



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

Система учебного физического эксперимента по теме «Механические колебания и
волны»

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями
подготовки)

Направленность программы бакалавриата
«Физика. Математика»

Проверка на объем заимствований:
55,09% авторского текста

Работа *рекомендована* к защите
рекомендована не рекомендована

«14» июня 2018 г.
зав. кафедрой ФнМОФ
Беспаль Ирина Ивановна

Выполнил:
Студент группы ОФ-513/085-5-1
Пищальников Андрей Андреевич

Научный руководитель:
профессор, доктор педагогических наук
Даммер Манана Дмитриевна

Челябнск
2018

Оглавление

Введение	3
Глава I. Общие виды эксперимента. Требования к эксперименту.	6
§1. Функции эксперимента в процессе обучения физике.....	6
§2. Демонстрационный эксперимент	8
§3. Фронтальные лабораторные работы.....	12
§4. Физический практикум	16
§5. Домашние экспериментальные работы	20
§6. Экспериментальные задачи.....	22
§7. Проект. Проектная деятельность	24
§8. Техника школьного физического эксперимента и методика его проведения.....	26
§9. Учебный эксперимент при изучении раздела «Механические колебания и волны».	30
Глава II Методика изучения раздела «Механические колебания и волны». ..	32
§1 Свободные механические колебания.....	32
§2 Превращения энергии при гармонических колебаниях.....	39
§3. Вынужденные механические колебания	41
§4. Механические волны.....	44
§5. Звуковые волны	48
Глава III. Экспериментальная часть. Учебные эксперименты	50
§1. Лабораторный эксперимент по теме «Механические колебания и волны».....	50
§2. Домашний эксперимент по теме «Механические колебания и волны»	54
§3. Проектная деятельность по теме «Механические колебания и волны».....	58
Глава IV. Методические проблемы изучения темы «Механические колебания и волны».....	62
§1. Проведенные диагностические работы и их анализ	62
§2. Анализ освоения раздела «Механические колебания и волны. Звук».	76
Заключение	78
Библиографический список	79

Введение

Экспериментальный метод в преподавании физики в средней школе является одним из основных методов обучения. Он в весьма доступной и наглядной форме знакомит школьников с демонстрационным подходом к познанию физических явлений. Закономерностей и процессов в науке — физике. А метод обучения есть отражение метода познания в деятельности, которая называется обучением. Как велико значение демонстрационного метода в науке физике, так же оно велико и в обучении физике, в преподавании учебного предмета «физика». Специфика демонстрационного метода в его наглядности, убедительности и в педагогической эффективности.

Систематическое выполнение учениками исследовательских экспериментов благоприятствует овладению физическими методами познания: они учатся самостоятельно собирать экспериментальные установки, измерять физические величины, представлять результаты измерений в виде таблиц, графиков и др., делать выводы из эксперимента, объяснять результаты своих наблюдений и опытов с теоретических позиций. А публичное обсуждение проведенного эксперимента развивает и поддерживает интерес учащихся к физике, формирует их интеллектуальные и практические умения, развивает естественно-научный стиль мышления.

Несмотря на давнишние традиции в постановке и использовании учебного физического эксперимента, он всегда остается на переднем крае актуальных проблем методики обучения физике. Причин этому несколько:

- 1) развитие науки физики и техники, появление новых экспериментов, «готовых» к адаптации к системе образования;
- 2) обновление требований к системе образования, введение новых стандартов, и, как следствие, пересмотр взглядов на роль и место физического эксперимента в обучении;

3) научно-технический прогресс, затрагивающий и технологии производства учебного оборудования, появление современных комплектов цифрового оборудования и др.

Перечисленные обстоятельства свидетельствует о том, что школьный физический эксперимент все время требует как содержательного, так и технологического обновления. Они же обусловили актуальность нашего исследования.

Объект исследования: процесс обучения физике в основной школе.

Предмет исследования: школьный физический эксперимент при обучении физике в школе.

Цель работы – разработать систему учебного физического эксперимента по теме «Механические колебания и волны», показать его значимость в процессе обучения данной теме школьного курса физики.

Задачи работы:

1. Описать виды школьного физического эксперимента;
2. Охарактеризовать основные требования к школьному физическому эксперименту;
3. Описать технику школьного физического эксперимента и методику его проведения.
4. Рассмотреть виды учебных физических экспериментов по теме «Механические колебания и волны» и методику их включения в учебный процесс.
5. Составить пособие по проведению учебных физических экспериментов по теме «Механические колебания и волны».

Гипотеза исследования - систематическое выполнение учениками исследовательских экспериментов должно способствовать успешному освоению школьного курса физики, в частности, раздела «Механические колебания и волны» и формированию интеллектуальных и практических умений учащихся.

Актуальность исследования:

1. При изучении физики учащиеся часто сталкиваются с проблемой применения теоретических знаний при решении задач, будь это урок физики или проблемная ситуация в повседневной жизни. Поэтому перед учителем стоит необходимость добавления в учебный процесс большего количества экспериментов, исследовательских проектов и задач.
2. Такая разновидность деятельности, как исследовательский проект, становится сейчас наиболее распространенной. Но существует проблема недостатка материала, который можно использовать в качестве основы проекта, а также вариантов плана работы над ним. Учащиеся, выбирающие проект по физике, также сталкиваются с малым количеством тем по предмету. И, как правило, эти темы не систематизированы по разделам.

Глава I. Общие виды эксперимента. Требования к эксперименту.

§1. Функции эксперимента в процессе обучения физике

Физика - наука экспериментальная. Поскольку между физикой - наукой и физикой - учебным предметом существует тесная связь, процесс обучения физике заключается в последовательном формировании новых для учеников физических понятий и теорий на основе немногих фундаментальных положений, которые опираются на опыт. В ходе этого процесса находит отображение индуктивный характер установления основных физических закономерностей на базе эксперимента и дедуктивный характер выведения последствий из установленных таким образом закономерностей с использованием доступного для учеников математического аппарата.

Использование эксперимента в учебном процессе из физики позволяет:

- показать явления, которые изучаются, в педагогически трансформируемом виде и тем самым создать необходимую экспериментальную базу для их изучения;
- проиллюстрировать установленные в науке законы и закономерности в доступном для учеников виде и сделать их содержание понятным для учеников;
- увеличить наглядность преподавания;
- ознакомить учеников с экспериментальным методом исследования физических явлений;
- показать применение физических явлений, которые изучаются, в технике, технологиях и быту;
- усилить интерес учеников к изучению физики;
- формировать политехнические и опытно-экспериментаторские навыки.

Учебный эксперимент выступает одновременно как метод обучения, источник знаний и средство обучения.

Учебный эксперимент непосредственно связан с научным физическим экспериментом, под которым понимают систему целеустремленного изучения природы путем четко спланированного воссоздания физических явлений в лабораторных условиях с последующим анализом и обобщением полученных с помощью приборов экспериментальных данных. От наблюдения эксперимент отличается активным вмешательством в ход физических явлений с помощью экспериментальных средств.

Научный эксперимент является основой учебного физического эксперимента, которому он дает экспериментальные средства, методы исследования. Но полной тождественности между ними нет. Главное отличие заключается в том, что научный эксперимент ставится с целью исследования природы и получения новых знаний о ней, а учебный эксперимент призван довести эти знания до учеников.

Школьный физический эксперимент можно классифицировать за разными признаками: за дидактической целью, за уровнем соответствия научному эксперименту, за степенью сложности, за характером учебной деятельности учеников и т.д. Структура учебного физического эксперимента, отображая, в целом структуру научного эксперимента, включает новый элемент учебного характера, связанный с деятельностью учителя, который выступает в роли квалифицированного руководителя учебного физического эксперимента. Он может влиять либо непосредственно на средства исследования, либо на учеников, которые будут руководить средствами исследования.

§2. Демонстрационный эксперимент

Демонстрационный эксперимент как метод обучения принадлежит к иллюстративным методам. Главное действующее лицо в демонстрационном эксперименте - учитель, который не только организует учебную работу, но и проводит демонстрацию опытов. Демонстрационный эксперимент имеет существенный недостаток - ученики не работают с приборами (хотя некоторые из них могут вовлекаться в подготовку демонстраций).

Перечень обязательных демонстраций из каждой темы школьного курса физики есть в программе. В него входят, в первую очередь опыты, которые составляют экспериментальную базу современной физики, их называют фундаментальными, это, в первую очередь, исследования Галилея, Кавендиша, Штерна, Кулона, Эрстеда, Фарадея, Герца, Столетова и др. Некоторые из них могут быть воспроизведены в школьных условиях с достаточной достоверностью, другие же требуют сложного и дорогого оборудования (опыты Лебедева, Милликена, Резерфорда), а поэтому могут быть показаны лишь средствами кино, телевидения, или промоделированы с помощью компьютерной техники.

Постановка этих опытов должна быть максимально четкой, а объяснение - продуманным и отображать не только физическую суть эксперимента, но и его место в системе физической науки.

С педагогической точки зрения демонстрация опытов является необходимой при решении ряда специфических задач, а именно:

1. Для иллюстрации объяснений учителя. Практика показывает, что эффективность усвоения учебного материала значительно повышается, если объяснение учителя сопровождается демонстрацией опытов.
2. Для иллюстрации применения выученных физических явлений и теорий в технике, технологиях и быту. Демонстрация таких опытов

является необходимой не только для иллюстрации связей физики с техникой, но и для подготовки учеников к жизни в условиях современного технизированного общества.

3. Для возбуждения и активизации познавательного интереса к физическим явлениям и теориям. Эффективный демонстрационный эксперимент может быть своеобразным толчком к активной познавательной деятельности учеников, особенно, если он носит проблемный характер. (Например, демонстрация плавания стальной иглы на поверхности воды создает проблемную ситуацию, которая может быть положена в основу изучения свойств поверхностного слоя жидкости).
4. Для проверки предположений, выдвинутых учениками в ходе обсуждения учебных проблем.

Поскольку современная методика физики предлагает большое количество демонстраций из каждой темы школьного курса физики, перед учителем всегда возникает проблема отбора опытов при подготовке к каждому конкретному уроку. При наличии нескольких вариантов опытов следует отобрать те, которые:

- наиболее полно отвечают теме и дидактическим целям урока;
- эффективно вписываются в логическую структуру урока;
- наиболее выразительно иллюстрируют явление или физическую теорию;
- могут быть воспроизведенные на самом простом оборудовании.

Другие методические требования к организации демонстрационного эксперимента такие:

1. Учеников необходимо готовить к восприятию опытов. Идея опыта, его ход и полученные результаты должны быть понятными ученикам. С этой целью учитель должен объяснить схему установки, все ее составляющие, обратить внимание на измерительные приборы.

2. Желательно опыты нужно ставить в нескольких вариантах (это позволяет лучше усвоить учебный материал).
3. Демонстраций на уроке не должно быть много. Демонстрационный эксперимент должен способствовать изучению учебного материала и не отвлекать от главного на уроке.
4. Для большей эффективности демонстрационные опыты следует проводить с установлением количественных соотношений (числа должны быть предварительно подобранными).
5. Демонстрационную установку следует собирать перед учениками в процессе преподавания учебного материала. Только в случае использования очень сложного оборудования, установка может быть собрана предварительно.
6. Установка должна быть максимально надежной, а техника демонстрирования отработанной.
7. В случае отказа установки нужно быстро выявить и ликвидировать неисправность, а опыт повторить, достигнув позитивного результата. Если это сделать при данных обстоятельствах невозможно, необходимо объяснить ученикам причину отказа и обязательно воспроизвести демонстрацию на следующем уроке.
8. Не следует подменять демонстрационный эксперимент, доступный для школьных условий, показом соответствующих кинофрагментов или компьютерным моделированием.

Техника демонстрирования должна удовлетворять двум требованиям:

- метод демонстрирования должен максимально отвечать научному и давать достоверные результаты;

- в процессе демонстрирования нужно достичь максимальной видимости ожидаемого и существенных составных частей установки.

Для обеспечения хорошей видимости нужно придерживаться таких правил:

1. Ни сам учитель, ни его руки не должны закрывать приборы.
2. Отдельные приборы или их части не должны затенять друг друга. В связи с этим приборы разносят не только по горизонтали, но и по вертикали, применяя разные подставки и столики.
3. Приборы нужно хорошо освещать. Для этого применяют специальные осветители и экраны. Опыты со световыми явлениями, которые слабо наблюдаются, проводятся в темноте.
4. Если явления происходят в бесцветных телах или жидкостях, то их делают видимыми одним из методов контрастирования: подсветкой или подкрашиванием.
5. Если предмет вращается в горизонтальной плоскости, то его метят вертикальными отметками на видимой стороне.
6. Явления, которые происходят в горизонтальной плоскости, демонстрируются ученикам с помощью наклонных зеркал.

§3. Фронтальные лабораторные работы

Фронтальные лабораторные работы — это вид практических работ, когда все учащиеся класса одновременно выполняют однотипный эксперимент, используя одинаковое оборудование.

Идея их введения в учебный процесс была выдвинута достаточно давно, но в программу курса физики они были внесены лишь в 1927 г. и не сразу были реализованы в практике работы. При этом возникли как организационные и методические проблемы, так и проблемы технические, конструкторского и производственного характера. В практику обучения физике фронтальные лабораторные работы вошли только в 50-е годы XX столетия в результате огромной работы, которую провели А.А. Покровский и Б.С. Зворыкин, создавшие комплект приборов для проведения этих работ, наладившие их выпуск промышленностью и решившие массу методических проблем.

Фронтальные лабораторные работы выполняются чаще всего группой учащихся, состоящей из двух человек, иногда имеется возможность организовать индивидуальную работу. Соответственно в кабинете должно быть 15-20 комплектов приборов для фронтальных лабораторных работ. Всего таких приборов более 1000.

К приборам для фронтальных работ предъявляются определенные требования: они должны быть легкими, доступными, простыми в эксплуатации, иметь небольшие размеры.

Названия фронтальных лабораторных работ приводятся в учебных программах. Их достаточно много, они предусмотрены практически по каждой теме курса физики. Фронтальные лабораторные работы не очень сложны по содержанию, тесно связаны хронологически с изучаемым материалом и рассчитаны, как правило, на один урок.

Фронтальные лабораторные работы весьма разнообразны, их можно классифицировать и выделить группы работ по:

- наблюдению физических явлений (взаимодействие магнитов, интерференция и др.);

- ознакомлению с приборами и выполнению с их помощью прямых измерений (измерение силы тока, напряжения, массы тела и др.);
- выполнению косвенных измерений физических величин (измерение сопротивления проводника с помощью амперметра и вольтметра, измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока и др.);
- установлению зависимостей между физическими величинами, описывающими какой-то физический процесс (исследование зависимости между силой тока и напряжением, между параметрами состояния идеального газа и др.);
- сборке и ознакомлению с принципом действия некоторых технических установок и приборов (сборка электромагнитного реле, детекторного радиоприемника и др.).

