

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

Балашовский институт (филиал)

Кафедра математики, информатики, физики

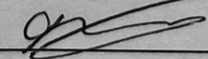
**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ШКОЛЕ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 5 курса 152 группы  
направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя  
профилями подготовки)»,  
профили «Математика и физика»,  
факультета математики и естественных наук  
Каширцевой Анастасии Алексеевны


Научный руководитель

доцент кафедры математики, информатики, физики,

кандидат физико-математических наук  14.05.24 А.В. Фадеев  
(подпись, дата)

Зав. кафедрой математики, информатики и физики

кандидат педагогических наук,

доцент  15.05.24 Е.В. Сухорукова  
(подпись, дата)

**Введение.** Колебательные движения – одни из самых распространённых видов движений в природе. Излучение колебаний – это мощный инструмент познания, универсальный ключ ко многим тайнам природы. Недаром академик Л. И. Мандельштам говорил, что «...если посмотреть историю физики, то можно увидеть, что главные открытия, по существу, были колебательными». В окружающем нас мире часто приходится сталкиваться с периодическими процессами, которые повторяются через одинаковые промежутки времени. Например, сердечные ритмы, процесс дыхания, изменения курса валют на фондовых биржах. Такие процессы называют колебательными. Колебательные явления различной физической природы подчиняются общим закономерностям. Общность колебательных закономерностей позволяет рассматривать колебательные процессы различной природы с единой точки зрения.

Проблемой формирования представлений обучающихся о колебаниях занимались Орехов В.П., Резников Л.И., Каменецкий С.Е., Бордонская Л.А., Африна Е.И., Володин А.М., Лукин Ю.А. В различных исследованиях разрабатывались методические подходы, направленные на повышение качества знаний и умений учащихся о колебаниях, обсуждалась проблема изучения колебаний и волн в рамках колебательно-волнового центра и внутри разделов «Механика» и «Электродинамика», создавались методические системы непрерывного изучения колебаний в основной и средней школы на уроках физики.

Актуальность работы состоит в том, что механические колебания и волны при изучении физики играют большую роль в формировании научного мировоззрения учащихся и в практическом применении в науке и технике.

Объектом исследования является процесс обучения физике в основной общеобразовательной школе.

В качестве предмета исследования выступает методика преподавания механических и электрических колебаний в общеобразовательной школе.

Практическая значимость исследования заключается в том, что

материалы бакалаврской работы можно применить в школе.

При написании работы использовались следующие методы исследования:

- теоретические: анализ и синтез литературы по теме исследования, классификация, обобщение;
- практические: разработка практико-ориентированных задач по механике.

Цель бакалаврской работы – разработать методические рекомендации по проведению демонстрационных опытов при изучении колебательных процессов.

В рамках достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Провести анализ содержания темы «Колебания» в школьном курсе физики.
2. Сделать обзор представления колебаний в различных УМК.
3. Рассмотреть методические особенности проведения демонстрационных опытов в школе.
4. Разработать демонстрационные опыты по теме «Колебания»

Практическая значимость: работа будет полезна как студентам педагогических вузов, выходящим на педагогическую практику или при подготовке к практическим занятиям, так и начинающим учителям физики в школе.

Бакалаврская работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованных источников, приложения.

**Основное содержание работы.** Первая глава называется «Особенности изучения темы «Колебания» в школе», она состоит из двух пунктов. В первом пункте «Место и содержание темы «Колебания» в школьном курсе физики» рассматривается место данного раздела в структуре курса физики, а также последовательность изучения материала по теме «Колебания». Разбираются все вводимые понятия, характеризующие колебания, такие как:

колебательная система, свободные и вынужденные колебания, период, частота, амплитуда, фаза и резонанс, а также методические особенности их изучения. Рассмотрен переход от механических колебаний к электрическим колебаниям, который строится на методе аналогии. Суть данного метода заключается в сопоставлении механических характеристик колебаний их электрическим аналогам, в частности координате, соответствует заряд, скорости – сила тока, массе – индуктивность и так далее.

