

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Балашовский институт (филиал)

Кафедра математики, информатики, физики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ
ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ
ШКОЛЫ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 152 группы
направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя
профилями подготовки)»,
профили «Математика и физика»,
факультета математики и естественных наук
Миронова Егора Андреевича

Научный руководитель

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

доцент _____  30.05.25 А.Н. Сорокин
(подпись, дата)

Зав. кафедрой математики, информатики, физики
кандидат педагогических наук,

доцент _____  30.05.25 Е.В. Сухорукова
(подпись, дата)

Балашов 2025

ВВЕДЕНИЕ

Колебания и волны – фундаментальные физические явления, лежащие в основе множества природных процессов и технологических устройств. От понимания принципов колебательных систем зависит освоение таких областей, как акустика, радиотехника, строительная механика, медицина и даже музыка. Вынужденные колебания, возникающие под действием внешней периодической силы, играют особую роль в технике: они объясняют работу генераторов, фильтров, систем стабилизации, а также явления резонанса, которые могут как усиливать полезные сигналы, так и вызывать разрушение конструкций. Изучение этой темы в школе формирует у учащихся представление о динамических процессах и их практическом значении, что делает обучение физике более прикладным и мотивирующим.

Проблемами методики изучения колебаний и волн в школьном курсе физики занимались такие исследователи, как С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Л. Э. Генденштейн, Г. Я. Мякишев. В их работах рассматривались вопросы формирования понятий о свободных и вынужденных колебаниях, методика экспериментального исследования резонанса, а также подходы к решению задач на колебательные системы. Однако, несмотря на значительное количество исследований, практика показывает, что учащиеся часто испытывают трудности в понимании различий между свободными и вынужденными колебаниями, а также в интерпретации резонансных явлений. Это указывает на необходимость разработки более эффективных методических подходов, сочетающих теорию, эксперимент и практические задачи.

Актуальность работы обусловлена важностью изучения вынужденных колебаний для формирования у школьников целостного представления о динамических процессах и их применении в реальной жизни. Практико-ориентированный подход к этой теме способствует

развитию инженерного мышления и подготовке учащихся к решению задач в технических и естественно-научных направлениях.

Объект исследования – методика обучения физике.

Предмет исследования – процесс изучения вынужденных колебаний в школе на уроке физики.

Цель работы – разработать методические рекомендации по изучению вынужденных колебаний в курсе физики средней школы.

Задачи работы:

1. Проанализировать особенности изучения темы вынужденных колебаний в школе на уроках физики.
2. Изучить методику решения задач по определению параметров вынужденных колебаний.
3. Разработать лабораторную работу по изучению вынужденных колебаний и методические рекомендации по ее проведению.

Методы исследования: анализ учебно-методической литературы, сравнительно-аналитический, частично - поисковый анализ.

Материалы исследования прошли частичную апробацию в ходе педагогической практики 2, проведенной в школе МАОУ СОШ №9 им. П. А. Столыпина г. Балашова в период с 5 ноября по 30 декабря 2024 года.

Структура работы включает введение, две главы, заключение, список использованных источников и приложение.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе «Методика изучения вынужденных колебаний в школе» комплексно исследуются вынужденные колебания, объединяя теоретические, экспериментальные и методические аспекты преподавания этой темы в школьном курсе физики.

В параграфе «Анализ особенностей изучения вынужденных колебаний в учебниках по физике» был проведен анализ учебников по физике для 9 класса, авторами которых являются А.В. Перышкин и Е.М.

Гутник, Л.Э. Генденштейн и А.Б. Кайдалов, а также С.В. Громов и Н.А. Родина.

Сравнительный анализ позволил выявить ключевые особенности каждого издания, включая уровень сложности, язык изложения, структуру материала и характер заданий.

Учебник А. В. Перышкина и Е. М. Гутник отличается простым и лаконичным языком, что делает его доступным для большинства учащихся. Материал изложен линейно и традиционно, с акцентом на базовые понятия, а задания носят преимущественно репродуктивный характер. Это делает учебник идеальным для общеобразовательных школ, хотя для классов с углубленным изучением физики его содержания может оказаться недостаточно.

