShowMessage('Error, could not send PORTA mask. Reboot the device.');
```

cp.CloseDevice;

```
  exit;
end;
sleep(500);
if (not cp.SetPortBMask(217)) then
begin
  ShowMessage('Error, could not send PORTB mask. Reboot the device.');
```

cp.CloseDevice;

```
  exit;
end;
sleep(500);
Memo1.Lines.Add('Devise succesfully initialized.');
```

end;


```
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  if (cp.DeviceState = sExperiment) then
  begin
    cp.StopExperiment();
    sleep(100);
```

```
end;
cp.CloseDevice;
end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
  if (cp.StopExperiment) then memo1.Lines.Add('Exp started.');
```

```
end;

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
  if (cp.CheckDevice) then memo1.Lines.Add('Device connected.');
```

```
end;

procedure TForm1.Button5Click(Sender: TObject);
begin
  if (cp.StartExperiment) then memo1.Lines.Add('Exp started.');
```

```
  current_state:=0;
end;

procedure TForm1.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
  Button2.Click;
end;

procedure TForm1.Button6Click(Sender: TObject);
begin
  if ((Edit2.Text<>")and (Edit3.Text<>")and(Edit4.Text<>")and(Edit5.Text<>") then
  begin
    //GroupBox2.Visible:=True;
```

```
    Timer1.Enabled:=True;
end
    else ShowMessage('Введите данные');
end;

procedure TForm1.Edit2DbClick(Sender: TObject);
var f:integer;
begin
    f:=StrToInt(Edit2.Text);
    Edit6.Text:=IntToStr(f);
    Edit9.Text:=IntToStr(f);
    Timer1.Enabled:=False;
    Label7.Font.Color:=clBlack;
    Timer2.Enabled:=True;
end;

procedure TForm1.Edit3DbClick(Sender: TObject);
var w:integer;
begin
    w:=StrToInt(Edit3.Text);
    Edit10.Text:=IntToStr(w);
    Timer2.Enabled:=False;
    Label4.Font.Color:=clBlack;
    Timer3.Enabled:=True;
end;

procedure TForm1.Edit4DbClick(Sender: TObject);
var z:integer;
begin
    z:=StrToInt(Edit4.Text);
```

```
Edit7.Text:=IntToStr(z);
Timer3.Enabled:=False;
Label9.Font.Color:=clBlack;
Timer4.Enabled:=True;
end;