При изучении электромагнитных колебаний необходимо неоднократно обращаться к их аналогии с механическими колебаниями, это позволит на более высоком уровне усвоить изучаемый материал. Стоит отметить, что, несмотря на разную природу колебаний, законы их описывающие совпадают, что даёт возможность поставить в соответствие механическими характеристикам их электрические аналоги. При механических колебаниях периодически изменяется координата тела и его скорость, а при электрических колебаниях заряд конденсатора и ток через катушку. Возвращение маятника к положению равновесия осуществляется под действием силы упругости, для которой коэффициентом пропорциональности жесткость пружины. Разрядка конденсатора происходит под действием напряжения на обкладках, а коэффициентом пропорциональности между напряжением и зарядом является величина обратная ёмкости конденсатора. В механическом маятнике скорость тела не может вырасти мгновенно из-за наличия инерции, также и в колебательном контуре ток не нарастает мгновенно за счёт явления самоиндукции. Таким образом, индуктивность катушки аналогична массе тела, отсюда можно сделать вывод об эквивалентности кинетической энергии и энергии магнитного поля катушки. Потенциальная энергия, возникающая при деформации в пружине аналогична энергии заряженного конденсатора.

Во втором пункте «Анализ изучения колебаний в различных УМК» рассмотрена последовательность изучения колебательных процессов

различной природы в УМК Перышкина И.М. и Пурышевой Н.С.

В УМК Перышкина И.М. механические колебания изучаются в 9 классе во второй главе «Колебания и волны», которая состоит из 11 параграфов, один из которых выделен звёздочкой и обращён к ученикам, интересующимся физикой. На колебания отводится пять параграфов.

В первом параграфе «Колебательное движение. Свободные колебания» даётся определение колебательного движения, вводятся понятия положения равновесия и смещения. Второй параграф «Величины, характеризующие колебательное движение» знакомит учеников с понятием амплитуды, периода, частоты и фазы, а также здесь вводится понятие собственных колебаний, как колебаний, в которых отсутствует сила трения. Следующий параграф «Гармонические колебания» является необязательным. В нём говорится о колебаниях, происходящих по закону синуса или косинуса. Изучение продолжается в параграфе «Затухающие колебания. Вынужденные колебания». Здесь проводится анализ колебательных процессов с учётом сил сопротивления, на работу против которых расходуется энергия, следовательно, такие колебания со временем прекращаются. Завершается изучение колебаний параграфом, в котором рассматривается резонанс. Электромагнитные колебания изучаются в главе «Электромагнитное поле» и их изучению посвящён один параграф «Колебательный контур. Получение электромагнитных колебаний».

В УМК Пурышевой Н.С. колебания изучаются в 9 классе во второй главе «Механические колебания и волны», которая состоит из пяти параграфов, три из которых посвящены колебаниям. При этом между вторым и третьим параграфом находятся две лабораторные работы, одна из которых отмечена звёздочкой и является необязательной.

Изучение колебаний начинается с параграфа «Математический и пружинный маятник». Обучающиеся знакомятся с колебаниями на примере математической модели колебательной системы. Второй

параграф «Период колебаний математического и пружинного маятника» начинается с введения понятий периода и частоты колебаний, а также даётся определение одного Герца. Заключительный параграф «Вынужденные колебания. Резонанс». К понятию вынужденных колебаний обучающихся подводят через закон сохранения энергии. Электромагнитные колебания рассматриваются в главе «Электромагнитные колебания и волны» и представлены в двух параграфах «Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания» и «Вынужденные электромагнитные колебания и волны».

В ходе анализа УМК определена сложность и полнота изучаемого материала, сделаны выводы о достоинствах и недостатках рассматриваемых УМК.

Вторая глава называется «Использование демонстрационного эксперимента при изучении колебаний в школе», она состоит из двух пунктов, в которых рассмотрены методические особенности использования демонстрационных опытов при изучении «Колебаний» в школе и представлена серия демонстрационных опытов, направленных на формирование понятий, характеризующих колебания.

Первый пункт «Особенности проведения демонстрационных экспериментов» посвящён изучению принципов, определяющих успешность и целесообразность демонстрационного эксперимента.

Демонстрационный эксперимент может иметь педагогическую ценность тогда, когда достигнутый эффект демонстрации будет отчетливо виден всей аудитории учеников. Хорошая видимость демонстрационного опыта обеспечивается:

- 1) специальной конструкцией демонстрационных приборов;
- 2) особым размещением элементов установки на столе (например, в вертикальной плоскости);
- 3) выразительностью демонстрационной установки;
- 4) специальными средствами, которые повышают видимость приборов и

ожидаемого эффекта.

Следовательно, при подготовке опыта учитель решает три основных вопроса:

1. Выбор места каждого элемента установки, которая демонстрирует изучаемое явление, в горизонтальной или вертикальной плоскости.
2. Использование освещения и фона (обычно черного, белого или матового просвечивающего).
3. Выбор наиболее подходящих указателей и индикаторов для наилучшего наблюдения конкретного процесса.