В учебнике Л. Э. Генденштейна и А. Б. Кайдалова представлен более современный подход, сочетающий теоретическую строгость с наглядностью. Материал структурирован таким образом, что сложность тем постепенно возрастает, а задания разноуровневые, что позволяет дифференцировать обучение. Однако изложение местами сжато, что может потребовать дополнительных пояснений от учителя.

На основе проведенного анализа был выбран учебник Перышкина и Гутник как базовый, так как его доступность и четкая структура соответствуют задачам общеобразовательной школы. В нем тема вынужденных колебаний раскрывается последовательно: от свободных затухающих колебаний, объясняемых через силы трения и преобразование энергии, до вынужденных колебаний и явления резонанса. Особое внимание уделяется наглядным примерам, таким как график зависимости амплитуды от частоты вынуждающей силы, а также практическим задачам, демонстрирующим закон сохранения энергии.

Таким образом, анализ учебников показал, что изучение вынужденных колебаний в 9 классе формирует у учащихся понимание ключевых физических явлений, подкрепленное как теоретическими

объяснениями, так и практическими примерами. Учебник А. В. Перышкина и Е. М. Гутник обеспечивает доступность материала и служит надежной основой для дальнейшего изучения динамических и волновых процессов.

В параграфе «Особенности экспериментального изучения вынужденных колебаний в учебниках физики» рассмотрено экспериментальное изучение вынужденных колебаний, направленное на исследование динамики системы под воздействием внешней периодической силы, а также на анализ ключевых закономерностей, возникающих в таких условиях. Основное внимание уделяется изучению влияния внешнего воздействия на амплитуду и частоту колебаний системы, что позволяет продемонстрировать принципиальные отличия вынужденных колебаний от свободных, где характеристики определяются только свойствами самой системы.

Экспериментальное изучение вынужденных колебаний в школьной лаборатории проводится с использованием нескольких типов установок. Наиболее распространенными являются три основные экспериментальные установки. Первая установка с пружинным маятником, позволяет изучать зависимость затухающих колебаний от сил трения. Вторая установка с пружинным маятником с ручным возбуждением, предназначена для исследования принципа поддержания колебаний за счет действия внешней силы. Третья установка с электродвигателем, позволяет изучать зависимость амплитуды колебаний от частоты вынуждающей силы, регулируемой изменением напряжения питания. Для углубленного анализа явления резонанса и фазовых соотношений применяют более сложные экспериментальные установки, такие как маятники с электромагнитным возбуждением и пружинные осцилляторы с механическими вибраторами, которые дают возможность снимать резонансные кривые и исследовать фазовые сдвиги между вынуждающей силой и колебаниями системы.

Таким образом, экспериментальное исследование вынужденных колебаний представляет собой важный этап в изучении физических процессов, позволяющий не только подтвердить теоретические закономерности, но и установить чёткую связь между абстрактными формулами и их реальными проявлениями. Особую ценность такие эксперименты приобретают благодаря возможности сопоставления полученных данных с расчётными значениями, что способствует более глубокому пониманию физических принципов. Кроме того, работа с реальными колебательными системами помогает осознать практическое значение изучаемых явлений - от объяснения работы мостов и зданий при ветровых нагрузках до понимания принципов действия различных технических устройств. Важным аспектом является и развитие навыков проведения измерений, обработки данных и анализа возможных расхождений между теорией и экспериментом, что формирует у учащихся целостное научное мировоззрение и исследовательские компетенции.

В параграфе «Решение задач по определению параметров вынужденных колебаний» рассматриваются методы решения задач по определению параметров вынужденных колебаний, включая расчет резонансных частот и скоростей движения грузов в колебательных системах. Основное внимание уделяется формированию у учащихся навыков количественного анализа динамики систем под внешним воздействием, что является ключевым для прогнозирования их поведения в реальных инженерных условиях.