procedure TForm1.Edit5DbClick(Sender: TObject);
var q:real;
begin
  q:=StrToFloat(Edit5.Text);
  Edit8.Text:=FloatToStr(q);
  Timer4.Enabled:=False;
  Label10.Font.Color:=clBlack;
  //Timer5.Enabled:=True;
end;
end.
```

Приложение 4. Результаты анкетирования учителей физики

Таблица 1. Использование различных видов эксперимента

Как часто используете Вид эксперимента	Не использую	Очень редко	Достато чно часто	Системати чески
Демонстрационный эксперимент	-	11,8%	64,7%	23,5%
Лабораторная работа	-	-	11,8%	89,2%
Фронтальные экспериментальные задания	5,9%	58,8%	25,5%	9,8%
Экспериментальные задачи	11,8%	70,5%	11,8%	5,9%
Домашние экспериментальные задания	5,4%	54,4%	38,6%	1,6%
Работы физического практикума	6,2%	52,9%	37,1%	3,8%

Таблица 2. Использование учителями эксперимента согласно этапу учебного процесса

Как часто используете На каком этапе	Не использую	Очень редко	Достато чно часто	Системати чески
При изучении нового материала	-	17,6%	48,1%	24,7%
При первичном применении новых знаний	-	29,4%	45,1%	7,7%
На этапе формирования умений, навыков	5,9%	25,4%	56,9%	11,8%
При обобщении, систематизации изученного материала	11,8%	29,4%	39,2%	17,6%
В контрольных работах	23,5%	59,5%	-	-

Таблица 3. Использование форм проведения эксперимента

Как часто используете Форма проведения	Не использую	Очень редко	Достато чно часто	Системати чески
Учащиеся выполняют работу по описанию учебника	5,9%	8,2%	29,4%	56,5%
Учащиеся выполняют работу по Вашей инструкции, все	5,9%	23,5%	64,7%	5,9%

получают одинаковые задания				
Вы планируете эксперимент в процессе эвристической беседы вместе с учащимися	21,6%	57,1%	15,4%	5,9%
Работа выполняется в группах, задание для всех одинаковые	17,6%	35,3%	11,8%	23,5%
Работа выполняется в группах, задание дифференцированные	17,6%	52,9%	11,8%	5,9%

Таблица 4. Включение эксперимента в урок

Включение эксперимента в урок	Количество ответивших
Включаете те опыты, которые описаны в учебнике или предложены авторами УМК в методических рекомендациях, используете их преимущественно как иллюстрацию своего рассказа	41,2%
Рассматриваете варианты включения предложенных авторами УМК экспериментов в урок в соответствии с целями урока, выбранными методами обучения (как источник учебной проблемы, исходный факт или подтверждение теории ...)	43,2%
Анализируете физическое содержание, определяете, нужен ли эксперимент для организации познавательной деятельности учащихся по его усвоению эксперимент.	15,6%

Таблица 5. Желание учителей заниматься в составе педагогической мастерской, посвященной физическому эксперименту и его роль в учебном процессе

Вариант ответа	Желание учителей заниматься в составе педагогической мастерской, посвященной физическому эксперименту и его роль в учебном процессе
Да	65,9%
Нет	34,1%

Приложение 5. Рабочий лист учащегося по теме «Дифракционная решетка»

Макаров Иван

Дифракционная решётка

Класс 11 " В "

I 1. Объясните способность волн огибать препятствия? (С каким явлением это связано) Волна огибает препятствие в случае когда размеры препятствия сравнимы с длиной волны.

2. В чем заключается принцип Гюйгенса-Френеля? Каждая точка фронта световой волны сама становится источником вторичных сферических волн.

3. При каких условиях наблюдается дифракция света? Наблюдается в случае когда размеры препятствия сравнимы с длиной волны.

4. Для изготовления искусственных перламутровых пуговиц на их поверхности нарезают мельчайшую штриховку. Почему после этого пуговица приобретает радужную окраску? Т.к. поверхность пуговицы становится дифракционной решеткой и разлагает свет в спектр.