Выполняя демонстрационный эксперимент, связанный с раскрытием сути нового свойства, явления или закономерности, можно придерживаться определенной методики их проведения (в тождественных опытах допускается пропуск некоторых из ниже перечисленных пунктов):

- 1) обоснование целесообразности экспериментального способа изучения определенного знания, постановка перед учениками целевого назначения демонстрационного эксперимента, проектирование его модели;
- 2) разъяснение установки эксперимента на схеме (в виде рисунка) или совместное конструирование первой с учениками;
- 3) разъяснение собранной установки на приборах, раскрытие методики наблюдения или измерения, и выделение объекта опыта;
- 4) проведение эксперимента учителем и проверка его эффективности через систему вопросов ученикам для объяснения эффекта демонстрации;
- 5) заключение учителя по эксперименту;
- 6) оформление учениками опорного конспекта по структуре эксперимента.

Следует отметить, что демонстрационный эксперимент это не только активная работа со стороны учителя, но и познавательная деятельность со стороны ученика. Для повышения активности познавательной деятельности учеников на уроках при постановке демонстрационного эксперимента нужны:

- 1) четкая формулировка цели эксперимента;
- 2) объяснение принципиальной или блочной схемы установки при помощи рисунка, который выполнен на классной доске или на слайде презентации, если установка более сложная;
- 3) переход от принципиальной к разъяснению собранной установки на демонстрационном столе, иными словами раскрытие методики наблюдения явления или измерения определенной физической величины;
- 4) подчеркивание внимания на тех деталях собранной установки, которые способствуют выявлению эффекта демонстрации.

Второй пункт «Методические рекомендации по проведению демонстрационных экспериментов по теме «Колебания»» посвящён описанию серии демонстрационных опытов, призванных облегчить изучение понятий, характеризующих колебания. Особенное внимание в описании опытов уделяется их методической значимости.

При разработке опытов за основу бралась простота установки и в тоже время высокая методическая эффективность. В работе рассмотрены опыты по демонстрации нитяного и пружинного маятников, причем пружинный маятник рассмотрен двух видов: горизонтальный и вертикальный. Также рассмотрен комбинированный пружинный маятник, который позволяет продемонстрировать вертикальные, горизонтальные и крутильные колебания.

Приведены три способа записи колебаний: механический с использованием кисточки с чернилами, оптический с использованием системы зеркал и электрический для использования которого необходим осциллограф.

Для изучения резонанса предложена установка с нитяными маятниками различной длины, укрепленными на одной нити. Данная установка, не смотря на кажущуюся простоту, позволяет в полной мере рассмотреть все физические особенности механического резонанса.

Существенную сложность при изучении электрических колебаний



представляет тот факт, что движение зарядов по проводнику невозможно увидеть, поэтому при демонстрации этих колебаний необходим индикатор, роль которого может играть гальванометр или осциллограф.

При изучении механических колебаний обычно прибегают к демонстрации такой механической колебательной системы (маятник, груз на пружине), в которой колебания совершаются с возможно большим периодом. В этом случае лучше усваивается влияние массы и упругости на характер колебаний, отдельно наблюдаются характерные моменты в процессе превращения энергии. На этом же основании целесообразно для аналогичного объяснения свободных электрических колебаний пользоваться электрическим колебательным контуром с возможно меньшей собственной частотой и наименьшим затуханием.

В условиях физического кабинета средней школы наилучшие результаты можно получить от установки, в которой колебательный контур составлен из батареи конденсаторов с полной емкостью в 60 мкФ и дроссельной катушки из 3600 витков с замкнутым сердечником от универсального трансформатора. Посредством однополюсного переключателя батарею можно поочередно переключать на заряд от источника постоянного тока (100-120 В) и на разряд через дроссельную катушку.

Индикатором, колебаний служит гальванометр от демонстрационного амперметра с внутренним сопротивлением 385 Ом. С катушкой колебательного контура он связан индуктивно посредством небольшой однослойной обмотки, намотанной поверх дроссельной катушки. Две части этой обмотки в 15 и 25 витков подведены к трем зажимам: для связи пользуются всей обмоткой из 40 витков.

При подготовке установки надо иметь в виду, что большое значение для успешного проведения опыта имеет подбор напряжения, подаваемого на конденсатор при его заряде, а также выбор индикатора и связь его с колебательным контуром.