В параграфе приведены четыре задачи, направленные на закрепление теоретических знаний и развитие практических умений. Первые две задачи посвящены расчету скорости груза при прохождении положения равновесия в математическом и пружинном маятниках, демонстрируя переход потенциальной энергии в кинетическую. Вторые две задачи охватывают определение резонансных частот систем, подчеркивая их зависимость от параметров массы и жесткости.

Предлагаются методические рекомендации для успешного решения задач. Особое значение придается пониманию взаимосвязи между свободными и вынужденными колебаниями, а также роли резонанса в динамике систем.

Разбор задач способствует не только усвоению теоретических основ, но и развитию инженерного мышления, необходимого для проектирования устойчивых к динамическим нагрузкам конструкций. Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе для подготовки учащихся к решению прикладных задач в области механики и электротехники.

Во второй главе «Особенности изучения вынужденных колебаний при проведении урока по физике» подробно исследуются методы и методические особенности изучения вынужденных колебаний в школьном курсе физики, включая теоретические подходы, практические эксперименты и организационные аспекты проведения занятий.

В параграфе «Изучение вынужденных колебаний на уроках физики» рассматриваются три вида организации урока, направленных на эффективное изучение вынужденных колебаний с учетом уровня подготовки учащихся.

Первый вид – лекция с демонстрационным экспериментом. Данный подход сочетает теоретическое объяснение с наглядной иллюстрацией физических явлений, таких как резонанс и зависимость амплитуды колебаний от частоты вынуждающей силы. В качестве демонстраций используются механический маятник с вибратором или пружинный осциллятор с регулируемым электромотором. Анализ полученных данных, включая построение амплитудно-частотных характеристик, позволяет учащимся понять влияние затухания на резонансные кривые и связать теорию с практическими примерами из техники и природы.

Второй вид – лабораторная работа, в ходе которой учащиеся самостоятельно проводят эксперименты с реальными установками, такими как пружинный маятник или электрический колебательный контур. В

процессе работы они осваивают навыки измерения амплитуды колебаний, изменения частоты внешнего воздействия и фиксации результатов. Особое внимание уделяется анализу погрешностей и сравнению экспериментальных данных с теоретическими расчетами, что способствует развитию критического мышления и исследовательских навыков.

Третий вид – исследовательская работа в группах, где учащиеся решают конкретные задачи, например, изучают влияние вязкости среды или жесткости пружины на резонансные свойства системы. Используются как реальные эксперименты, так и компьютерные модели. Заключительный этап включает презентацию результатов и коллективное обсуждение, что развивает коммуникативные навыки и умение аргументировать выводы.

Таким образом, выбор вида урока зависит от целей обучения и уровня подготовки класса. Лекция с демонстрацией эффективна для ознакомления с темой, лабораторная работа – для закрепления материала, а исследовательская деятельность – для развития самостоятельности и научного мышления.

В параграфе «Особенности проведения лабораторной работы по изучению вынужденных колебаний» рассмотрены ключевые аспекты организации и выполнения лабораторного занятия по изучению вынужденных колебаний. Основное внимание уделено технике безопасности, описанию экспериментальной установки и этапам работы. В качестве оборудования использовался пружинный маятник, закрепленный на устойчивой лабораторной стойке, и вибратор с регулируемой частотой для создания вынуждающей силы. Измерительные приборы, такие как миллиметровая линейка и частотомер, обеспечивали точность измерений амплитуды и частоты колебаний.

Перед началом эксперимента проводился обязательный инструктаж по технике безопасности, включающий правила работы с механическими системами и электрооборудованием. Подготовка установки включала

тщательную проверку всех компонентов, выравнивание маятника с помощью отвеса и уровня, а также калибровку вибратора. Измерения выполнялись в группах, начиная с частоты 0,2 Гц с шагом 0,1 Гц, в зоне предполагаемого резонанса шаг уменьшался до 0,05 Гц. Учащиеся фиксировали амплитуду колебаний и анализировали полученные данные, строя графики зависимости амплитуды от частоты и сравнивая их с теоретическими расчетами.