В зависимости от дидактических задач, которые решаются с помощью фронтальных лабораторных работ, их можно разделить на иллюстративные (проверочные) и исследовательские (эвристические).

Иллюстративные работы выполняются с целью «проверки» изученных закономерностей или полученного дедуктивного вывода.

Исследовательские работы выполняются с целью проверки гипотез и получения новых знаний, они могут служить основой индуктивного вывода.

Таблица I.1

Этапы выполнения фронтальных лабораторных работ

Этап	Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Подготовка	1. Определение дидактической цели выполнения лабораторной работы и ее места в структуре урока. 2. Разработка плана (конспекта) занятия.	Повторение теоретического материала. Повторение правил действия с приборами, используемыми в лабораторной работе. *Решение задачи,

	3. Подбор приборов. Проверка их исправности, осуществление эксперимента. 4. Вычисление погрешностей эксперимента, выбор оптимального метода выполнения эксперимента	аналогичной той, которая будет решаться экспериментально. Составление плана выполнения работы
Выполнение	1. Проведение вводной беседы. Организация деятельности учащихся. 2. Наблюдение за работой учащихся, оказание им необходимой помощи. 3. Фиксация результатов работы учащихся	Выполнение работы. Оформление отчета о работе. Фиксация результатов и их анализ
Подведение итогов	1. Оценивание работы учащихся. 2. Организация анализа и обсуждения результатов работы 3. Рефлексия (оценка собственной деятельности)	Участие в обсуждении результатов работы. Рефлексия (анализ собственной деятельности)

Инструкции по выполнению лабораторных работ содержатся в учебниках физики, однако в зависимости от дидактической цели, их выполнения, от подготовленности учащихся, от уровня формируемых у них умений учитель либо предлагает пользоваться готовой инструкцией, либо вырабатывает план выполнения работы совместно с учащимися, либо предлагает им сделать это самостоятельно.

Проведение любой фронтальной лабораторной работы включает три этапа: подготовку, выполнение, подведение итогов. На каждом из этих этапов

учителем и учащимися выполняется определенная деятельность, она представлена в таблице 1 (действия, отмеченные звездочкой, выполняются в зависимости от дидактической задачи).

При проведении вводной беседы учитель выявляет подготовленность учащихся к сознательному выполнению работы, определяет вместе с ними ее цель, обсуждает ход выполнения работы, правила работы с приборами, методы вычисления погрешностей измерений.

Отчет учащихся о работе должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель.
3. Перечень приборов и материалов.
4. Рисунок установки, схему цепи (там, где это необходимо).
5. Таблицу значений измеряемых величин с указанием их единиц и погрешностей измерений.
6. Вычисления (необходимые формулы и расчеты).
7. Вычисление погрешностей результата.
8. Анализ результатов и выводы.

Дискуссионным является вопрос о том, когда выставлять на ученические столы приборы. Лучше, чтобы они были выставлены до начала урока, однако решение этого вопроса зависит от конкретной работы, от дисциплинированности учащихся. В том случае, когда учащиеся выполняют достаточно много лабораторных работ, привыкли к тому, что у них на столах стоят приборы, и не отвлекаются, выставлять приборы следует на перемене. В противном случае приборы выставляются на ученические столы на уроке непосредственно перед началом работы с ними.

§4. Физический практикум

Физический практикум в программу по физике был введен только в 1957 г., хотя передовые учителя начали проводить физический практикум значительно раньше. Практически этот вид занятий стал внедряться после того, как были разработаны необходимое оборудование, методика проведения этих работ. В решении этой проблемы велика роль А.А. Покровского и И.М. Румянцева.

Физический практикум проводится с целью повторения, углубления, расширения и обобщения полученных знаний из разных тем курса физики; развития и совершенствования у учащихся экспериментальных умений путем использования более сложного оборудования, более сложного эксперимента; формирования у них самостоятельности при решении задач, связанных с экспериментом.

Физический практикум не связан по времени с изучаемым материалом, он проводится, как правило, в конце учебного года, иногда — в конце первого и второго полугодий, и включает серию опытов по той или иной теме.

Работы физического практикума учащиеся выполняют в группе из 2-3 человек на различном оборудовании; на следующих занятиях происходит смена работ, что делается по специально составленному графику. Составляя график, учитывают число учащихся в классе, число работ практикума, наличие оборудования. В таблице 2 приведен пример такого графика, составленный исходя из следующих данных: в классе 30 учащихся, в практикум входят 5 работ, в каждой группе работают по 2 человека, каждая лабораторная работа может быть представлена в трех экземплярах.

На каждую работу физического практикума отводятся 2 учебных часа, что требует введения в расписание сдвоенных уроков по физике. Это представляет затруднения. По этой причине и из-за недостатка необходимого оборудования практикуют одночасовые работы физического практикума. Для проведения практикума используется специальное оборудование, оно более сложное, чем для фронтальных работ, более точное. В кабинете следует иметь

по 2-3 комплекта оборудования для каждой работы практикума. Комплектуется и хранится оборудование по работам; оно может быть собрано в специальные ящики, подобные укладкам для приборов к фронтальным лабораторным работам.

Проведение практикума так же, как и фронтальных лабораторных работ, включает три этапа: подготовку, выполнение, подведение итогов. Деятельность, которая выполняется учителем и учащимися на этих этапах, представлена в таблице 2.

Таблица 1.2

Этапы проведения работ физического практикума

Этап	Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Подготовка	Подготовка оборудования Выполнение работ, определение погрешности, оптимальной методики выполнения эксперимента Подготовка описаний- инструкций Составление графика работы	Готовятся в соответствии с графиком: повторение теоретического материала; знакомство (повторение) с теорией соответствующего эксперимента (приборы и установка, правила пользования приборами, методика проведения эксперимента); оформление тетради
Выполнение	Проведение вводной беседы на первом занятии по следующему плану: задачи практикума; содержание практикума; организация работы;	Отчет о подготовке к выполнению работы Самостоятельное выполнение работы либо по готовой инструкции, либо самостоятельно разработанной

	приемы измерений и вычисление погрешностей; требование к отчетам; правила безопасного труда Проверка подготовленности учащихся к выполнению работ Наблюдение за работой учащихся	Вычисление погрешностей измерений, анализ результатов
Подведение итогов	Проверка и оценка работы учащихся Рефлексия	Подготовка и представление отчета о работе Рефлексия

Инструкция, которую готовит учитель по каждой работе, должна содержать: название, цель (познавательную задачу), список приборов и оборудования, краткую теорию, описание неизвестных учащимся приборов, план выполнения работы, требование к отчету. В зависимости от уровня экспериментальных умений учащихся те или иные элементы инструкции опускаются. Целесообразно составлять инструкцию в трех вариантах, рассчитанных на разную степень самостоятельности учащихся, с включением в них дополнительных заданий для успешно занимающихся учащихся.

Отчет учащихся о работе должен содержать: название работы, цель работы, список приборов, схему или рисунки установки, план выполнения работы, таблицу результатов, формулы, по которым вычислялись значения величин, вычисления погрешностей измерений, выводы.

При оценке работы учащихся в практикуме следует учитывать их подготовку к работе, отчет о работе, уровень сформированности умений, понимание теоретического материала, используемых методов экспериментального исследования.

Учитель может выставлять оценку за каждую работу, за группу близких по тематике работ, одну оценку за весь практикум.

§5. Домашние экспериментальные работы

Домашние лабораторные работы — простейший самостоятельный эксперимент, который выполняется учащимися дома, вне школы, без непосредственного контроля со стороны учителя за ходом работы.

Главная задача экспериментальных работ этого вида:

- формирование умения наблюдать физические явления в природе и в быту;
- формирование умения выполнять измерения с помощью измерительных средств, используемых в быту;
- формирование интереса к эксперименту и к изучению физики;
- формирование самостоятельности и активности.

Домашние лабораторные работы могут быть классифицированы в зависимости от используемого при их выполнении оборудования:

- работы, в которых используются предметы домашнего обихода и подручные материалы (мерный стакан, рулетка, бытовые весы и т.п.);
- работы, в которых используются самодельные приборы (рычажные весы, электроскоп и др.);
- работы, выполняемые на приборах, выпускаемых промышленностью.

Уже достаточно давно рекомендовано учащимся иметь домашнюю лабораторию. Однако, несмотря на то, что в набор включены весьма простые приборы, это предложение не получило распространения.

Для организации домашней экспериментальной работы учащихся можно использовать так называемую мини-лабораторию, предложенную учителем-методистом Е.С. Обьедковым. В нее входят многие предметы домашнего обихода (бутылочки от пенициллина, резинки, пипетки, линейки и т.п.), что доступно практически каждому школьнику. Е.С. Обьедков разработал весьма большое число интересных и полезных опытов с этим оборудованием.

Кроме того, промышленностью выпускаются различные конструкторы (по оптике, электричеству, электромагнетизму), которые могут быть использованы для домашнего эксперимента.

В последнее время появились фирмы, выпускающие школьное оборудование в виде комплектов и отдельных приборов. Простейшие из этих приборов могут оказаться доступными для личного приобретения учащимися и войти в состав домашней лаборатории.

Существует также возможность использовать компьютер для проведения в домашних условиях модельного эксперимента.

Таким образом, в настоящее время имеются большие возможности для организации домашней экспериментальной работы учащихся.

Учащимся старших классов целесообразно предлагать работы более высокого уровня: конструкторские, исследовательские.

Результаты выполненных работ должны быть соответствующим образом оформлены (так, как это делается при выполнении фронтальных лабораторных работ). Их следует обязательно обсудить и проанализировать на уроке.

§6. Экспериментальные задачи

К экспериментальным задачам относят такие физические задачи, постановка и решение которых органически связаны с экспериментом: с различными измерениями, воспроизведением физических явлений, наблюдениями за физическими процессами, сборкой установок электрических цепей и т.д.

Большинство таких задач строится так, чтобы в ходе решения ученик сначала высказал предложения, обосновал умозрительные выводы, а потом проверил их опытом. Такое построение вызывает у учеников большой интерес к задачам и при правильном решении большое удовлетворение своими знаниями.

Экспериментальные задачи можно разделить на следующие виды:

- задачи, в которых для получения ответа приходится либо измерять необходимые физические величины, либо использовать паспортные данные приборов, либо экспериментально проверять эти данные.
- задачи, в которых ученики самостоятельно устанавливают зависимость и взаимосвязь между конкретными физическими величинами.
- задачи, в условии которых дано описание опыта, а ученик должен предсказать его результат.
- задачи, в которых ученик должен с помощью данных ему приборов и принадлежностей показать конкретное физическое явление без указаний на то, как это сделать, или собрать электрическую цепь. Сконструировать установку из готовых деталей в соответствии с условиями задачи.
- задачи на глазомерное определение физических величин с последующей экспериментальной проверкой правильности результата.
- задачи с производственным содержанием, в которых решаются конкретные практические вопросы.

Значение экспериментальных задач в том, что они повышают активность учащихся на уроке, способствуют устранению формализма в знаниях,

приобретению навыков исследовательского характера, формируют критический подход к оценке результатов измерений.

§7. Проект. Проектная деятельность

Требования к общему физическому эксперименту по физике:

1. Видимость всеми учащимися класса. Учащиеся должны видеть все детали опыта, его различные аспекты и т.п.

2. Наглядность. Наглядность предполагает ясную и понятную постановку демонстрируемого опыта. Это достигается тем, что в демонстрационной установке удаляются или скрываются не столь существенные детали. Выбирается такой вариант опыта, который будет легче всего понят учащимися.

3. Кратковременность опыта. Это требование обусловлено ограниченностью времени урока.

4. После демонстрации опытов демонстрационные установки, необходимо убрать с демонстрационного стола. Это требование нельзя считать абсолютным (существуют задачи и упражнения, для выполнения которых, необходимо пользоваться оборудованием).

5. Выразительность и эмоциональность. Это влияет на качество усвоения материала учащимися и его понимание.

6. Занимательность. Опыт должен у учащихся вызывать интерес.

7. Надежность опыта, т.е. возможность повторного его показа.

8. Убедительность опыта. Просмотр опыта не должен приводить к двойственному или неправильному толкованию, а убедительно показывать то, что следовало показать.

9. Соответствие правилам безопасности.

Учитель физики в первую очередь должен:

- Знать устройство, конструкцию и принцип действия используемого демонстрационного прибора;

- Знать правила эксплуатации прибора (что может дать эффект при демонстрации), а также соблюдать условия, обеспечивающие сохранность;

- Владеть некоторыми ремесленными навыками, так как в ряде случаев необходимо что-то изготовить для установки или создать самодельный прибор;

- Обладать некоторыми конструкторскими навыками (в плане технического конструирования).

Вообще в работе учителя должна присутствовать культура в широком смысле этого слова, что применительно к школьному физическому эксперименту сводится к так называемой лабораторной культуре: образцовому порядку в физическом кабинете (в хранении и расположении оборудования).

§8. Техника школьного физического эксперимента и методика его проведения

При постановке и проведении школьного физического эксперимента имеют место как технические, так и методологические аспекты. Знание устройства и конструкции физического прибора, умение им пользоваться — все это технические вопросы, а понимание места физического опыта в процессе изучения конкретного физического материала, объяснение наблюдаемого явления, получение максимальной информации от опыта — это методика физического эксперимента.

В процессе обучения методике преподавания физики учителя должны, во-первых, получить необходимые знания о приборах по физике, об их конструкции, правилах работы с ними, а во-вторых, понимать и знать, когда и где этот прибор следует применять в учебном процессе по физике, как вписать рассматриваемый опыт с данным прибором в «канву» конкретного урока, какие при этом дать разъяснения, как показать опыт, чтобы учащиеся при этом максимально увидели, услышали и поняли.

Однако в теории и методике обучения физике как науке термины «техника постановки опытов» в силу их взаимосвязи никогда отдельно не фигурируют, а используются обязательно вместе, как бы в виде одного термина. При этом возможны два их сочетания: «техника и методика школьного физического эксперимента» и «методика и техника физического эксперимента». В большинстве случаев используется второе сочетание рассматриваемых терминов, так как оно, с одной стороны, более благозвучно, а, с другой стороны, что более важно для нас, на первое место в этом сочетании ставится методика проведения физических опытов, т.е. то, чем мы в основном и занимаемся.

