

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. В. П. Астафьева»  
(КГПУ им. В. П. Астафьева)

Институт математики физики и информатики

Кафедра физики и методики обучения физике

Лозина Алиса Евгеньевна

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Элективный курс «Волновые и колебательные явления в физике» для старших  
классов

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) образовательной программы Физика

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

профессор, доктор педагогических наук

В. И. Тесленко

\_\_\_\_\_ (дата, подпись)

Руководитель

профессор, доктор физ.-мат. наук

А. М. Баранов

\_\_\_\_\_ (дата, подпись)

Дата защиты \_\_\_\_\_

Обучающийся \_\_\_\_\_

(фамилия инициалы)

\_\_\_\_\_ (дата, подпись)

Оценка \_\_\_\_\_

(прописью)

Красноярск 2019

## Содержание

Введение .....	3
Глава 1. Теоретические аспекты волновых и колебательных явлений в физике .....	6
1.1 Механические волны и колебания, звуковые волны и колебания, электромагнитные волны и колебания .....	6
1.2 Гравитационные волны, их сравнение с электромагнитными, математический и пружинный маятники .....	16
1.3 Принцип радиосвязи и телевидения.....	19
Глава II. Опытно-практическая работа, направленная на изучение уровня сформированности знаний учащихся 11 классов по разделу «Колебания и волны» .....	23
2.1 Организация и методы исследования уровня первичной сформированности знаний .....	23
2.2 Анализ результатов констатирующего этапа опытнo-практической работы.....	28
Глава III. Результаты по разработке и апробации элективного курса «Волновые и колебательные явления в физике» .....	36
3.1 Разработка элективного курса «Волновые и колебательные явления в физике» .....	36
3.2 Контрольная диагностика уровня знаний учащихся 11 классов по теме .....	44
Заключение .....	51
Список использованных источников .....	54
Приложения .....	57

## Введение

Актуальность исследования. В настоящее время достижения физики в той или иной степени используются в различных областях естественно научного или технического знания. Кроме того, достижения физики все быстрее проникают в традиционные гуманитарные науки, примером чего может служить включение в учебные планы гуманитарных специальностей дисциплины «Концепции современного естествознания».

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (далее ФГОС) определяет в качестве главных результатов не предметные, а личностные и метапредметные – универсальные учебные действия. Это связано с тем, что современный мир очень быстро меняется. Полученные знания в школе со временем устаревают и нуждаются в коррекции. Умение учиться и самостоятельно получать знания являются более востребованными.

Создание элективного курса «Колебания и волны», отвечающего всем требованиям ФГОС, для учащихся 11 классов, является актуальным вопросом на сегодняшний день, в связи с возрастающим влиянием физической науки на темпы развития научно-технического прогресса. Нет такой области физики и техники, где бы не появлялись колебательные и волновые процессы. По словам академика Л.А. Мандельштама, если посмотреть историю физики, то можно увидеть, что главные открытия были колебательными. Нам часто приходится сталкиваться с движениями, которые повторяются через одинаковое количество времени, которые мы называем колебательными [12].

Колебания и волны – это один из самых распространенных движений в природе, обладают универсальностью и всеобщностью. Изучение данной темы является универсальным ключом ко многим тайнам природы и мощнейшим инструментом познания.

Таким образом, актуальность исследования выбранной нами темы обусловлена тем, что изучение законов колебательных и волновых движений,

являются хорошим инструментом для формирования научного мировоззрения и в практическом применении в жизни и в науке.

Цель исследования: проанализировать колебательные и волновые движения, разработать элективный курс «Волновые и колебательные явления в физике» для учащихся 11 классов и проверить эффективность элективного курса.

Задачи исследования:

- охарактеризовать механические колебания волны, звуковые колебания и волны, электромагнитные колебания и волны;
- раскрыть понятие «гравитационные волны», сравнить их с электромагнитными;
- выявить значимость знаний математического и пружинного маятника;
- изучить принцип радиосвязи и телевидения;
- разработать элективный курс «Волновые и колебательные явления в физике», который включает все вышеуказанные разделы;
- проверить эффективность разработанного элективного курса и проанализировать результаты выпускной квалификационной работы.