II 1. Выразите λ из условия максимума дифракционной решётки? $\lambda = d \sin \alpha / k$

2. Зависит ли положение главных максимума дифракционного спектра от числа щелей решётки? Если да, то каким образом? Зависит

3. Какая дифракционная картина будет получена? Средовыми минимумами и максимумами.

4. Какие величины необходимо измерить, чтобы вычислить λ ? Каким образом можно их измерить? $\lambda = \frac{d \sin \alpha}{k}$, измерить d - расстояние от решетки до экрана, и расстояние b - по углу зрения от центра дополнительной линии спектра.

5. Предположите метод вычисления угла, под которым наблюдается максимум? $\sin \alpha = k \lambda / d$, а $\cos \alpha = k \lambda / d$

6. Как Вы считаете, сколько необходимо сделать измерений и вычислений, чтобы получить наиболее точный результат? 3 раза
7. Составьте таблицу для занесения в неё полученных результатов.

a	b	$tg \varphi$	φ	λ
$10 \text{ мкм} = 0,1 \text{ м}$	$6 \text{ мкм} = 0,006 \text{ м}$	$0,86$	$2,4^\circ$	$0,97 \cdot 10^{-6} \text{ м}$
$0,15 \text{ м}$	$0,008 \text{ м}$	$0,053$	$3,05^\circ$	$0,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}$
$0,2 \text{ м}$	$0,01 \text{ м}$	$0,05$	$2,9^\circ$	$0,657 \cdot 10^{-6} \text{ м}$

III 1. Какие значение длины волны красных лучей Вы получили? Сравните с табличным значением. расчёт $\lambda = 7 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

2. Какие значение длины волны фиолетовых лучей Вы получили? Сравните с табличным значением.

3. Какое новое физическое знание Вы получили? Как измерить длину волны с помощью дифракционной решётки.

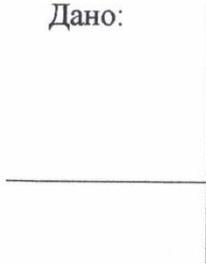
IV 1. Дайте определение дифракционной решётки? совокупность большого числа очень узких щелей, разделённых непрозрачными промежутками

2. Почему дифракционный спектр всех порядков начинается с фиолетовой полосы, а заканчивается красной? Потому что фиолетовая волна самая короткая из видимого света, а красная - самая длинная

3. Почему в центральной части спектра, полученного на экране при освещении дифракционной решётки белым светом, всегда наблюдается белая полоска?

- V ✓ 1. Определите длину волны для линии в дифракционном спектре второго порядка, совпадающей с изображением линии спектра третьего порядка, у которого длина волны равна 400 нм. (написать решение)
- а) 600нм б) 800нм в) 200нм.

Дано:



Решение:

✓

2. Определить оптическую разность хода волн длиной 540 нм, прошедших через дифракционную решётку и образовавших максимум второго порядка?
- а) $2,7 \cdot 10^{-7}$ м б) $10,8 \cdot 10^{-7}$ м в) $5,4 \cdot 10^{-7}$ м

Приложение 6. Рабочий лист учащегося по теме «Поперечные и продольные волны»

Поперечные и продольные волны

Класс 7 "Б" шефской школы.

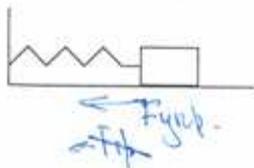
- I
1. Что такое колебания? какими или похи повторено
изменениями.
 2. Приведите примеры колебательных систем: пружинной маятника,
математического маятника, качели.
 3. Что такое математический маятник? (Нарисуйте) тело, прикрепленн.
к нити.



4. Что такое пружинный маятник? (Нарисуйте) тело, прикрепленное
к пружине.



- II
1. Запишите цель эксперимента (как Вы поняли)
Цель: показать как на волне поперечной, а также
продольной.
 2. Расставьте силы, действующие на тело (пружина растянута). Поверхность гладкая.

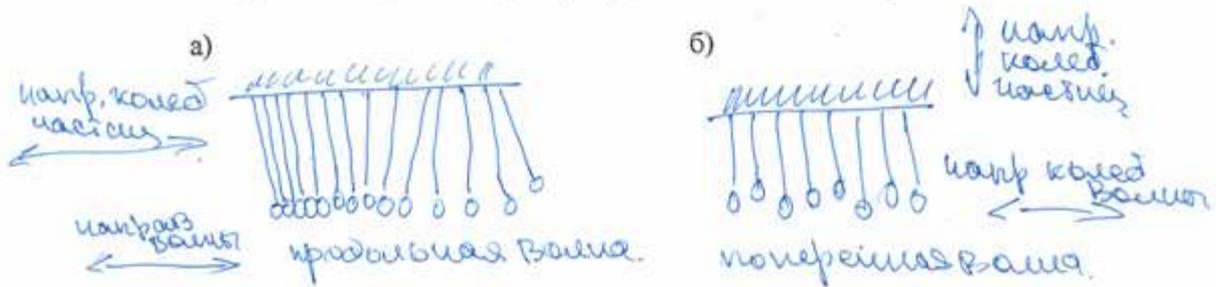


3. Опишите установку шары могут двигаться, и движение
 сам движется вперед и назад, показывая вид волны

4. Если левый крайний шар заставить совершать колебательный движения, что
 произойдет с соседним шаром и со всей цепочкой? при соприкосно-