Таким образом, можно уже сейчас сделать несколько выводов по данному вопросу.

Во-первых, правомерно использовать как термин «техника постановки школьных физических опытов», так и термин «методика проведения школьных физических опытов».

Во-вторых, в практике оба этих термина в силу их взаимосвязи не разрывают, а применяют совместно.

В-третьих, для дальнейшей работы нами принимается сочетание «методика и техника школьного физического эксперимента».

В-четвертых, хотя термины «техника» и «методика» имеют различный смысл, но в учебном процессе нам важна деятельность учителя, а деятельность учителя по технике и методике школьного физического эксперимента так взаимосвязана, так переплетается, что фактически ее нельзя разделить на две различные деятельности. Поэтому мы имеем все основания утверждать, что термины «техника постановки опытов» и «методика проведения опытов» взаимосвязаны.

При подготовке демонстрационного эксперимента к уроку учитель обычно выполняет следующую последовательность действий:

1. Определяет дидактическую цель опыта и его место в структуре урока или этапе урока;
2. Четко формулирует, какое явление, или свойство вещества, или устройство собирается демонстрировать;
3. Определяет элементы экспериментальной установки: объект исследования, воздействующий элемент, управляющий элемент, индикатор;
4. Составляет принципиальную схему экспериментальной установки;
5. Определяет методом прикидки параметры элементов экспериментальной установки;
6. Выбирает вариант экспериментальной установки и подбирает приборы, руководствуясь их эксплуатационными возможностями и дидактическими требованиями к демонстрационному эксперименту;
7. Собирает демонстрационную установку;
8. Продумывает расположение приборов на демонстрационном столе и подбирает средства, позволяющие обеспечить наилучшую видимость демонстрации.

Каждый демонстрационный опыт должен готовиться и проверяться заранее, до урока. Готовую демонстрацию можно перенести на подвижный столик, а непосредственно перед уроком вынести в класс и переставить на демонстрационный стол.

Целесообразно составлять картотеку демонстрационных опытов, отмечая на карточках параметры элементов демонстрационной установки, делая заметки, касающиеся ее эффективного функционирования.

Технология демонстрационного опыта предполагает определение этапов этой работы, которые должны следовать один за другим и при их правильном выполнении привести к конечному, запланированному результату.

Демонстрационный эксперимент может использоваться на уроках физики для решения таких дидактических задач, как:

- мотивация изучения нового материала;
- выдвижение познавательной задачи;
- создание проблемной ситуации;
- проверка гипотезы;
- получение индуктивного вывода;
- проверка дедуктивного вывода (теоретического предсказания, выведения следствия и т.п.);
- иллюстрация объяснения учителя.

Независимо от целей демонстрации опытов можно указать общую систему действий, которые выполняет учитель, показывая опыт учащимся:

- создание мотивации и организация внимания учащихся;
- формулирование познавательной задачи;
- описание экспериментальной установки;
- выделение объекта наблюдения;
- выполнение эксперимента, при необходимости его повторение;
- фиксация результатов эксперимента;
- анализ результатов и обсуждение выводов.

В зависимости от целей опыта и подготовки учащихся учитель выполняет эти этапы сам или привлекает учащихся, что предпочтительнее. В любом случае учащихся следует привлекать к выдвижению гипотезы, к обоснованию выбора приборов для экспериментальной установки, к фиксации и анализу результатов опыта.

На базе показанного опыта учащимся могут быть предложены как качественные, так и количественные задачи, экспериментальные задания. Если учитель запланировал такую работу, то экспериментальная установка со стола не убирается, а используется либо для постановки задачи, либо для проверки ответа на поставленный вопрос. Эксперимент может провести сам учитель либо вызванный ученик.

После того как потребность в установке отпадает, ее убирают со стола, не дожидаясь окончания урока. Ненужная установка, оставленная на демонстрационном столе, будет отвлекать внимание учеников, мешать сборке других установок, заслонять собой поверхность доски.

При работе в школьном физическом кабинете и, в частности, при демонстрации опытов необходимо соблюдать правила безопасного труда.

§9. Учебный эксперимент при изучении раздела «Механические колебания и волны»

В разделе «Механические колебания и волны», в соответствии с действующей учебной программой, изучаются, в основном, следующие темы:

1. Колебательное движение. Гармонические колебания. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Уравнение гармонических колебаний.

2. Пружинный и математический маятники

- Превращения энергии при гармонических колебаниях. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс
- Распространение колебаний в упругой среде. Волны. Частота, длина, скорость распространения волны и связь между ними.

3. Звук.

Фронтальные лабораторные работы:

- Изучение колебаний математического маятника
- Демонстрации, опыты, компьютерные модели
- Колебания тела на нити и пружине
- Кинематическая модель гармонических колебаний
- Зависимость координаты колеблющегося тела от времени
- Зависимость периода гармонических колебаний математического маятника от его длины
- Вынужденные колебания
- Резонанс
- Образование и распространение поперечных и продольных волн
- Колеблющееся тело как источник звука (камертон)
- Зависимость громкости звука от амплитуды колебаний
- Зависимость высоты тона от частоты колебаний

Требования к уровню подготовки учащихся

В соответствии с действующей учебной программой, учащийся должен: иметь представление

- о физических явлениях: волновое движение, поперечная и продольная волны, звуковая волна, интерференция и дифракция механических волн;

знать и понимать:

- смысл физических моделей: математический и пружинный маятники;
- смысл физических понятий: свободные колебания, гармонические колебания, амплитуда, период, частота, фаза, вынужденные колебания, резонанс, длина волны, скорость распространения волны;

уметь:

- описывать и объяснять физические явления: механические колебания, резонанс;

владеть:

- экспериментальными умениями: определять основные характеристики гармонических колебаний;

- практическими умениями: решать качественные, графические, расчетные задачи на определение амплитуды, периода, частоты колебаний пружинного и математического маятников, энергии, смещения и фазы гармонических колебаний, длины и скорости волны с использованием уравнения гармонического колебания, формул: периода и частоты колебаний пружинного и математического маятников, связи частоты, длины и скорости волны.

Глава II. Методика изучения раздела «Механические колебания и волны».

§1 Свободные механические колебания

Изучение колебаний начинают с введения понятия о колебательном движении, которое является одним из основных в этой теме. Учащиеся уже знакомы с периодическими, т. е. повторяющимися через равные промежутки времени, движениями (например, с равномерным движением по окружности). Разновидность периодического движения — колебательное, т. е. такое движение, при котором тело перемещается от своего положения равновесия то в одну сторону, то в другую. Приводят примеры колебательных движений и демонстрируют системы тел, в которых при определенных условиях могут существовать колебания (вертикальный и горизонтальный пружинные маятники, груз на нити, ножовочное полотно, зажатое в тисках, и др.). На примере этих колебательных систем подчеркивают то общее, что характерно для любых из них: наличие устойчивого положения равновесия фактор инертности, обеспечивающий прохождение телом положения равновесия и, таким образом, установление колебательного движения вместо простого возвращения тела в положение равновесия, и, наконец, достаточно малое трение в системе.

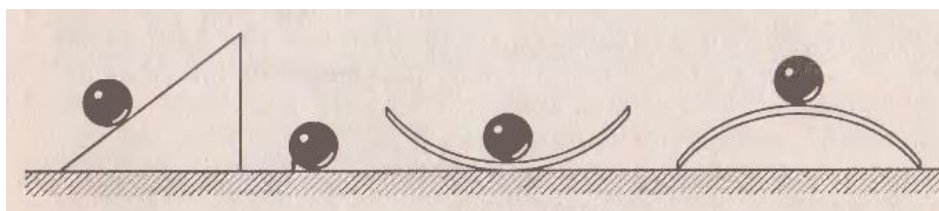


Рис. II.1.

Различные системы тел

Ребята убеждаются в наличии этих признаков у каждой из демонстрируемых колебательных систем. После этого им можно предложить ответить на вопрос, могут ли возникнуть колебания в системах, представленных на рисунке 1, и проверить свой ответ экспериментально.

Вводят понятие о свободных колебаниях. Колебания, возникающие в системе, выведенной из положения равновесия и представленной самой себе,

называют свободными. Если в системе отсутствует трение, то свободные колебания называют собственными, они происходят с собственной частотой, которая определяется только параметрами системы. Колебательная система, лишенная трения, — идеализация, но при малом коэффициенте затухания различие между свободными и собственными колебаниями слишком незначительно, чтобы его учитывать (при добротности системы в несколько единиц оно не превышает нескольких процентов). Поэтому в школьном преподавании физики понятия свободных и собственных колебаний не разграничивают и учащиеся знакомятся только с понятием свободных колебаний.

Одно из важнейших понятий теории колебаний — гармоническое колебание. Это понятие широко используют по двум причинам: любое периодическое негармоническое движение может быть представлено в виде суммы ряда гармонических колебаний кратных частот, причем эти последние можно выделить и наблюдать. Кроме того, существует много таких колебательных систем, колебания которых с большой точностью можно считать гармоническими.

Программа общеобразовательной средней школы обычно предполагала впервые ознакомить школьников с понятием гармонического колебания в последнем классе средней школы при изучении электромагнитных колебаний. Но существует реальная возможность сделать это уже при изучении механических колебаний.

При этом возможен следующий подход: используя связь равномерного движения по окружности и колебательного движения, получают закон изменения координаты гармонически колеблющегося тела со временем $x = x_m \cos \frac{2\pi}{T} t$. Для этого вначале на опыте показывают, что тень от шарика, равномерно движущегося по окружности, совершает колебательное движение (рис. 2).

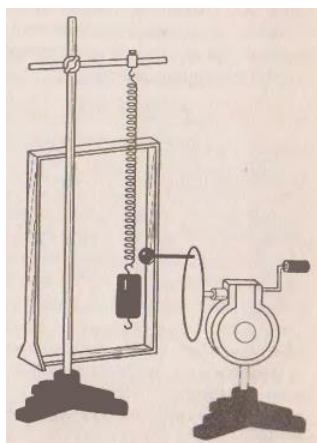


Рис. П.2.

Установка для эксперимента с пружинным маятником и шариком

На установке возбуждают колебания пружинного маятника. Убеждаются в том, что маятник совершает такие же колебания, что и тень на экране от шарика, при этом частоту вращения шарика подбирают таким образом, чтобы колебания были синхронными.

Затем учащиеся самостоятельно выполняют задание: найти выражение для координаты проекции на ось X материальной точки A , движущейся равномерно со скоростью v по окружности (рис. 3).

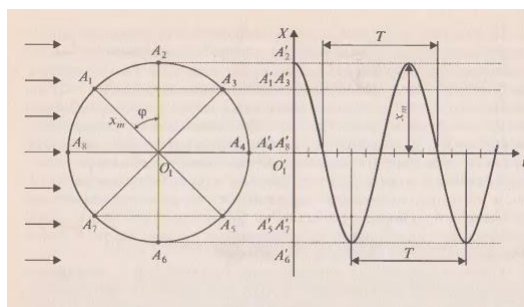


Рис. П.3.

Равномерное движение материальной точки A со скоростью v по окружности

Получают выражение $x = x_m \cos \frac{2\pi}{T} t$. Сообщают, что движение, в котором координата тела меняется по такому закону, называют гармоническим колебанием. Так как маятник и тень шарика на экране совершают одинаковое

движение (колеблются синхронно), делаем вывод: колебания маятника могут быть описаны тем же уравнением, т.е. при определенных условиях они тоже являются гармоническими. В завершающем обучении классе при изучении электромагнитных колебаний это определение можно расширить, показав, что любая величина, изменяющаяся по такому закону, совершает гармоническое колебание (например, заряд конденсатора в контуре, сила тока и напряжение в контуре и др.).

Возможен и другой подход к введению понятия о гармоническом колебании: рассматривают динамику свободных колебаний пружинного (рис. 4, а) и математического (рис. 4, б) маятников под действием соответственно силы упругости и силы тяжести в отсутствие силы трения. Для каждого из этих случаев на чертеже изображают силы, действующие на маятник, и записывают уравнение движения в проекциях на ось Ox маятника, выведенного из положения равновесия и предоставленного самому себе, из которого получают

$$F_x = -kx \text{ (для пружинного маятника)}$$

$$\text{и } F_x = -mg \frac{x}{l} \text{ (для математического).}$$

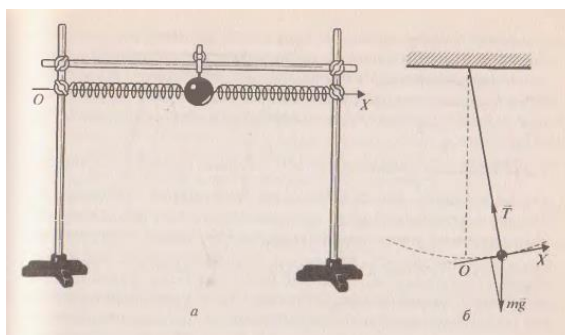


Рис.П.4.

Маятники: а) пружинный; б) математический.

Вводят определение: механические колебания, которые совершаются под действием силы, пропорциональной смещению и направленной к положению равновесия, называют гармоническими.

Если из динамических уравнений выразить ускорение ($a_x = -\frac{k}{m}x$ и $a_x = -\frac{g}{l}x$), то может быть дано и такое определение: движение, при котором ускорение прямо пропорционально отклонению материальной точки от положения равновесия и всегда направлено в сторону равновесия, называют гармоническим колебанием.

Под руководством учителя анализируют динамическое уравнение колебания маятников. Обращают внимание на общие черты этих уравнений, их внешнее сходство — уравнения $a_x = -\frac{k}{m}x$ и $a_x = -\frac{g}{l}x$ линейны, коэффициенты при координате x постоянны и не зависят ни от самой координаты, ни от ускорения.

Следует обратить внимание школьников на то, что гармонические колебания — качественно новый вид движения, в котором ускорение непрерывно изменяется по модулю и направлению. Полезно провести анализ зависимости ускорения маятников от смещения и сравнить гармоническое колебание с уже известными учащимся видами движения — прямолинейным (равномерным и равноускоренным) и равномерным движением по окружности.

При анализе уравнения $a_x = -\frac{k}{m}x$ (или $a_x = -\frac{g}{l}x$) обращают внимание на то, что при большой деформации пружины (или большом отклонении нити маятника от положения равновесия) нарушается прямая пропорциональность между ускорением и смещением. Постоянный коэффициент $\frac{k}{m}$ (или $\frac{g}{l}$) становится зависимым от деформации пружины (или угла отклонения нити), уравнение перестает быть линейным — движение будет периодическим, но не гармоническим. Таким образом, приходим к выводу: при отсутствии рассеяния энергии и достаточно малых амплитудах свободные колебания маятников являются гармоническими.