Особое значение уделялось рефлексии, которая проводилась после завершения работы. Учащиеся обсуждали причины расхождений между экспериментальными и теоретическими результатами, предлагали пути улучшения установки, такие как использование лазерных датчиков или цифрового осциллографа. Обратная связь показала высокую вовлеченность участников и повышение их заинтересованности предметом. Занятие способствовало углубленному пониманию явления резонанса и вынужденных колебаний, а также развитию навыков командной работы и аналитического мышления.

В параграфе «Методика проведения разработанной лабораторной работы по изучению вынужденных колебаний» рассматриваются основные проблемы, возникающие при проведении лабораторной работы по изучению вынужденных колебаний, и предлагаются пути их решения. Одной из ключевых трудностей является наличие погрешностей измерений, которые могут быть вызваны нестабильностью оборудования, нелинейностями амплитудно-частотной характеристики вибратора, а также субъективными ошибками учащихся. Для минимизации этих погрешностей рекомендуется работать в среднем диапазоне частот, где зависимость наиболее линейна, проводить калибровку приборов с использованием эталонных генераторов, а также применять метод парных наблюдений, когда каждый параметр фиксируется независимо двумя учениками.

Другой важной проблемой является организация групповой работы, которая часто сопровождается неравномерным распределением ролей среди учащихся. Для решения этой проблемы предлагается ввести систему ротации обязанностей с фиксированными временными интервалами, что обеспечит равномерное участие всех членов группы. Кроме того, для повышения вовлеченности учащихся в процесс обработки данных рекомендуется применять метод «предсказания-наблюдения-объяснения», когда учащиеся сначала делают прогнозы, затем сравнивают их с реальными результатами и анализируют расхождения. Данный метод стимулирует критическое мышление и анализ результатов.

Отдельное внимание уделяется вопросам безопасности, включая использование визуальных инструментов, таких как карта рисков, и блокировочных устройств для предотвращения травм. Внешние помехи, такие как вибрации и шумы, минимизируются за счет размещения установки на массивном основании с резиновыми прокладками.

Предложенные методические рекомендации направлены не только на устранение технических и организационных проблем, но и на трансформацию лабораторной работы в полноценное исследование, способствующее глубокому освоению физических закономерностей. Учителю рекомендуется действовать проактивно, предвидя возможные трудности и используя возникающие проблемы как обучающий опыт для развития у учащихся навыков научной коммуникации и критического мышления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтвердило значимость изучения вынужденных колебаний как важного раздела школьного курса физики, формирующего у учащихся понимание фундаментальных динамических процессов и их практического применения в современных технологиях.

В ходе работы был осуществлен комплексный анализ методических подходов к изучению данной темы, включая сравнительную оценку учебных пособий.

Анализ учебно-методической литературы выявил, что базовый учебник А.В. Перышкина и Е.М. Гутника, при всех его достоинствах в части доступности изложения, требует существенного дополнения практико-ориентированными заданиями и экспериментами для достижения необходимого уровня понимания физической сути вынужденных колебаний.

В ходе выполнения работы разработан алгоритм расчетов параметров колебательных систем, включая резонансные частоты и амплитуды. Разбор задач продемонстрировал, что применение энергетического подхода и формул для вынужденных колебаний помогает учащимся осознать физическую суть явлений и избежать типичных ошибок.

Лабораторное занятие, проведенное с помощью разработанных материалов, способствовало повышению качества понимания учащимися ключевых физических понятий, включая резонанс и зависимость амплитуды от частоты внешней силы. Апробация методики в ходе педагогической практики в МАОУ СОШ №9 им. П. А. Столыпина г. Балашова – подтвердила, что интеграция теоретических знаний с практической деятельностью не только углубляет понимание учебного материала, но и способствует формированию у школьников исследовательских компетенций.

Практическая значимость работы заключается в создании материалов для улучшения изучения вынужденных колебаний.

Разработанные методические материалы могут быть успешно использованы в школьной практике, как в базовом, так и в углубленном курсе физики для изучения вынужденных колебаний.

30.05.2025г.  Мухомов Е.А.