вении с колеблющимся шаром другие тоже
станут колебаться. При этом возникает продоль-
ная волна.

III 1. Изобразите направление распространения волны и направление колебаний



2. Как эти направления расположены друг относительно друга?

а) продольно

б) поперечно

3. Дайте определение продольным и поперечным волнам

продольные - волны, в котор. напр. колеб. совпадает с напр. распр.

продольно напр. волны поперечные - колеб. совпадает с напр. распр. волны

IV 1. Какие волны (продольные или поперечные) возникают:

а) в струнах при игре на гитаре

поперечные

б) в воздушном столбе внутри духовой трубы, когда музыкант дует в трубу

продольные

Приложение 7. Диагностические материалы формирующего этапа педагогического эксперимента

Тема 1. Взаимодействие зарядов

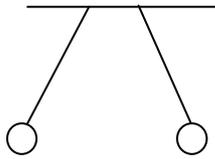
1. Усвоение знаний:

а) Каким образом взаимодействуют наэлектризованные тела, имеющие одноименные заряды? _____

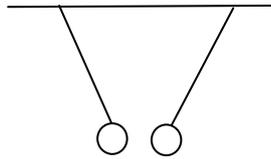
б) Каким образом взаимодействуют наэлектризованные тела, имеющие разноименные заряды? _____

2. Усвоение способа деятельности:

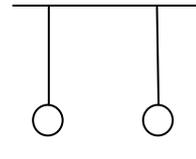
а) Какие пары шаров имеют одноименные заряды:



а

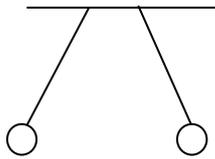


б

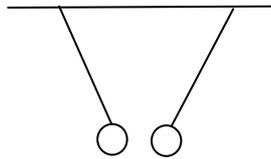


с

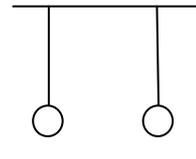
б) Расставьте знаки зарядов:



а



б



с

3. Усвоение способа получения знаний:

Составьте план эксперимента для наглядной демонстрации взаимодействия заряженных тел? _____

4. Получение нового знания в самостоятельной деятельности по применению способа получения знаний:

Как определить заряжено тело или нет? Как определить знак его заряда? _____

Тема 2. Конденсатор в цепи переменного тока

1. Усвоение знаний:

Может ли существовать электрический ток в цепи, включающей конденсатор? _____

2. Усвоение способа деятельности:

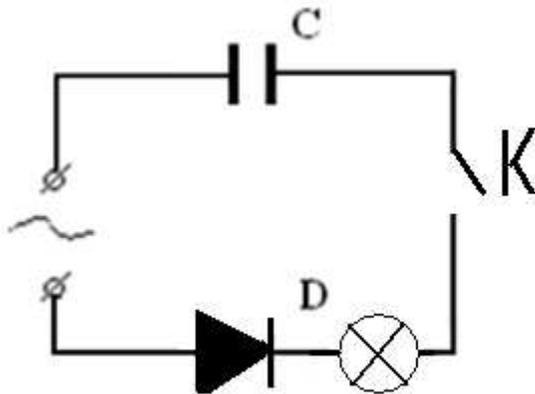
Каким экспериментом можно подтвердить Ваш ответ на вопрос №1? _____

3. Усвоение способа получения знаний:

В цепи, содержащей конденсатор, тока проводимости между обкладками конденсатора нет. Почему амперметр, включенный в цепь, регистрирует ток? _____

4. Получение нового знания в самостоятельной деятельности по применению способа получения знаний:

Что произойдет в представленной цепи при замыкании ключа?



Тема 3. Резонанс в механических системах*1. Усвоение знаний:*

При каких условиях наступает резонанс? _____

2. Усвоение способа деятельности:

Как продемонстрировать явление резонанса? _____

3. Усвоение способа получения знаний:

Что будет если изменить массу камертона (возбуждающего элемента)? _____

4. Получение нового знания в самостоятельной деятельности по применению способа получения знаний:

Как доказать, что резонанс наступает только при совпадении частоты внешней силы с частотой свободных колебаний системы? _____

Тема 4. Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний математического маятника от параметров системы

1. Усвоение способа получения знаний:

Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний математического маятника от длины нити

а) Сформулируйте задачу лабораторной работы _____

б) Посторойте гипотезу: от каких параметров системы может зависеть период и частота колебаний математического маятника _____

1. _____

2. _____

3. _____

с) Составьте план Ваших действий _____

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

д) Перечислите оборудование, необходимое для проведения опытов _____

е) Запишите те физические величины, которые необходимо измерить на опыте для подтверждения гипотезы _____