Введение основных характеристик колебательного движения — амплитуды, частоты и периода — может последовать сразу после того, как рассмотрены свободные колебания маятников и введено понятие

гармонического колебания. Строго говоря, понятие частоты применимо только для гармонических колебаний, т.е. для бесконечных во времени процессов. В случае периодических процессов негармонического характера (а именно с ними чаще всего приходится встречаться) мы имеем дело не с частотой, а с целым набором (полосой) частот.

Вводят понятие амплитуды, частоты и периода колебаний, причем подчеркивают, что именно эти величины, а не смещение, скорость и ускорение колеблющейся точки в данный момент времени характеризуют колебательный процесс в целом. Для усвоения понятий амплитуды, периода и частоты колебаний необходимо предложить учащимся ряд упражнений различного характера — качественных, количественных, связанных с проведением экспериментов.

Формулы для периода колебаний математического и пружинного маятников не могут быть строго выведены из-за отсутствия необходимой математической подготовки учащихся. Поэтому они могут быть даны в готовом виде (с последующей экспериментальной проверкой) или выведены косвенным путем.

Например, формулу периода колебаний математического маятника можно получить, используя экспериментальный факт, установленный еще Х. Гюйгенсом: конический маятник длиной l совершает полный оборот за тот же промежуток времени, в течение которого математический маятник той же длины совершает полное колебание, т.е. за период. Перед учащимися можно поставить задачу: воспользовавшись этим опытным фактом, найти формулу периода колебания математического маятника.

Для лучшего усвоения формулы периода колебаний маятников

($T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ и $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$) ее следует проверить на опыте, показав, что от

коэффициента упругости и массы груза, так же как и от ускорения свободного падения и длины нити для математического маятника, зависит собственная частота колебаний системы.

Целесообразно пояснить эти зависимости и качественно. Например, с увеличением коэффициента упругости k при том же отклонении от положения равновесия x растет упругая сила ($F = kx$). Следовательно, увеличивается ускорение, тело быстрее проходит тот же путь, т.е. уменьшается период. Если же увеличить массу груза, то при том же смещении та же упругая сила будет сообщать ему меньшее ускорение, период увеличится. Аналогично для математического маятника: с ростом ускорения свободного падения растет проекция на ось X силы тяжести, равная $mg \sin \varphi$ (см. рис. 4, б), т.е. маятник быстрее движется, частота растет, период уменьшается. При увеличении длины нити для того же угла отклонения растет длина дуги, которую нужно пройти с тем же ускорением, т.е. замедляется движение, уменьшается частота.

§2 Превращения энергии при гармонических колебаниях

Далее рассматривают энергетические превращения в колебательных системах. Выясняют, что при движении маятников происходит периодическое превращение кинетической энергии системы в потенциальную и обратно. Изображают графически зависимости кинетической (E_k), потенциальной (E_p) и полной (E) энергий маятника от времени (рис. 6). Отмечают, что полная энергия колебательной системы не зависит от времени, она пропорциональна квадрату амплитуды и частоты. С этим соотношением учащимся придется встречаться при изучении волновых процессов, поэтому важно, чтобы оно было закреплено.

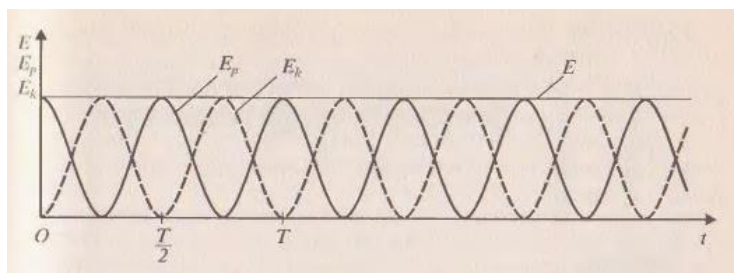


Рис. II.6.

Зависимости кинетической (E_k), потенциальной (E_p) и полной (E) энергий маятника от времени.

Следует учесть, что все выводы были сделаны для колебательной системы без трения. Так как на самом деле трение существует в любой системе, то энергия системы не остается постоянной, а убывает со временем, убывает и амплитуда колебаний, т.е. колебательное движение перестает быть гармоническим, хотя и остается периодическим [8]. Если силы сопротивления в системе достаточно велики, движение может стать аperiodическим.

С затуханием свободных колебаний в реальных колебательных системах ребята хорошо знакомы из повседневной жизни и из наблюдений за демонстрационными опытами. Полезно показать системы с различной степенью затухания, выявить причины затухания, привести примеры систем, где необходимо обеспечить быстрое затухание колебаний, и систем, где такое

затухание крайне нежелательно. Примером систем с малым затуханием могут служить колокол, камертон. После выведения камертона из состояния покоя он может совершать до нескольких тысяч колебаний, т.е. достаточно долго звучать практически без затуханий, с неизменной частотой.

§3. Вынужденные механические колебания

Изучение вынужденных колебаний можно начать с примеров тел (систем тел), в которых колебания происходят под действием периодической внешней силы: колебания иглы швейной машины, колебания поршня в двигателе внутреннего сгорания, различные вибрационные машины (для погружения свай в грунт, для сортировки и транспортировки, для уплотнения материала, например, бетона и т.д.) Сообщают, что такие колебания называют вынужденными. Наибольший интерес представляют случаи, когда периодическая внешняя сила действует на систему, в которой могут происходить свободные колебания. Демонстрируют опыт, в котором вынужденные колебания совершаются пружинным маятником. С помощью установки с горизонтальным маятником (рис. 7) показывают существование собственных колебаний в системе и предлагают учащимся оценить собственную частоту колебаний ω_0 .

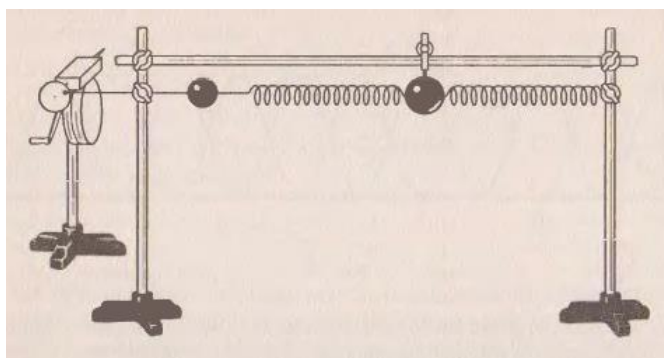


Рис.П.7. *Горизонтальный маятник*

Далее демонстрируют вынужденные колебания под действием периодической внешней силы с частотой ω , и школьники наблюдают вначале сложное движение маятника, в котором собственные колебания со временем затухают, а затем в установившемся движении маятник совершает уже только вынужденные колебания с частотой ω . Показывают, что при частоте внешней силы, превышающей собственную частоту ω_0 системы, установившиеся колебания маятника также происходят с частотой ω . Таким образом,

вынужденные колебания под действием периодической внешней силы совершаются с частотой этой силы. Можно предложить школьникам провести сравнение свободных и вынужденных колебаний в одной и той же системе, объяснить, почему вынужденные колебания не затухают.

Наибольший интерес при изучении вынужденных колебаний представляет явление резонанса. На той же установке (см. рис. 7) наблюдают резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний в случае, когда частота вынуждающей силы приближается к собственной частоте колебаний ω_0 системы. Такое возрастание амплитуды при совпадении собственной частоты колебаний и частоты вынуждающей силы называют резонансом.

Если на той же установке продолжать и дальше увеличивать частоту вынуждающей силы, то можно показать, что амплитуда вынужденных колебаний начинает уменьшаться — при очень высоких частотах из-за инертности системы она может стать очень малой.

Необходимо остановиться на причинах резкого возрастания амплитуды при резонансе. На той же установке можно показать, что при резонансе сила и смещение в любой момент времени совпадают по направлению. Это означает, что вынуждающая сила в течение периода совершает максимальную положительную работу, так как, совпадая по направлению со смещением тела, она все время «подталкивает» его, наиболее сильно раскачивая систему. Энергия источника расходуется на преодоление сопротивления и увеличение амплитуды. Но с ростом амплитуды колебаний возрастает сила сопротивления, поэтому всё большая часть энергии расходуется на ее преодоление [9]. При резонансе амплитуда достигает такого значения, что энергия, которая продолжает поступать от источника в систему, целиком расходуется на преодоление сопротивления. Таким образом, амплитуда при резонансе зависит от значения сопротивления в системе [6].

Резонанс можно демонстрировать с помощью метронома и нитяного маятника (рис. 8). Нитяной маятник нитью соединяют с маятником метронома. На опыте наблюдают, что при совпадении собственной частоты колебаний

нитяного маятника и маятника метронома амплитуда колебаний нитяного маятника максимальна.

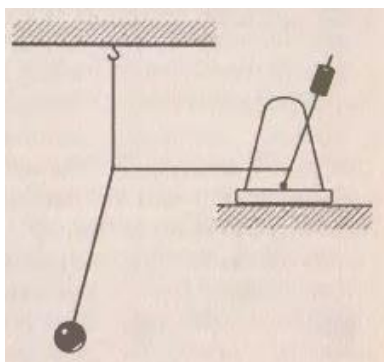


Рис.П.8. Метроном и нитяной маятник

Особое внимание следует уделить учету и использованию резонансных явлений в жизни. Приводят примеры вредного влияния резонанса (разрушение опор под неуравновешенными конструкциями, например, под плохо центрированным двигателем, при работе которого в опорах возбуждаются вынужденные колебания, и др.), указывают основные пути предотвращения резонанса — изменение собственной частоты колебаний системы и использование демпферов — гасителей колебаний.

§4. Механические волны

Изучение механических волн начинают с формирования общих представлений о волновом движении. Состояние колебательного движения передается от одного колеблющегося тела к другому при наличии связи между ними. Это демонстрируют сначала на двух связанных маятниках (рис. 9), затем на связанных между собой колебательных системах разной конструкции (рис. 10).

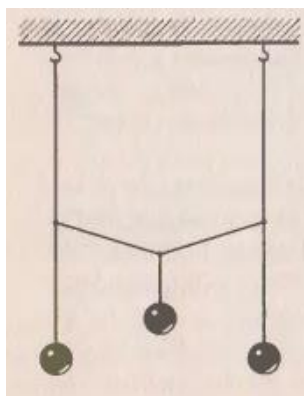


Рис.П.9. Два связанных маятника

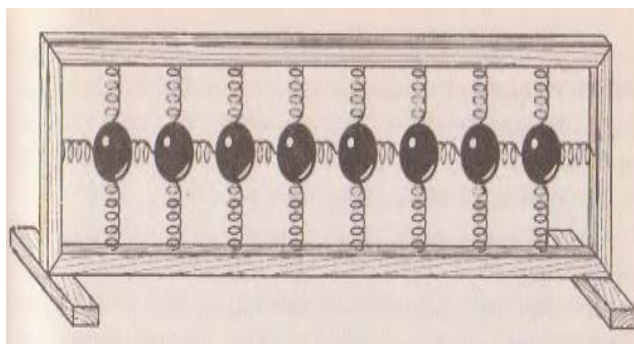


Рис.П.10. Связанные между собой колебательные системы разной конструкции

Природа связи может быть различной. Для приведенных конструкций она является упругой — колебания передаются от одного маятника к другому благодаря силам упругости. Школьникам из базового курса физики известно, что между частицами твердого тела, жидкости, газа действуют силы упругости. Распространение волн в среде демонстрируют на цепочке шариков, связанных друг с другом пружинами, или цепочке маятников на бифилярных подвесах,

также соединенных пружинами. На первой модели удобнее демонстрировать распространение продольных волн, на второй распространение как продольных, так и поперечных волн.

Ребятам показывают, что если на первый шарик подействовать периодической внешней силой, направленной вдоль цепочки, то в колебательное движение придут и все последующие шарики с той же частотой вдоль той же прямой, но колебание каждого из них будет запаздывать по сравнению с колебанием предыдущего шарика. Таким образом, можно смоделировать распространение продольных упругих волн, при этом школьники наглядно видят, что распространение продольной волны в среде сопровождается образованием сгущений и разрежений вдоль направления ее распространения. Аналогично показывают образование поперечной волны на цепочке связанных нитями маятников. После чего можно выделить характерные черты волнового движения — в пространстве происходит передача энергии, сами же колеблющиеся частицы не перемещаются, переноса вещества в волне не происходит.

Поперечные и продольные волны демонстрируют и с помощью волновой машины, но делать это целесообразнее после того, как будут показаны описанные выше опыты, так как на этой машине труднее наглядно раскрыть механизм образования волн. Волновой машиной лучше воспользоваться при закреплении материала или введении понятия длины волны.

Возникновение волн на воде связано с действием силы поверхностного натяжения и силы тяжести, но отказываться от их рассмотрения ввиду особой их природы не следует, так как основные свойства волн более наглядно можно продемонстрировать именно на этих волнах с помощью волновой ванны.

При изучении упругих волн учащиеся получают первоначальное представление о скорости распространения волн.

Известно, что в волновом движении различают скорость распространения волнового фронта (волновой поверхности) в среде, т.е. фазовую скорость, и скорость переноса энергии (перемещения волнового пакета), т.е. групповую

скорость. Для упругих волн фазовая скорость распространения в жидких, твердых и газообразных средах в очень широком интервале частот остается постоянной. Групповая скорость совпадает с фазовой, поэтому в средней школе нет необходимости рассматривать понятие групповой скорости [7]. Таким образом, при изучении волнового движения школьники встречаются с понятием скорости распространения волны, под которым подразумевается фазовая скорость, т.е. скорость перемещения гребня или впадины — в поперечной волне и сгущений или разрежений в продольной (понятие волновой поверхности не рассматривают, так как пока отсутствует понятие фазы).

Итак, скорость волны зависит от свойств среды и не зависит от частоты. Так как обычно рассматривают волны, в которых амплитуда колебаний невелика, то скорость волны можно считать не зависящей от амплитуды.

После того как учащиеся ознакомились с образованием продольных и поперечных волн и со скоростью волны, можно ввести еще одно важное для волнового движения понятие — длину волны.

Длина волны — это расстояние между двумя ближайшими точками, одновременно проходящими положение равновесия и движущимися в одну сторону. Следует выяснить далее, что точки, удаленные друг от друга на расстояние $n\lambda$ (где n — целое число), колеблются одинаково.