Для получения возможно большего количества колебаний необходимо увеличить первоначальный запас энергии в конденсаторе. Для этого надо увеличить напряжение источника. Оказывается, однако, что при увеличении напряжения, подаваемого на конденсатор, выше 130 В амплитуда колебаний такова, что сердечник катушки приближается к насыщению. Это приводит к уменьшению индуктивности катушки, и частота колебаний резко возрастает, что крайне нежелательно. Наилучшие результаты получаются при напряжении около 120 В.

Из предыдущего опыта учащиеся получают представление о колебательном контуре, которое им нужно для понимания ряда явлений, связанных с изучением переменного тока. В этом опыте явление затухания хотя и наблюдается, но не служит предметом специального исследования. При прохождении же темы «Электромагнитные колебания и волны» перед рассмотрением работы генератора незатухающих колебаний необходимо более подробно ознакомить учащихся с затуханием. В этом случае вполне уместно применение электронного осциллографа. Для получения устойчивой осциллограммы затухающих колебаний необходимо создать периодические кратковременные электрические импульсы, заряжающие конденсатор в колебательном контуре. Полное затухание колебаний должно происходить в паузах между импульсами. Существуют различные способы периодического возбуждения затухающих колебаний. В работе рассмотрен наиболее простой способ, не требующий изготовления специальных приборов.

Для возбуждения колебательного контура можно воспользоваться импульсами, получаемыми при однополупериодном выпрямлении переменного тока. В этом случае пауза между импульсами в 0,01 секунды достаточна для возникновения и полного затухания колебаний в контуре.

Установка состоит из однополупериодного выпрямителя, колебательного контура и электронного осциллографа. Импульсы переменного тока напряжением 4 В, проходя через полупроводниковый диод, периодически заряжают конденсатор. В промежутке между импульсами

конденсатор разряжается через катушку и реостат. Разряд имеет колебательный характер и на экране осциллографа наблюдается осциллограмма затухающих колебаний.

Завершающим тему опытом является опыт по демонстрации автоколебаний. Электромеханические автоколебания показывают на опыте с пружинным маятником. Для этого собирают установку состоящую из гири массой 1 кг, подвешенной на пружине, электромагнита, собранного из катушки на 220 В от универсального трансформатора и железного сердечника. Сверху к гире прижимают конец слесарной линейки, укрепленной в лапке второго штатива. Между гирей и линейкой должен быть электрический контакт. Положение линейки регулируют так, чтобы она отходила от гири, когда последняя, двигаясь вниз, приблизится к сердечнику электромагнита на расстояние 1-2 см.

При включении тока маятник начинает совершать вертикальные незатухающие колебания. Амплитуда автоколебаний зависит от величины тока в цепи, которую регулируют с помощью реостата. Сравнительно большой период этих колебаний (около 1, 2 с) облегчает наблюдение за работой автоколебательной системы, принцип действия которой аналогичен электрическому звонку. Наличие в цепи лампы накаливания позволяет следить за временем действия электромагнита, т. е. временем поступления энергии от источника в колебательную систему.

**Заключение.** В рамках бакалаврской работы показана актуальность темы «Колебания» в современных условиях и обоснована необходимость её изучения в курсе физики средней школы. В результате исследования были расширены знания о видах колебаний, изучены методические особенности преподавания данной темы в школе и ее практическое применение в реальной жизни.

В первой главе рассмотрены место и содержание темы «Колебания» в курсе физики средней школы. Определено, что механические колебания согласно примерной рабочей программе основного общего образования

рассматриваются в 9 классе и их изучением завершается раздел «Механика», поскольку данный вид движения является самым сложным среди видов, изучаемых в школе.

Был проведён анализ двух УМК, который позволил сделать вывод о теоретической и практической составляющей каждого комплекта, а также о целесообразности использования каждого из них в зависимости от степени подготовленности класса.

Представлены методические рекомендации по проведению демонстрационных опытов, включающие в себя способы повышения наглядности и позволяющие обеспечить максимальную вовлеченность обучающихся в образовательный процесс за счёт включения их в обсуждение результатов опыта.

Были рассмотрены различные демонстрационные опыты на колебательные движения от простых, показывающих основные характеристики колебаний, до сложных, демонстрирующих появление автоколебаний в электромеханических системах. Все опыты сопровождаются методическими рекомендациями по сборке экспериментального оборудования

14.05.2024г. Кауф-Каширцева А.А.