Объект исследования: колебательные и волновые движения.

Предмет исследования: процесс разработки элективного курса для учащихся 11 класса «Волновые и колебательные явления в физике».

Гипотеза исследования: процесс изучения волновых и колебательных движений в физике будет успешным, если применять для ее изучения элективный курс «Волновые и колебательные явления в физике».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы применялись следующие методы исследования:

- анализ и интерпретация литературных источников;
- педагогическое наблюдение;
- педагогический эксперимент;

– качественная и количественная обработка результатов педагогического эксперимента.

Методологические основы исследования:

– Общая теория механических и электромагнитных колебаний и волн: А.В. Бармасов, Л.А. Браже, Е.Н. Дубнищев, И.Л. Касаткина, Дж. Орир, А.Г. Схиртладзе и другие;

– Теория гравитационных волн: А.Ф. Шишкина, В.А. Фок, Ч.Мизнер, К. Торн, Дж. Уилер и др.

– Основы радиопередающих устройств: В.В. Шахгильдян, В.Б. Козырев, А.А. Луховкин и др;

– Теория и методика преподавания физики в школе: А.И. Бугаев, Н.И. Запрудский, С.Е. Каменецкий, А.В. Усова и другие.

Структура исследования: выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Работа была апробирована на конференции «Молодежь и Наука XXI века», сертификат приведен в приложении В.

## Глава 1. Теоретические аспекты волновых и колебательных явлений в физике

### 1.1 Механические волны и колебания, звуковые волны и колебания, электромагнитные волны и колебания

Колебания – это движения или процессы, повторяющиеся во времени. В зависимости от физической природы или процесса различают механические, электрические, электромагнитные и другие колебания. Наиболее наглядными являются механические колебания, именно поэтому разбор данной темы мы начали с рассмотрения механических колебаний и волн.

В данной главе рассмотрим основные теоретические вопросы по теме «Колебания и волны». Все необходимые формулы приведем в приложении А.

#### 1.1.1 Механические волны и колебания

В жизни каждого человека присутствуют колебания. Примером колебательных движений можно рассмотреть различные процессы. Раскачивание навесных конструкций мостов, при прохождении через них поезда, раскачивание ребенка на качелях, верхушки Останкинской телебашни под действием ветра, работа отбойного молотка, струны гитары, часы, биение пульса и многое другое.

Если рассмотреть примеры колебательных движений в природе, в жизни человека, можно определить общую характеристику для всех. Так что же это такое – механические колебательные движения?

Движения, которые точно или приблизительно повторяются через одинаковые промежутки времени, называются механическими колебаниями. При механических колебаниях тело систематически отклоняется от своего положения равновесия в противоположенных направлениях. При таком движении колеблющееся тело называется маятником, а система, которая может колебаться называется колебательной системой. Примером такой системы можно привести шарик на нитке, периодически отклоняющийся от положения равновесия [10].

Механические колебания и волны бывают свободные и вынужденные.

Свободные колебания – это колебания, происходящие под действием только внутренних сил колеблющейся системы.

Вынужденные колебания – это колебания, происходящие под действием внешних по отношению к колеблющейся системе сил.

Колебания возникают в тех случаях, когда системе, способной совершать колебательные движения, сообщается энергия. Наиболее важными величинами, характеризующими колебания, являются [3]:

1) мгновенно перемещение относительно положения равновесия, называемое отклонением или смещением  $x$

$$x = f(t), f(t) = f(t+T),$$

где  $f(t)$  – заданная периодическая функция времени  $t$ . В системе СИ смещение измеряется в метрах;

2) максимальное отклонение от положения равновесия, называемое амплитудой колебания  $A$ . В системе СИ амплитуда измеряется в метрах;

3) длительность одного полного колебания, называемая периодом колебания  $T$ . Физический смысл периода: период – это время совершения одного полного колебания;

4) число колебания в единицу времени, называемое частотой колебаний  $\nu$ . Частота скалярная положительная величина, в системе СИ измеряется в герц (Гц);

5) время  $t$ , отсчитываемое от момента начала колебания;

6) величина  $\varphi = \omega t + \varphi_0$ , называемая фазой колебания, где  $\varphi_0$  - начальная фаза.