Как показывает практика преподавания, большие затруднения при изучении волновых процессов вызывает вопрос о периодичности волны — во времени и в пространстве. При изучении колебаний учащиеся узнали о периодичности во времени физических величин, описывающих колебательный процесс, познакомились с графиком зависимости координаты колеблющейся точки от времени. При рассмотрении упругих волн они встречаются с графиками, которые внешне похожи на последние, — это график зависимости смещения (координаты) колеблющихся точек от их расстояния до источника волн (рис. 11) для фиксированного момента времени и график зависимости смещения (координаты) от времени (рис. 12) для фиксированной точки среды в волновом процессе.

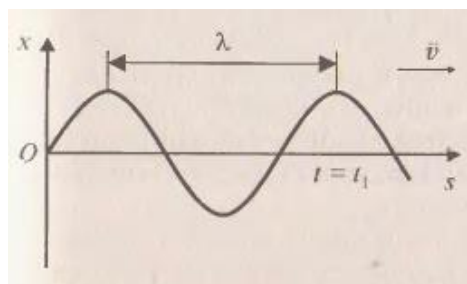


Рис.П.11. *График зависимости смещения (координаты) колеблющихся точек от их расстояния до источника волн.*

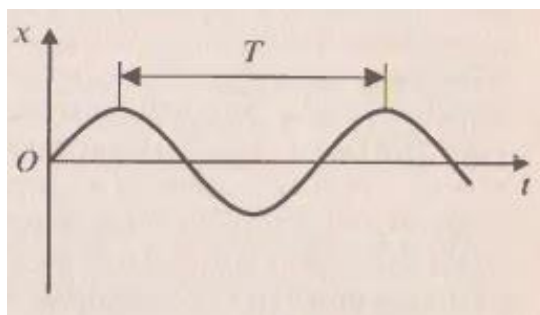


Рис.П.12. *График зависимости смещения (координаты) от времени*

Поскольку уравнение бегущей волны в школе не изучают, то такое важнейшее свойство волн, как периодичность во времени и в пространстве, можно раскрыть с помощью эксперимента и графических построений [7].

§5. Звуковые волны

Изучение акустических явлений, т. е. распространения в упругой среде механических колебаний, способствует расширению понятия волны — от волн, непосредственно воспринимаемых визуально, до невидимых. Это в какой-то мере готовит учащихся к восприятию физической сущности электромагнитных волн. Кроме того, при изучении звуковых явлений можно закрепить те знания учащихся о волнах и их характеристиках, которые к тому времени они имеют.

Звуковые волны изучают в следующей последовательности. Вначале учащихся знакомят с источниками и приемниками звука. Рассматривают примеры источников звука, совершающих колебания с собственными частотами (камертон, струна), и примеры излучателей вынужденных колебаний, преобразующих электрические колебания в звуковые [3]. Можно показать и приемники звука — микрофоны, вспомнить устройство угольного микрофона и ознакомить с устройством электродинамического микрофона. Затем объясняют механизм распространения звуковых волн. Демонстрируют сгущения и разрежения в упругой среде при распространении в ней звуковой волны, продольный характер звуковых волн, необходимость среды с упругими свойствами для их распространения.

Рассматривая скорость распространения звука в различных средах, целесообразно привести конкретные примеры звуковых скоростей в этих средах. Например, будут полезны такие сведения: скорость звука в воздухе составляет около 300 м/с, в воде она в 5 раз больше, а в металлах звук распространяется в 15 раз быстрее, чем в воздухе. Причины такого различия предлагают объяснить самим учащимся, так как им уже известно, что скорость распространения волны в среде зависит от плотности среды и ее упругости по отношению к тому или иному виду деформации, вызванному волной.

После этого школьникам рассказывают о восприятии звуковых волн человеком. Рассматривают диапазоны звуковых волн: от 16 до 20000 Гц — звук, воспринимаемый человеческим ухом, ниже 16 Гц — инфразвук, выше 20000 Гц — ультразвук, свыше 10^9 Гц — гиперзвук. Целесообразно

рассмотреть объективные характеристики звука (частоту, интенсивность, спектральный состав) и восприятие различий в этих характеристиках человеком. Понятие интенсивности часто используют в дальнейшем, поэтому полезно конкретизировать его уже при изучении звуковых волн. Интенсивность звука характеризует энергию, переносимую волной в единицу времени через единицу площади перпендикулярно направлению ее распространения. Различие в интенсивности звуковых волн человек воспринимает как различие в громкости звука. Различие в частоте воспринимают как звуки разной высоты, а субъективное восприятие тембра связано со спектральным составом звука.

При рассмотрении акустического резонанса необходимо подчеркнуть, что резонанс акустических волн является доказательством волновой природы звука. Это можно продемонстрировать на опытах, например с двумя камертонами. Обращают внимание школьников на то, что явление резонанса в акустике часто используют и для того, чтобы из периодического негармонического вынужденного колебания выделить гармоническую составляющую.

В заключение рассматривают свойства акустических волн, при этом целесообразно ограничиться изучением отражения волн. Обратив внимание учащихся на то, что в большом пустом помещении звуки сопровождаются гулом, а на открытом месте те же звуки звучат отрывисто, объясняют эти явления тем, что звуковые волны способны отражаться от ряда преград (стен). Всем хорошо знакомо эхо — явление повторения звука вследствие его отражения от удаленных преград — гор, леса. Человеческое ухо способно различать два звука, если промежуток времени между их восприятием не менее 0,1 с.

Отражение звука демонстрируют на опыте: в сосуд опускают наручные часы и располагают ухо на некотором расстоянии. Звук почти не слышен. Если же над сосудом под углом 45° расположить отражающую поверхность (плотный картон или книгу), то звук заметно усилится. Опыт можно поставить как домашнее экспериментальное задание.

Глава III. Экспериментальная часть. Учебные эксперименты

§1. Лабораторный эксперимент по теме «Механические колебания и волны»
В данной части работы мы приводим лабораторные работы, рекомендуемые к проведению при обучении физике.

1. Лабораторная работа «Изучение колебаний пружинного маятника»

Цель работы – установить зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза; от жесткости пружины; от амплитуды колебаний.

Приборы и материалы: пружина длиной 30-40 см со стрелкой и известной жесткостью k , пружина отличной жесткости, набор грузов массой 100 г каждый, штатив с лапкой, линейка, секундомер, динамометр, полосовой магнит, секундомер.

Указания к работе

Гипотеза 1: чем больше масса груза, тем больше период пружинного маятника.

- 1.1. Укрепить линейку и пружину в штативе и подвесить к свободному концу пружины один груз из набора грузов по механике массой 100 г.
- 1.2. Отклонить груз вниз на расстояние, равное примерно 2 см, и отпустить его.
- 1.3. Измерить время t , в течение которого груз совершит 20 полных колебаний.
- 1.4. Повторить опыт с грузами массой 200 г и 300 г.
- 1.5. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 1.

№	m , кг	n	$t \pm \Delta t$, с	$T \pm \Delta T$, с
1				
2				

Таблица III.1

- 1.6. Построить график зависимости периода колебаний от массы груза $T=f(m)$.

1.7. Запишите вывод по проведенному опыту.

Гипотеза 2: чем больше жесткость пружины, тем меньше период колебаний пружинного маятника.

2.1. Не изменяя массы груза, изменить жесткость пружины и повторить опыты с тремя пружинами.

2.2. Заполните таблицу №2 зависимости периода колебаний от жесткости пружины.

№	$k, \text{Н/м}$	n	$t \pm \Delta t, \text{с}$	$T \pm \Delta T, \text{с}$
1				
2				
3				

Таблица III.2

2.3. Построить график зависимости периода колебаний от жесткости пружины.

2.4. Сформулировать вывод по проведенному опыту.

Гипотеза 3: период пружинного маятника не зависит от амплитуды колебаний.

3.1. Изменить амплитуду колебаний при сохранении прочих условий (массы груза и жесткости пружины).

3.2. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 3.

№	$A, \text{м}$	n	$t \pm \Delta t, \text{с}$	$T \pm \Delta T, \text{с}$
1				
2				

Таблица III.3

3.3 Сформулировать вывод по проведенному опыту.

2. Лабораторная работа «Исследование колебаний математического маятника»

Цель работы – выяснить, как зависит период и частота свободных колебаний математического маятника от его длины.

Приборы и материалы: штатив с муфтой и лапкой, шарик с прикрепленной к нему нитью, секундомер, измерительная лента.

Указания к работе

1. Собрать установку по рисунку 1.
2. Отклоните груз от положения равновесия на 1-2 см и отпустите.
3. Измерьте промежуток времени t , за которое маятник совершает $N=20$ полных колебаний.
4. Проведите 4 остальных опыта, каждый раз уменьшая длину нити.
5. Результаты измерений занесите в таблицу 4.



Рис. III.1

№ опыта	Длина нити l , м	Время t , с	Число колебаний N	Период колебаний T , с	Частота колебаний ν
1	1		20		
2	0,8		20		
3	0,5		20		
4	0,3		20		
5	0,1		20		

Таблица III.4

6. Для каждого опыта вычислите период и частоту колебаний нитяного маятника.
 7. Сформулируйте вывод о том, как период и частота свободных колебаний зависят от длины нитяного маятника.
3. Лабораторная работа «Измерение ускорения свободного падения с помощью маятника»

Цель работы - вычислить ускорение свободного падения из формулы для периода колебаний математического маятника.

Приборы и материалы: секундомер, измерительная лента, шарик с отверстием, нить, штатив с муфтой и кольцом.

Указания к работе

1. Установите на краю стола штатив. У его верхнего конца укрепите при помощи муфты кольцо и подвесьте к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 3—5 см от пола.
2. Отклоните маятник от положения равновесия на 5—8 см и отпустите его.
3. Измерьте длину подвеса мерной лентой.
4. Измерьте время t 40 полных колебаний (N).
5. Повторите измерения t (не изменяя условий опыта) и найдите среднее значение t_{cp} .
6. Вычислите среднее значение периода колебаний T_{cp} по среднему значению t_{cp} .
7. Вычислите значение g_{cp} по формуле: $g = 4\pi^2 \frac{lN^2}{t_{cp}^2}$.
8. Полученные результаты занесите в таблицу 5.

№ опыта	l , м	N	t , с	t_{cp} , с	T_{cp} , с	g_{cp} , м/с ²
1						
2						

Таблица III.5

9. Сравните полученное среднее значение для g_{cp} со значением $g = 9,8$ м/с² и рассчитайте относительную погрешность измерения.
10. Сформулируйте вывод по проделанной работе.

§2. Домашний эксперимент по теме «Механические колебания и волны»
Выполнить домашний эксперимент под силу каждому школьнику. Это возможность показать свое умение работать самостоятельно, собирать, обрабатывать и анализировать информацию. Но не стоит забывать о значимости учителя при выполнении учащимся домашнего эксперимента. Важно, чтобы учитель помог учащемуся определиться с перечнем необходимого оборудования, дал указания к работе, которые поспособствуют правильному определению хода работы и поддерживал учащегося на каждом этапе работы.

Домашние эксперименты могут иметь форму лабораторных работ с соответствующим им оформлением, а также могут иметь лишь практический характер, подкрепленный объяснением результатов эксперимента. В данном параграфе мы предлагаем перечень домашних экспериментов по теме «Звуковые волны» для каждого этапа изучения физики.

1. «Поющая вилка»

Приборы и материалы: нить, вилка.

Указания к работе

1. Отрежьте нить длиной со свою руку. Привяжите вилку посередине нити. Намотайте концы нити на указательные пальцы.
2. Качните вилку так, чтобы она слегка ударилась о край стола. Вы услышите слабый звук.
3. Прикоснитесь указательными пальцами к ушам прямо перед ушными отверстиями. Вилка расположена свободно.
4. Качните вилку, чтобы она снова ударилась о край стола. Что вы слышите теперь?
5. Опишите увиденное и попытайтесь объяснить это с научной точки зрения.

Предполагаемое объяснение: Когда вилка ударяется о стол, она начинает колебаться. Эти колебания передаются воздуху и мы можем

слышать звон. Но колебания передаются и нити. Когда вы подносите пальцы к ушам, нить оказывается близко к барабанной перепонке, и колебания ощущаются гораздо отчетливей, и вы слышите звук, похожий на удары колокола.

2. «Измерение громкости»

Приборы и материалы: полиэтиленовая пленка, миска, бумажная салфетка, проигрыватель.

Указания к работе

1. Натяните как можно туже полиэтиленовую пленку на миску. Бумажную салфетку измельчите на мелкие кусочки.
2. Разместите кусочки бумаги на пленку. Поставьте рядом с миской проигрыватель.
3. Включите музыку сначала тихо, затем постепенно увеличивая громкость. Кусочки бумаги начнут слегка подпрыгивать.
4. Попробуйте включить музыку разных стилей. Обратите внимание на то, при какой громкости в каждом случае кусочки бумаги начинают «подпрыгивать».

Предполагаемое объяснение: Звук динамика заставляет воздух колебаться. Чем громче звук, тем сильнее колебания. В конце концов они становятся настолько сильными, что начинает колебаться пленка, а кусочки бумаги на ней – подпрыгивать. Разная музыка вызывает колебания разной частоты, поэтому в одних случаях пленка дрожит при меньшей громкости, а в других – при большей.

3. «Стеклянная флейта»

Приборы и материалы: несколько стеклянных бутылок, вода.

Указания к работе

1. Налейте в стеклянные бутылки разное количество воды. Ни одну из них не заполняйте до краев. Поднесите бутылку ко рту так, чтобы ее горлышко касалось нижней губы.

2. Подуйте поверх горлышка, пока не услышите звук. Прodelайте это со всеми бутылками и сравните звуки. Расставьте их по порядку – от высокого звука к низкому.

Предполагаемое объяснение: Когда вы дуете поверх бутылки, воздух в ней начинает колебаться, и возникает звук. Его высота зависит от количества воды и воздуха в бутылке. Чем больше воздуха, тем ниже звук.

4.«Гитара с резиновыми струнами»

Приборы и материалы: коробка, круглые резинки одинакового диаметра, но разной толщины, картонная трубка, круглые резинки разного диаметра, но одинаковой толщины.

Указания к работе

1. Нарисуйте круг на дне коробки. Возьмите 2 круглые резинки одинакового диаметра, но разной толщины.
2. Натяните эти резинки на коробку и заставьте колебаться каждую из них. Тонкая резинка издаст более высокий звук.
3. Теперь возьмите 2 резинки одинаковой толщины, но разного диаметра. Какая из этих «струн» звучит выше?
4. Натяните на коробку все резинки, и заставьте колебаться «струны». Самая короткая издаст самый высокий звук.
5. Натяните на коробку еще несколько резинок. Заставьте колебаться каждую «струну» и расположите их в порядке понижения звука.
6. Возьмите картонную трубку, прикрепите ее к торцу коробки с помощью клейкой ленты. Гитара готова! Можно раскрасить её, чтобы она была похожа на настоящую.