2. Усвоение способа деятельности:

а) Заполните таблицу и сделайте необходимые измерения

№ опыта	1	2	3	4	5
Физ. величина					

- b) Вычислите, используя данные таблицы, отношения периодов колебаний маятника и длин нити (результаты округляйте до целых чисел)

$T_2/T_1=$	$T_3/T_1=$	$T_4/T_1=$	$T_5/T_1=$
$l_2/l_1=$	$l_3/l_1=$	$l_4/l_1=$	$l_5/l_1=$

- c) Сделайте выводы о том, как зависит период и частота свободных колебаний математического маятника от его длины _____
- d) Ответьте на вопросы: увеличили или уменьшили длину маятника, если:
- 1) период его колебаний сначала был 0,3 с, а после изменения длины стал 0,1 с _____
 - 2) частота его колебаний вначале была равна 5 Гц, а потом уменьшилась до 3 Гц _____

3. Усвоение знаний:

- a) Запишите зависимость периода колебаний математического маятника от его длины и ускорения свободного падения _____
- b) Выберите верное утверждение.
При увеличении длины нити маятника в 4 раза период его колебаний:
- 1) увеличится в 4 раза
 - 2) уменьшится в 4 раза
 - 3) увеличится в 2 раза
 - 4) уменьшится в 2 раза
 - 5) увеличится в 16 раз

4. Получение нового знания в самостоятельной деятельности по применению способа получения знаний:

- a) Исследуйте зависимость периода колебаний математического маятника от массы груза (постройте гипотезу, составьте план действий, сделайте необходимые измерения, проанализируйте полученные результаты)
- b) Определите ускорение свободного падения с помощью математического маятника

Тема 5. Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний пружинного маятника от параметров системы

1. Усвоение способа получения знаний:

Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний пружинного маятника от массы груза

- а) Сформулируйте задачу лабораторной работы _____

- б) Постройте гипотезу решения поставленной задачи (можно несколько) _____
1. _____
2. _____
3. _____
- в) Перечислите оборудование, необходимое для проведения опытов _____

- г) Составьте план Ваших действий _____
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
- е) Запишите те физические величины, которые необходимо измерить на опыте для подтверждения гипотезы _____

2. Усвоение способа деятельности:

- а) Заполните таблицу и сделайте необходимые измерения

№ опыта	1	2	3	4	5
Физ. величина					
к, Н/м	500	500	500	500	500
m, г	100	200	300	400	500

- b) Вычислите, используя данные таблицы, отношения периодов колебаний маятника и масс груза (результаты округляйте до целых чисел)

$T_2/T_1=$	$T_3/T_1=$	$T_4/T_1=$	$T_5/T_1=$
$m_2/m_1=$	$m_3/m_1=$	$m_4/m_1=$	$m_5/m_1=$

- c) Сделайте выводы о том, как зависит период и частота свободных колебаний пружинного маятника от массы груза _____
- d) Ответьте на вопросы: увеличили или уменьшили массу груза пружинного маятника, если:
- 1) период его колебаний сначала был 0,5 с, а после изменения длины стал 0,2 с _____
 - 2) частота его колебаний вначале была равна 7 Гц, а потом уменьшилась до 5 Гц _____

3. Усвоение знаний:

- a) Запишите зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза _____
- b) Выберите верное утверждение.
При увеличении массы груза маятника период его колебаний:
- 1) увеличится
 - 2) уменьшится
 - 3) не изменится

4. Получение нового знания в самостоятельной деятельности по применению способа получения знаний:

- a) Исследуйте зависимость периода колебаний пружинного маятника от жесткости пружины (постройте гипотезу, составьте план действий, сделайте необходимые измерения, проанализируйте полученные результаты)
- b) Определите жесткость неизвестной пружины.