Фаза характеризует мгновенное состояние колебательной системы и определяется отклонением и временем [3].

Если на колеблющийся маятник не действуют силы трения в точке его подвеса и сопротивление окружающей среды, то есть его механическая энергия не превращается во внутреннюю, или в любую другую энергию окружающих тел, то он может колебаться достаточно долго, бесконечно. Такой маятник называется идеальным и его свободные колебания будут незатухающими. Но

это абстрактный маятник, такой маятника в природе существовать не может, так как силы трения и сопротивления всегда действуют на любую систему[1].

Так как в процессе движения маятника смещение непрерывно изменяется, то и ускорение маятника тоже будет переменным. То есть данное движение не будет равноускоренным или равнозамедленным, поэтому к колебательному движению не применимы формулы равнопеременного движения.

Уравнение, устанавливающее зависимость смещения от времени, имеет вид:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Определим зависимость скорости маятника от времени колебаний. Скорость – это первая производная от смещения, поэтому

$$v = x' = (A \cos(\omega t + \varphi_0))' = -\omega_0 \sin(\omega t + \varphi_0),$$

где  $v$  – мгновенная скорость колебаний. Или же

$$v = \omega_0 A \cos(\omega t + \varphi_0 + 90^\circ)$$

Максимальное значение косинуса любого угла равно единице, поэтому максимальное значение скорости колебаний можно записать в виде

$$v_m = \omega_0 A$$

Ускорение переменного движения есть первая производная скорости, поэтому уравнение ускорения имеет вид:

$$a = v' = (-\omega_0 \sin(\omega t + \varphi_0))' = -\omega_0^2 A \cos(\omega t + \varphi_0) = \omega_0^2 A \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi)$$

Ускорение достигает своего максимального значения при косинусе, равном единице, соответственно уравнение максимального ускорения принимает вид:

$$a_m = \omega_0^2 A$$

Колебания, которые происходят по закону синуса или косинуса, то есть, колебания, в процессе которых смещение изменяется с течением времени косинусоидально или синусоидально, называются гармонические колебания. Если начало колебаний совпадает с началом отсчета времени колебаний, то такие колебания происходят без начальной фазы. Если отсчет времени колебаний начинается в тот момент, когда маятник максимально смещен от

положения равновесия, колебания происходят по закону косинуса, это хорошо видно на графике косинуса. В случае, когда отсчет времени колебаний начинается с положения равновесия, то есть маятник находится в положении равновесия, то колебания происходят по закону синуса [10].

Волны – это процесс распространения в пространстве любых изменений состояния материи, не связанных с переносом вещества. Механическая волна – это процесс распространения механических колебаний в упругой среде. Механические волны отличаются от других видов движений тем, что при таком движении не происходит переноса вещества, а переносится форма возмущенной среды. Механические волны переносят механическую энергию, которая складывается из кинетической энергии движения частиц волны и потенциальной энергии упругой деформации среды [6].

Волны бывают поперечные и продольные. В поперечных волнах частицы среды колеблются перпендикулярно направлению распространения волны. Эти волны могут распространяться только в твердой среде или на границе сред с различной упругостью. Поперечные волны возникают, когда одна группа частиц движется вверх, другая движется вниз, и при этом среда упруго деформируется, образуя гребни и впадины. Примером такой волны может служить волна, движущаяся по резиновому жгуту.

В продольных же волнах частицы среды колеблются вдоль направления распространения волны. Продольные волны могут образовываться в любых средах – твердых, жидких, газообразных. Они образуются вследствие упругой деформации сжатия и разрежения среды, отдельные частицы начинают колебаться в разные моменты, одни – раньше, другие – позже [15].