Предполагаемое объяснение: Тонкие резинки колеблются чаще других и издают высокие звуки. Толстые колеблются с меньшей частотой, и они издают более низкие звуки. Чем сильнее натянута резинка, тем выше частота её колебаний. Поэтому короткая резинка издаёт более высокие звуки, чем длинная.

5.«Самодельный телефон»

Приборы и материалы: 2 картонных стаканчика, длинный шнур.

Указания к работе

1. Возьмите два картонных стаканчика. Проткните их доньшки в центре, проденьте сквозь них тонкий крепкий шнур или веревку.
2. Концы шнура закрепите внутри стаканов, привязав к каждому короткую палочку. Чем длиннее шнур, тем лучше – если удастся найти, можно взять веревку длиной даже более 20 метров.
3. Участники эксперимента берут стаканы и расходятся, насколько позволяет шнур. Необходимо разойтись так, чтобы веревка натянулась. Звук хорошо проводится шнуром только тогда, когда шнур натянут. Теперь, если один из участников будет говорить в стакан, а другой приставит свой стакан к уху, то даже тихо произносимые слова будут отлично слышны.

Предполагаемое объяснение: Звук может распространяться не только через воздух, но и через все газообразные, жидкие и твердые тела. Но скорость распространения и сила звука при этом не одни и те же. Через некоторые газы и через все жидкие и твердые тела звук распространяется быстрее, чем через воздух. Поэтому в опыте мы слышим звук лучше, чем если бы он передавался просто по воздуху.

§3. Проектная деятельность по теме «Механические колебания и волны»
Проектная деятельность – один из лучших способов мотивации, развития интереса к науке, а также проведения формирующего оценивания учащихся. Поэтому в настоящее время большое количество учащихся задействовано в создании проектных работ.

Как правило, учащимся предлагается обширный перечень тем по предмету, и у них есть возможность выбрать именно то, что интересует их в данный момент и то, в чём они хотят разобраться.

Работа над проектом осуществляется по универсальному плану:

1. Организационный этап
2. Выполнение проекта
3. Защита проекта
4. Оценивание проекта

На каждом этапе деятельности происходит диагностика индивидуальных достижений учащегося, которая осуществляется с помощью контрольно-измерительных материалов, заполняемых непосредственно учащимся, преподавателем и, на заключительном этапе, оценивающей комиссией.

В данном параграфе представляем несколько возможных тем для индивидуальных проектов, а также примерные варианты выполнения этих проектов.

Темы проектов, соответствующие разделу «Механические колебания и волны»:

1. Изучение прохождения звука сквозь различные материалы.
2. Качели, гамак. Исследование колебаний с помощью законов Гюйгенса.
3. Звуковые колебания
4. Изучение звуковых колебаний на примере музыкальных инструментов.
5. Исследование колебаний пружинного маятника. Цифровая регистрация и обработка данных.

Некоторые лабораторные работы курса физики также могут стать основой для индивидуального проекта, в особенности, если данная тема еще не была изучена на уроках:

1. Изучение колебаний пружинного маятника.
2. Исследование колебаний математического маятника.
3. Измерение ускорения свободного падения с помощью маятника.

Рассмотрим порядок выполнения проекта на тему «Изучение звуковых колебаний на примере музыкальных инструментов».

Работа должна содержать следующие обязательные компоненты:

- титульный лист;
- введение (цель, задачи, методы исследования)
- основная часть, разбитая на главы/параграфы;
- заключение;
- библиографический список.

Во введении устанавливается связь физики и музыки, формулируются цели и задачи работы, выдвигается гипотеза, например:

Есть ли связь между физикой и музыкой, кроме той, что некоторые физики музицируют, а некоторые музыканты способны к физике?

Конечно! Например, гитара. С одной стороны, это музыкальный инструмент, но с другой, это физический прибор – сложный генератор звука, т.к. самый простейший – это голосовые связки. И то и другое представляет собой в основе – колеблющуюся струну. Или, флейта. В ней звук рождается из-за колебаний столба воздуха в канале трубы.

Музыка занимает в жизни человека большое место, будь то классическая или рок-музыка. При ее прослушивании, в головном мозге человека происходят различные процессы, вызывающие синтез различных гормонов, в том числе гормона счастья. И удивительно, что все это происходит в результате физического явления.

Цель работы: Исследовать связь между звуком и музыкой.

Задачи:

исследовать характеристики звуков;

изучить историю возникновения музыкальных инструментов - гитары, флейты и скрипки;

узнать механизмы звукообразования музыкальных инструментов и понять их акустические параметры;

разобраться в характеристиках музыкального звука;

попытаться «разобрать» мелодию на звуки отдельных частот.

В основной части работы рассматривается понятие «звук», характеристики звука, инфразвук, ультразвук, резонанс и энергия, история некоторых музыкальных инструментов (гитара, флейта, скрипка и т.д.) и рассмотрено устройство этих инструментов. Также предпринимаются попытки объяснить звучание этих инструментов с точки зрения физики.

Например,

Устройство блок-флейты и колебания столба воздуха

Главной деталью является длинная полая труба, в которой находится воздух. Музыкант дует в нее с одного конца, а звук раздается из другого конца. Флейта издает звук, когда музыкант создает поток воздуха у края входного отверстия.

В мундштуке рождаются колебания в определенном диапазоне частот. Одна из них резонирует со столбом воздуха в канале духового инструмента и зависит от длины столба. Музыкант извлекает нужную ноту, меняя длину воздушного столба.

При игре на духовом инструменте молекулы воздуха в нем совершают колебательные движения с разной амплитудой в разных местах воздушного столба. В середине столба есть точка, в которой воздух неподвижен, - она называется узлом. Сильнее всего воздух колеблется по краям столба. Эти участки называются пучностями.

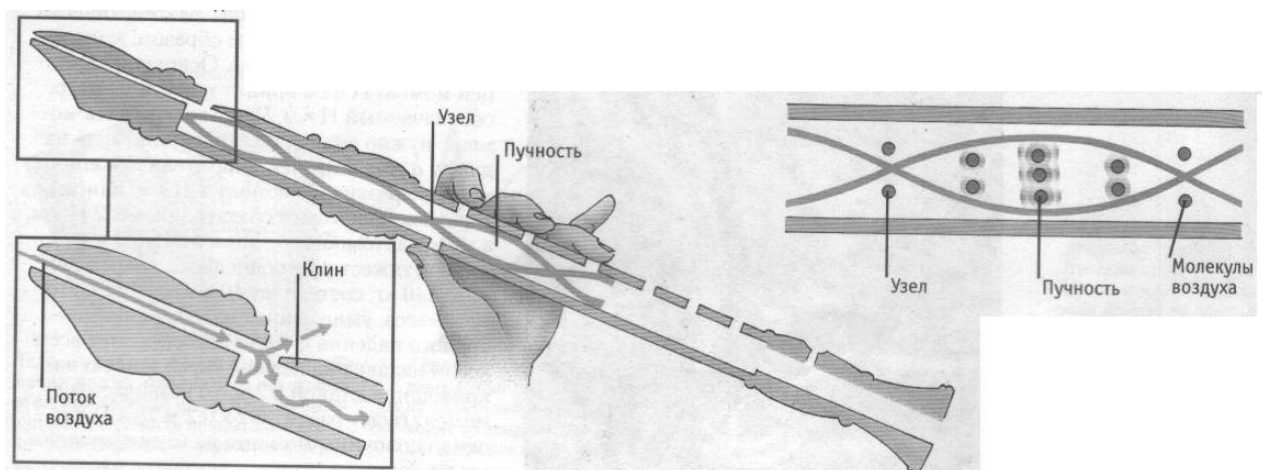


Рис. III.2

Стоячая звуковая волна внутри флейты.

Также в этой же части работы можно привести соответствие нот и частот.

В заключении принято описывать результаты работы, приводить оценку проделанной работы, подводить итоги.

Выполнение каждого вида работ, перечисленных в этой главе, способствуют повышению качества усвоения учащимися раздела «Механические колебания и волны», повышению мотивации и интереса к процессу обучения, а также к дальнейшему изучению предмета.

Глава IV. Методические проблемы изучения темы «Механические колебания и волны».

§1. Проведенные диагностические работы и их анализ

Для выявления основных проблем в изучении раздела «Механические колебания и волны» в курсе физики 9 класса школы МАОУ «СОШ №112» был проведен ряд диагностических работ.

Изучение данного раздела происходило в конце II четверти и в III четверти учебного года, было проведено 14 уроков, было проведено 2 лабораторные работы: «Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний нитяного маятника от его длины» и «Измерение ускорения свободного падения с помощью маятника», 3 самостоятельных работы, 1 физический диктант и итоговая контрольная работа по разделу.

Для объективной диагностики усвоения учащимися материала по разделу проводилось сравнение результатов самостоятельных работ и итоговой контрольной работы, что позволило выявить основные трудности в изучении раздела.

Самостоятельная работа №1 проводилась на 4 уроке изучения раздела и имела следующий вид:

1. Какое из перечисленных ниже движений является механическим колебанием? 1) движение качелей; 2) движение мяча, падающего на землю

а) только 1

в) 1 и 2

б) только 2

г) ни 1, ни 2

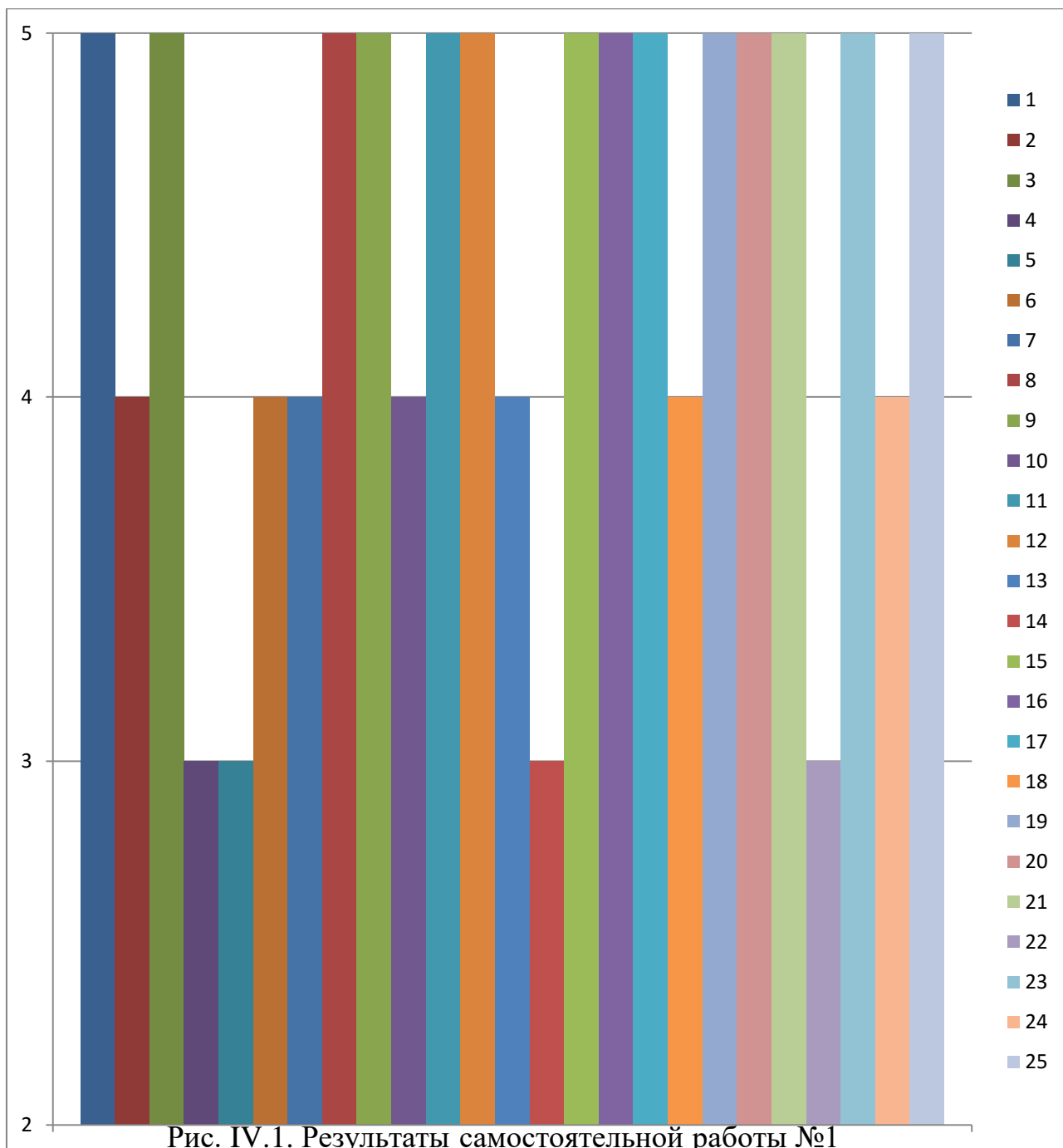
2. Какие из перечисленных ниже колебаний являются свободными? 1) колебания груза, подвешенного к пружине, после однократного его отклонения от положения равновесия; 2) колебания диффузного громкоговорителя во время работы приемника.

а) только 1

в) 1 и 2

б) только 2

г) ни 1, ни 2



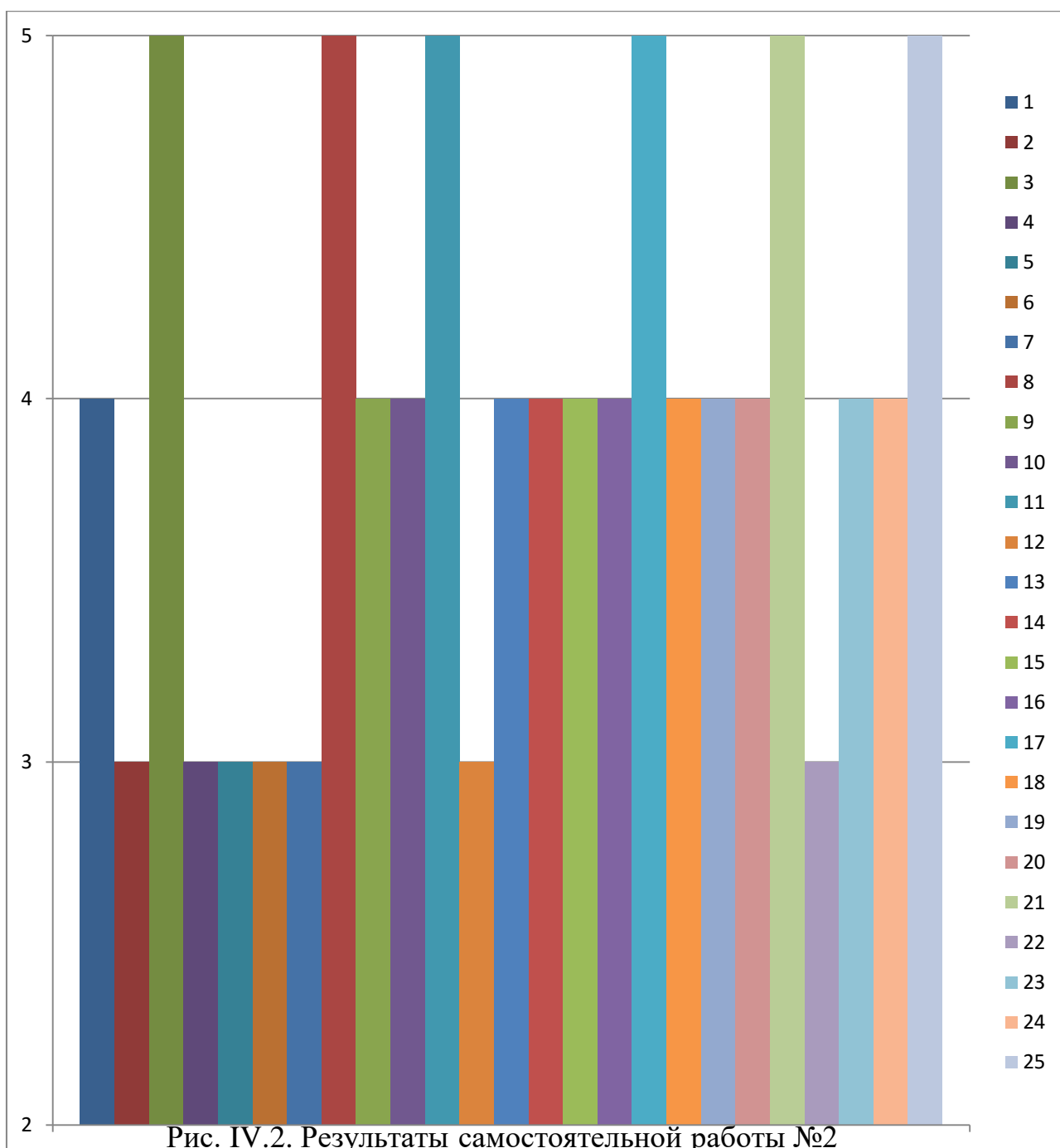
Средний балл за данную работу составил 4,4. Все учащиеся, написавшие работу на «4» и «3», допустили ошибки в 1 и 2 заданиях (задания на определение вида колебания на примерах, применимых к реальной жизни). Меньше всего ошибок допущено в заданиях на определение периода, амплитуды и частоты по рисунку).

Самостоятельная работа №2, проверяющая качество усвоения материала предыдущих уроков, была проведена на уроке по теме «Характеристики звука» и имела следующий вид:

1. Происходит ли перенос вещества и энергии при распространении бегущей волны в упругой среде?
 - а) энергии – нет; вещества – да
 - б) энергии и вещества – да
 - в) энергии – да; вещества – нет
2. Период колебания частиц воды равен 2 с, а расстояние между соседними гребнями волны равно 6 м. Определите скорость распространения этих волн.
 - а) 3 м/с
 - б) 12 м/с
 - в) 1/3 м/с
3. В чем отличие графика волнового движения от графика колебательного движения?
 - а) график колебательного движения изображает положение различных точек среды в один и тот же момент времени, а график волнового движения – одной и той же точки в различные моменты времени.
 - б) график колебательного движения изображает положение одной и той же точки в различные моменты времени, а график волнового движения - различных точек среды в один и тот же момент времени.
 - в) графики колебательного и волнового движений изображают положение одной и той же точки в различные моменты времени.
4. В каких упругих средах могут возникать поперечные волны?
 - а) в газообразных телах;
 - б) в жидкости;
 - в) в твердых телах.
5. От каких физических величин зависит частота колебаний волны?
 - а) от скорости распространения волны;
 - б) от длины волны;
 - в) от частоты вибратора, возбуждающего колебания;
 - г) от среды, в которой возникают колебания.

6. От каких физических величин зависит скорость колебаний волны?
- а) от длины волны;
 - б) от частоты колебаний волны;
 - в) от среды, в которой распространяется волна, и ее состояния.
7. В одной и той же среде распространяются волны с частотой 5 Гц и 10 Гц. Какая волна распространяется с большей скоростью?
- а) 5 Гц;
 - б) скорости одинаковы;
 - в) 10 Гц.

Критерии оценивания данной работы такие же, как у предыдущей. Результаты самостоятельной работы №2 представлены ниже.



Средний балл за эту работу составил 3,92. Наибольшие трудности у учащихся вызвали задания №3, №4 и №7. Большая часть учащихся, написавших работу на «3» и «4», допустили ошибки в этих заданиях. В целом, результаты этой работы можно считать удовлетворительными.

Следующая самостоятельная работа №3 была написана на уроке по теме «Распространение звука. Скорость звука». Работа также проверяла степень усвоения учащимися материал предыдущих уроков. Вариант работы приведен ниже.

1. В каких направлениях совершаются колебания в продольной волне?
 - а) во всех направлениях;
 - б) только по направлению распространения волны;
 - в) только перпендикулярно распространению волны;
 - г) по направлению распространения волны и перпендикулярно этому направлению.

2. От чего зависит громкость звука?
 - а) от частоты колебаний;
 - б) от амплитуды колебаний;
 - в) от частоты и амплитуды;
 - г) не зависит ни от частоты, ни от амплитуды.

3. Динамик подключен к выходу звукового генератора электрических колебаний. Частота колебаний 170 Гц. Определите длину звуковой волны, зная, что скорость распространения волны в воздухе 340 м/с?
 - а) 0,5 м;
 - б) 1 м;
 - в) 2 м;
 - г) 57800 м.

4. Как зависит амплитуда вынужденных колебаний от частоты при постоянной амплитуде колебаний вынуждающей силы?
 - а) не зависит от частоты;
 - б) непрерывно возрастает с увеличением частоты;
 - в) непрерывно убывает с увеличением частоты;
 - г) сначала возникает, достигая максимума, а потом убывает.

5. Камертон, прикрепленный к резонансному ящику, ударили резиновым молоточком. К камертону поднесли по очереди два других камертона. Вторым камертоном в точности такой же, как и первый. Третий – настроен на меньшую частоту. Какой из камертонов начнет звучать с большей амплитудой?
 - а) второй;
 - б) третий;

в) оба камертона;

г) ни один из них.

Критерии оценивания самостоятельной работы №3:

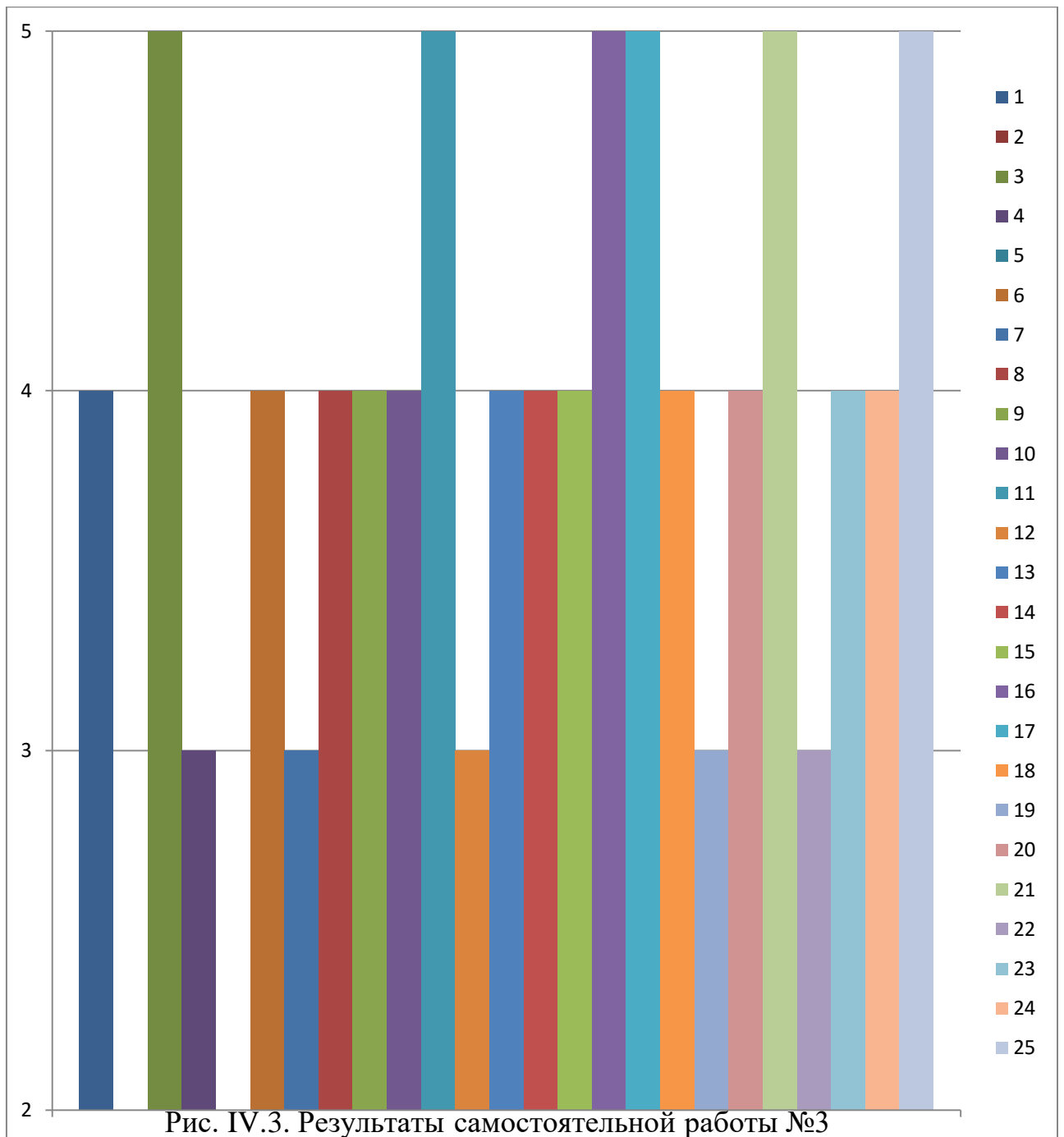
Оценка «5» ставилась, если учащимся правильно решены 5 заданий теста.

Оценка «4» ставилась, если допущена ошибка в 1 задании (правильно решено 4 из 5).

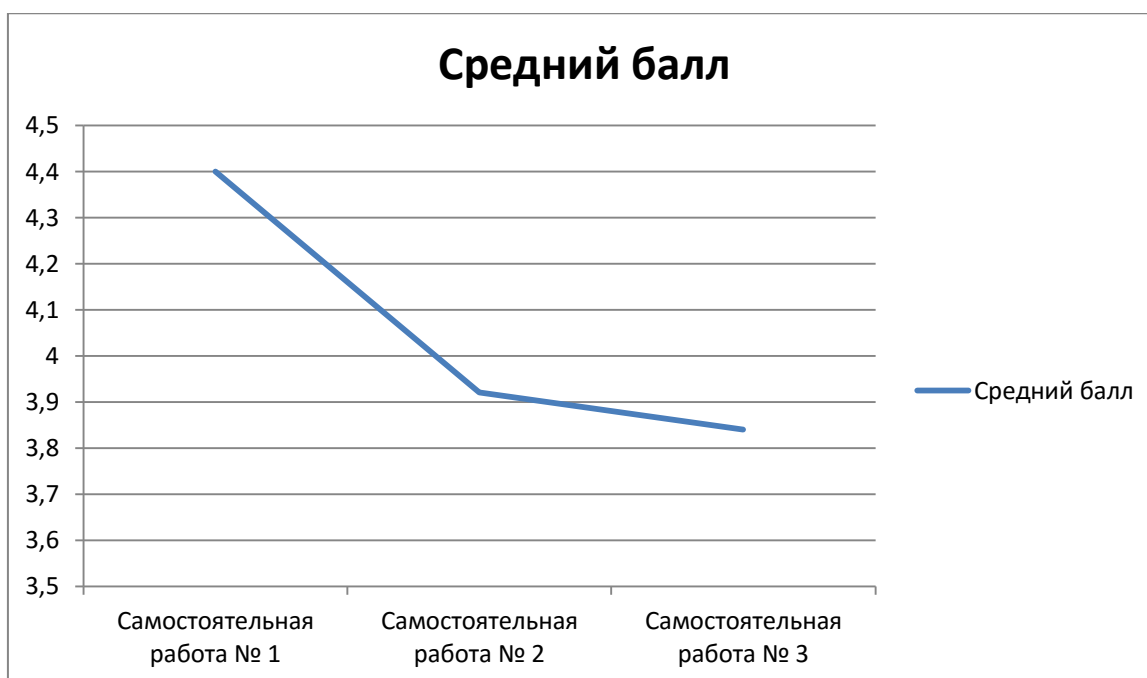
Оценка «3» ставилась, если допущены ошибки в 2 заданиях теста (правильно решено 3 из 5).

Оценка «2» ставилась в случае, если допущены ошибки более, чем в 2 заданиях (правильно решено меньше 3 заданий).

Средний балл за самостоятельную работу №3 составил 3,84. Следовательно, можно сделать вывод о том, что эта работа вызвала наибольшие затруднения у учащихся при ее выполнении. Все учащиеся, написавшие работу на «2» и «3» допустили ошибки в заданиях №3 и №4.



Проанализировав результаты трех самостоятельных по разделу, можно подвести следующий итог:



Работой, вызвавшая большую часть трудностей у учащихся, оказалась самостоятельная работа №3 по теме «Характеристики звука». В связи с чем, средний балл за данную работу составил 3,8. Наибольшие затруднения были вызваны заданиями №3 и №4, в этих заданиях наибольшее количество учащихся допустили ошибки. Задание №3 на вычисление длины звуковой волны (допущены ошибки в расчетах либо неверно записана формула), задание №4 на выявление зависимости амплитуды от частоты (учащиеся поделились, что подобные задания на любые темы всегда вызывают трудности восприятия). Итоговая контрольная работа по разделу «Механические колебания и волны. Звук» проводилась в конце изучения раздела и имела следующий вид:

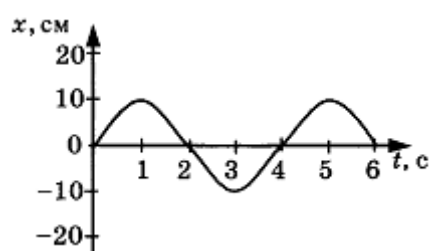
1. При измерении пульса человека было зафиксировано 75 пульсаций крови за 1 минуту. Определите период сокращения сердечной мышцы.