Волновой фронт – это геометрическое место всех частиц, колеблющихся с одинаковой фазой. Расстояние между соседними волновыми фронтами равно длине волны  $\lambda$ . Важными примерами волн являются сферические и плоские волны. Сферические волны возникают от точечного источника в пространстве. Их лучи направлены радиально, а волновые фронты представляют собой сферы. Если рассматривать на плоскости такие волны будут круговыми, а их

волновые фронты – окружностями. Плоские волны возникают от плоского или удаленного источника.

В различных средах волны распространяются с разной, но всегда конечной скоростью. Скорость волны – это скорость переноса в пространстве формы среды – гребня и впадины в поперечной волне или сгущения и разрежения в продольной волне. Скорость волны зависит от свойств той среды, в которой распространяется: плотность, температура и упругость [10].

$$\lambda = vT - \text{связь длины волны с периодом.}$$

Интерференция, дифракция, дисперсия и поляризация – это свойства, которые подтверждают, что в данной среде происходит волновой процесс.

Если волны от разных источников накладываются друг на друга, они могут усиливать или ослаблять друг друга, при этом переносимая ими энергия будет перераспределяться в пространстве, такое явление называется интерференцией волны.

При огибании волной какого либо препятствия, прямолинейность хода волны нарушается, это явление называется дифракцией волны. Ярким примером дифракции может служить подставленные перегородки, на пути плоской волны приближающейся к берегу реки. Френель дал объяснение явления дифракции, исходя из принципа Гюйгенса, каждая точка среды, до которой дошла волна, сама становится источником вторичных волн с прежней длиной волны [10].

### 1.1.2 Звуковые волны и колебания

Упругие волны с частотой от 16 до 20 000 Гц, воспринимаемые органами слуха человека, называются звуковыми волнами. Эти волны распространяются в твердых телах, жидкостях и газах в виде колебаний давления и являются продольными волнами.

Источник звука – это колеблющееся тело, излучающее звуковые волны. Примером источника звуковых волн можно привести струну, камертон, мембрана, голосовые связки человека и многое другое.

Звуки начали изучать ещё в далёкой древности. Первые наблюдения по акустики были проведены в VI веке до нашей эры. Пифагор установил связь между высотой тона и длиной струны или трубы, издающей звук [19].

В IV в. до н.э. Аристотель первый правильно представил, как распространяется звук в воздухе. Он сказал, что звучащее тело вызывает сжатие и разрежение воздуха и объяснил эхо отражением звука от препятствий.

В XV веке Леонардо да Винчи сформулировал принцип независимости звуковых волн от различных источников.

В 1660 году в опытах Роберта Бойля было доказано, что воздух является проводником звука (в вакууме звук не распространяется).

В 1700 - 1707 гг. вышли мемуары Жозефа Савёра по акустике, опубликованные Парижской Академией наук [27].

В XVIII веке было исследовано много других акустических явлений (скорость распространения звука в твердых телах и в газах, резонанс, комбинационные тона и др.). Все они объяснялись движением частей колеблющегося тела и частиц среды, в которой распространяется звук. В 1787 году Хладни, основоположник экспериментальной акустики открыл продольные колебания струн, пластин, камертонов и колоколов. Он первый достаточно точно измерил скорость распространения звуковых волн в различных газах. Доказал, что в твёрдых телах звук распространяется не мгновенно, а с конечной скоростью, и в 1796 году определил скорость звуковых волн в твёрдых телах по отношению звука в воздухе. Он изобрёл ряд музыкальных инструментов. В 1802 году вышел труд Эрнеста Хладни «Акустика», где он дал систематическое изложение акустики.

После Хладни французский учёный Жан Батист Био в 1809 году измерял скорость звука в твёрдых телах.

В 1800 году английский учёный Томас Юнг открыл явление интерференции звука и установил принцип суперпозиции волн.

В 1816 году французский физик Пьер Симон Лаплас вывел формулу для скорости звука в газах.

В 1827 году Ж. Колладон и Я. Штурм провели опыт на Женевском озере по определению скорости звука в воде, получив значение 1435 м/с.

В 1842 году австрийский физик Христиан Доплер предположил влияние относительного движения на высоту тона (эффект Доплера). А в 1845 году Х. Бейс-Баллот экспериментально обнаружил эффект Доплера для акустических волн [27].

В 1877 году американский учёный Томас Алва Эдисон изобрёл устройство для записи и воспроизведения звука, который потом сам же в 1889 году усовершенствовал. Изобретённый им способ звукозаписи получил название механического.

В 1880 году французские учёные братья Пьер и Поль Кюри сделали открытие, которое оказалось очень важным для акустики. Они обнаружили, что, если кристалл кварца сжать с двух сторон, то на гранях кристалла появляются электрические заряды. Это свойство – пьезоэлектрический эффект – для обнаружения не слышимого человеком ультразвука [19].

Раздел физики, в котором изучают звуковые волны и их взаимосвязь называется акустикой. В акустике различают:

1. Музыкальный тон (синусоидальное колебание);
2. Созвучие или музыкальный звук (наложение нескольких одновременно звучащих музыкальных тонов);
3. Шум (нерегулярное колебание);
4. Взрыв (кратковременное и сильное звуковое воздействие на органы слуха человека) [15].

Характеристикой звуковых волн являются громкость, высота, тембр.

Скорость звука в различных средах различна. В воздухе она была впервые измерена в 1636 году французским ученым М. Мерсенном, в воде – в 1826 году Ж. Колладоном и Я. Штурмом.

Таблица 1 – Скорость звука в различных средах

Среда	Скорость звука (м/с)
-------	----------------------

Воздух	331,6
Кислород	316
Вода морская	1490
Глицерин	1923
Дерево	4000
Лед	3280
Стекло	5300

В таблице 1 приведены лишь некоторые значения скорости звука в различных средах, наиболее часто встречающихся в жизни человека. Скорость звука в различных средах также зависит от температуры данной среды, в вышеуказанной таблице для кислорода и воздуха температура  $0^{\circ}\text{C}$ , для воды и глицерина  $20^{\circ}\text{C}$ .

При взаимодействии звуковой волны с препятствиями, находящимися на пути ее распространения, образуется множество вторичных волн, распространяющихся во всех направлениях в пространстве. Данное явление называется рассеиванием звука [10].

При встрече с препятствием механическая волна, ровно так же как и звуковая, может быть поглощена, может проникнуть в новую среду, может изменить свое направление. Если в горах крикнуть – можно услышать эхо. Это отражение от преграды звуковой волны, которая вернулась к источнику звука, ставшему теперь его приемником.

Механические волны в воздухе имеющие частоту менее 20 Гц называются инфразвуком. Например, это может быть шум моря, взрыв, гром. Инфразвук может распространяться на большие расстояния в связи с тем, что слабо поглощаются различными средами. Если частота механической волны более 20000 Гц, то эта волна называется ультразвуком. Их источниками могут служить механические и электромеханические генераторы ультразвука, также их можно получить поместив кварцевую пластинку в переменное электрическое поле. В связи с этим ультразвук имеет широкий спектр

применения. Например, в дефектоскопии, в различных производствах, для определения трещин и неоднородностей. Могут применяться для измерения глубины морей и океанов, для получения металлов неоднородной структуры, в медицине для диагностики заболеваний, для разрушения одних клеток, без причинения вреда другим клеткам. Летучие мыши также испускают ультразвук. С помощью него они ориентируются в темноте.

### 1.1.3 Электромагнитные волны и колебания

В радиотехнических системах применяются процессы, похожие на механические колебания и волны. Любое радиопередающее или радиоприемное устройство состоит из колебательного контура.

Колебательный контур – это простейшая система, состоящая из последовательно соединенных конденсатора, емкостью  $C$ , катушки с индуктивностью  $L$ , и проводника (резистора) с сопротивлением  $R$ .

Рассмотрим данный колебательный контур, подключенный к источнику тока [10].