- 1) 0,8 с
- 2) 1,25 с
- 3) 60 с
- 4) 75 с

2. Амплитуда свободных колебаний тела равна 3 см. Какой путь прошло это тело за $1/2$ периода колебаний?

- 1) 3 см
- 2) 6 см
- 3) 9 см
- 4) 12 см

3. На рисунке представлена зависимость координаты центра шара, подвешенного на пружине, от времени. Определите амплитуду колебаний.



- 1) 2,5 см
- 2) 5 см
- 3) 10 см
- 4) 20 см

4. Волна с частотой 4 Гц распространяется по шнуру со скоростью 8 м/с. Длина волны равна:

- 1) 0,5 м
- 2) 2 м
- 3) 32 м
- 4) для решения не хватает данных

5. Какие изменения отмечает человек в звуке при увеличении амплитуды колебаний в звуковой волне?

- 1) повышение высоты тона
- 2) понижение высоты тона

- 3) повышение громкости
- 4) уменьшение громкости

6. Охотник выстрелил, находясь на расстоянии 170 м от лесного массива. Через сколько времени после выстрела охотник услышит эхо? Скорость звука в воздухе 340 м/с.

- 1) 0,5 с
- 2) 1 с
- 3) 2 с
- 4) 4 с

7. Установите соответствие между физическими явлениями и их названиями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго.

Физические явления	Названия
А. Сложение волн в пространстве	1) Преломление
Б. Отражение звуковых волн от преград	2) Резонанс
В. Резкое возрастание амплитуды колебаний	3) Эхо
	4) Гром
	5) Интерференция

8. За одно и то же время первый математический маятник совершил 40 колебаний, а второй 60. Определите отношение длины первого маятника к длине второго.

9. С какой скоростью проходит груз пружинного маятника положение равновесия, если жёсткость пружины 400 Н/м, а амплитуда колебаний 2 см? Масса груза 1 кг.

Критерии оценивания контрольной работы:

Работа состояла из 9 заданий разного уровня: базового, повышенного и высокого уровня сложности. Задания 1-6 – тестовые, поэтому за каждое правильно выполненное задание учащийся мог получить 4 балла.

Задание 7 на сопоставление физических явлений и их названий. За правильно выполненное задание учащийся мог получить 6 баллов. В случае, если два названия сопоставлены верно, а в 1 допущена ошибка, учащийся получал 3 балла.

Задания 8 и 9 – расчетные задачи. За правильное их решение и оформление учащийся мог получить по 10 баллов за каждое. В случае недочётов в оформлении задач или неполной записи формул задание оценивается в 7 баллов.

Таким образом, максимальный балл за работу составил 50 баллов. Что позволило сформировать следующие критерии оценивания:

менее 20 баллов – «2»;

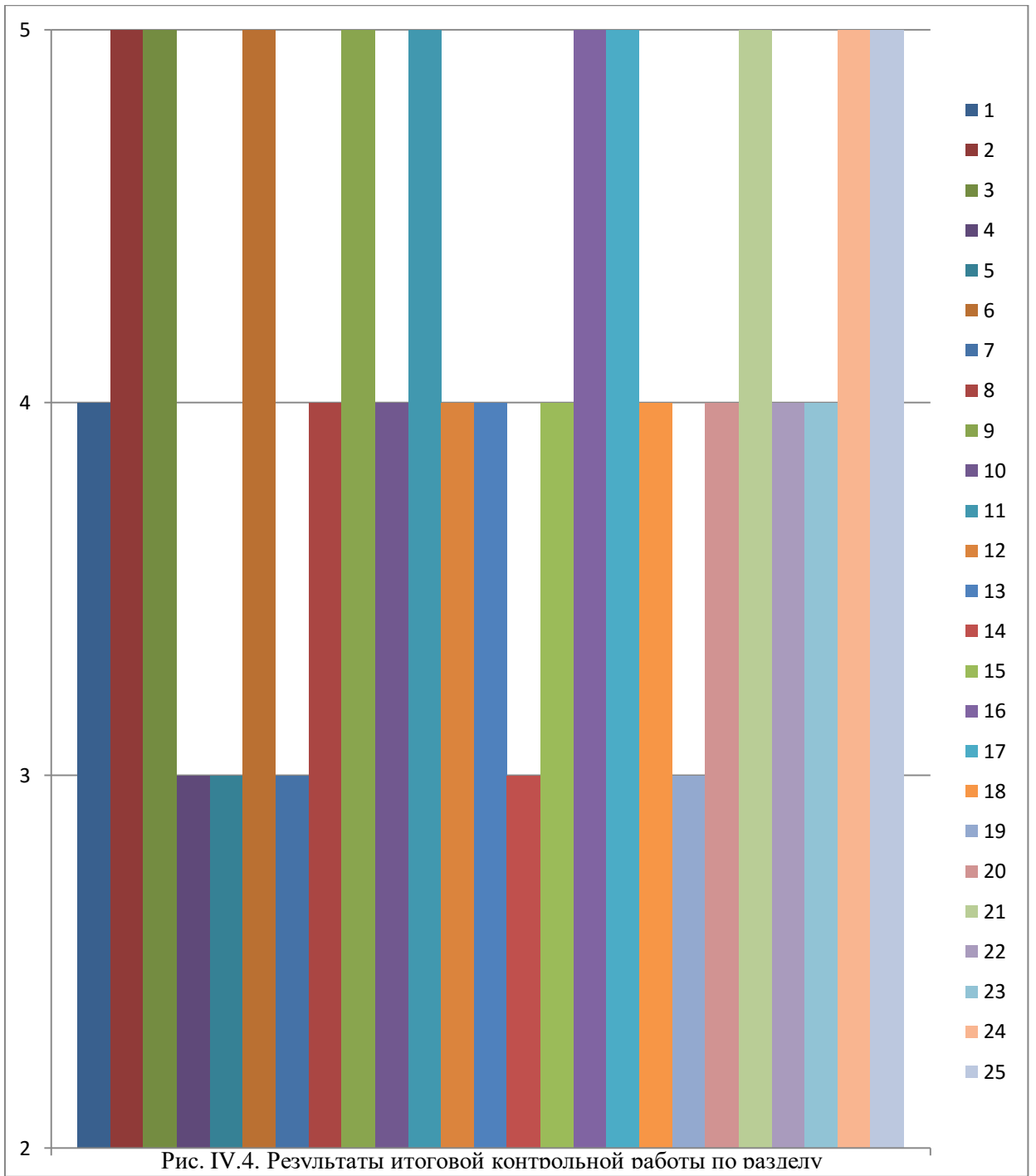
20-30 баллов – «3»;

30 - 40 баллов – «4»;

более 40 – «5».

Результаты контрольной работы представлены на рисунке IV.4.

Таким образом, средний балл за итоговую контрольную работу составил 4,2. Что говорит об успешном усвоении учащимися раздела «Механические колебания и волны. Звук». Трудности, обнаружившиеся при проверке и диагностике работы, прослеживались на протяжении всего периода изучения физики в 9 классе и будут рассмотрены в следующем параграфе.



§2. Анализ освоения раздела «Механические колебания и волны. Звук». Проводя диагностику всех используемых методов работы с темой, можно сделать вывод о трудностях, которые прослеживаются у учащихся при изучении темы, а также выявить, достижение каких планируемых результатов вызывает наибольшее затруднения при работе с данной темой/работе в течение всего периода обучения физике.

Учащиеся не сразу могут определить, с какими физическими явлениями они сталкивались в реальной жизни (сопоставить процесс с названием), сопоставить описание явления с его названием, что говорит о том, что теоретические знания плохо применяются на практике. Возникают трудности с определением смысла графиков колебательных движений, а также определением направления колебаний в продольных и поперечных волнах. Часто возникают ошибки при установлении зависимости характеристик звука от таких физических величин, как амплитуда, частота и т.д.

Наибольшие затруднения вызывает достижение следующих результатов:

- умение приводить примеры практического использования физических знаний о механических явлениях;
- умение представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости: пути от времени, силы упругости от удлинения пружины, силы трения от силы нормального давления;
- умение использовать физические приборы и измерительные инструменты для измерения физических величин: расстояния, промежутка времени, массы, силы, давления, температуры.

Возникают также проблемы при осуществлении расчета в задачах (применение правила пропорции, запись дробных чисел, вычисление степеней).

В связи с эти можно выделить следующие направления коррекционной работы с диагностируемым классом и с классами, которым только предстоит изучать данный раздел:

- Проведение большего количества фронтальных опытов и лабораторных работ с подробным обсуждением физических приборов и пошаговым объяснением работы;
- Составление графиков зависимости величин, таблиц и их анализ;
- Решение большего количества задач различного уровня сложности, делая упор на задания, содержащие большее количество «проблемных» тем.

Считаем также необходимым отметить темы и виды занятий, которые больше всего удавались учащимся и которые, соответственно, вызывали у них наибольший интерес: задания на нахождение частоты, периода, амплитуды колебаний по графику и без, сопоставление физических величин с единицами измерения, подготовка докладов по теме «Характеристика звуков».

Итоговая контрольная работа состояла из 9 разноуровневых заданий, что позволило учащимся с разными уровнями усвоения материала написать работу на удовлетворительные оценки. По итогам работы можно сделать выводы о качестве знаний и успеваемости по предмету в период изучения раздела «Механические колебания и волны»:

абсолютная успеваемость составила 100%;

качественная – 80%.

Что позволяет сделать вывод о том, что учащиеся успешно усвоили материал раздела.

Заключение

В процессе написания выпускной квалификационной работы на тему: «Система учебного физического эксперимента по разделу «Механические колебания и волны» в современной школе» нами были проанализированы учебники, содержащие раздел «Механические колебания и волны», проанализированы результаты самостоятельных работ и итоговой контрольной работы, сформирована основа для создания учебного пособия по разделу с пошаговыми объяснениями и рекомендациями.

При решении задач работы в тексте рассмотрены виды экспериментов и требования к их выполнению, методика изучения раздела «Механические колебания и волны».

При решении задачи: подготовить пособие «Система экспериментов по разделу», в работе:

Приведен основной теоретический материал по разделу;

Рассмотрены типовые самостоятельные работы и контрольная работа по разделу;

Проведены итоговые работы, оценивающие уровень усвоения материала;

Проанализированы и представлены графически результаты этих работ;

Выявлены основные проблемы, возникающие при изучении раздела и возможные пути их преодоления.

Таким образом, задачи решены в полном объеме, цель (разработать систему учебного физического эксперимента по теме «Механические колебания и волны», показать его значимость в процессе обучения данной теме школьного курса физики) достигнута.

Библиографический список

1. Бабабанский, Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе / Ю.К. Бабабанский. М.: Просвещение, —1985. -208 с.
2. Белага, В.В. Физика. 9 кл.: Учеб. для общеобразоват. Учреждений / В.В. Белага, И.А. Ломаченков, Ю.А.Панебратцев; Рос. акад. наук, Рос. акад. Образования, изд-во «Просвещение». – М.: Просвещение, 2011. – 176 с.: ил. – (Академический школьный учебник) (Сферы).
3. Бирих, Р.В. Компьютерные модели в школьном курсе физики Электронный ресурс. / Р.В. Бирих, Е.А. Еремин, В.А. Чернатинский. — Режим доступа: <http://inf.lseptember.ru/2006/14/00.htm>.
4. Булаева, О.В. Метод проектов и организация проектной деятельности учащихся по физике Текст.: учеб.-метод. пособие / О.В. Булаева, Е.А. Румбешта. Томск: ТГПУ, 2005. —20 с.
5. Важеевская, Н.Е. О наглядности в физике и методике преподавания физики / Н.Е Важеевская // Физика в системе современного образования (ФССО-05): материалы VIII международной конференции. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2005. – 704 с.
6. Волков, В.А. Универсальные поурочные разработки по физике: 9 класс. – 2е изд., перераб.и доп. – М.: ВАКО, 2010. – 368 с. – (В помощь школьному учителю).
7. Гальперштейн, Л.Я. Забавная физика / Л.Я. Гальперштейн. М.: Дет. лит., 1994. - 255 с.
8. Грабовский, М.А. Лекционные демонстрации по физике. Колебания и волны / М.А. Грабовский / Под редакцией проф. А.Б. Млодзеевского. — М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1952.-232 с.
9. Елькин, В.И. Оригинальные уроки физики и приемы обучения Текст. / В.И. Елькин // Сост. Э.М. Браверманн. М.: Школа - Пресс, 2001. — 80 с.
10. Знаменский, П.А. Методика преподавания физики в средней школе Текст. / П.А. Знаменский. Л.: Учпедгиз, 1960. - 490 с.

11. Ковтунович, М.Г. Домашний эксперимент по физике: пособие для учителя / М.Г. Ковтунович. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2007. – 207 с. (Библиотека учителя физики).
12. Лукашик, В.И. Сборник задач по физике для 7-9 классов общеобразовательных учреждений. / В.И. Лукашик, Е.В. Иванова. - 15-е изд., М.: Просвещение, 2002г. - 224 с., ил.
13. Молотков, Н.Я. Педагогические основы создания демонстрационного эксперимента при изучении колебательных и волновых процессов Текст.: автореф. дис. д-ра пед. наук / Н.Я. Молотков. — М., 1992.-36 с.
14. Перышкин, А.В. Физика. 9 кл.: Учеб. для общеобразоват. Учреждений / А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – 7-у изд., испр. – М.: Дрофа, 2003. – 256 с.: ил.
15. Пурышева, Н.С. Физика. 9 кл.: Учеб. для общеобразоват. Учреждений / Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская, В.М. Чаругин. – 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2007. – 285 с., [3] с.: ил.
16. Синенко, В.Я. Методика и техника школьного физического эксперимента: учебное пособие / В.Я. Синенко. Новосибирск, 1990. - 104 с.
17. Усова, А. В. Проблемы теории и практики обучения в современной школе: избранное Текст. / А. В. Усова. — Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000. -221 с.
18. Усова, А. В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики Текст. / А.В.Усова, А.А.Бобров. М.: Просвещение, 1988. - 112 с.