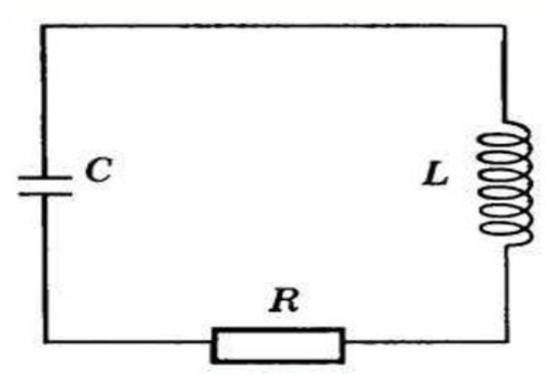


Рис. 1. Колебательный контур

В начальный момент времени колебательный контур подключен к источнику тока, который отключают через определенное время, за которое конденсатор заряжается. После чего колебательный контур отключается от источника питания. В момент времени  $t = 0$ , напряженность сосредоточена между обкладками конденсатора, на них имеется максимальный заряд. В катушке ток и энергия отсутствуют. За счет электрического поля конденсатора

будет совершена работа по перемещению заряда, при котором в катушке будет возникать магнитное поле [1].

В момент, когда заряд на обкладках конденсатора и напряженность электрического поля уменьшатся до минимального значения, сила тока в катушке и индукция магнитного поля в ней станут максимальными. Энергия электрического поля конденсатора полностью превратится в энергию магнитного поля катушки. Это произойдет через четверть периода. Несмотря на вышесказанное заряды в катушке будут продолжать двигаться по инерции, тем самым будут перезаряжать конденсатор, соответственно в конденсаторе появится снова электрическое поле со своей энергией. Энергия магнитного поля катушки будет превращаться в энергию электрического поля конденсатора. К тому моменту, когда это произойдет полностью, пройдет половина периода. После чего процесс пойдет в обратном направлении, электрическое поле вновь станет убывать, а магнитное поле будет нарастать, но то в катушке будет течь в обратном направлении, соответственно и направление магнитного поля катушки также измениться [3].

Через четверть периода энергия электрического поля вновь превратится в энергию магнитного поля катушки. Сила тока и индуктивность катушки снова станут максимальными, а заряд на обкладках конденсатора и напряженность электрического тока в них равными нулю. В момент времени, когда пройдет время равное одному периоду, система вернется в исходное положение и начнутся взаимные превращения электрического и магнитного полей описанные выше.

Таким образом, электромагнитные колебания – это многократные взаимные превращения электрического и магнитного полей.

Полная энергия электромагнитных колебаний, равна максимальной энергии конденсатора, которую конденсатор получает при первоначальной зарядке, или равна максимальной энергии магнитного поля катушки, получаемой в процессе электромагнитных колебаний [10].

$$W = W_{ЭЛ} = W_M$$

Свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре также являются гармоническими, то есть движение происходит по закону синуса или косинуса.

$$q = q_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Получив первую производную от заряда, получаем уравнение для силы тока:

$$i = I_m \cos(\omega t + \varphi_0 + 90^\circ)$$

Сравнивая уравнения заряда и силы тока, можно сделать вывод о том, что колебания силы тока опережают колебания заряда на  $90^\circ$ . Поделив уравнение заряда на емкость конденсатора  $C$ , можно получить уравнение напряжения на обкладках конденсатора:

$$u = U_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Сравнивая уравнения заряда и уравнение напряжения на обкладках конденсатора, можно сделать вывод о том, что колебания заряда и колебания напряжения на обкладках конденсатора совпадают.

В 1832 году английский физик Майкл Максвелл доказал существование электромагнитных волн. Джеймс Максвелл доказал теоретически, что электромагнитные волны распространяются со скоростью света. Электромагнитные волны – это процесс распространения в пространстве электромагнитных полей.

Так же как и механические волны, электромагнитные волны распространяются в среде с постоянной скоростью, на границе раздела сред они отражаются и преломляются. В вакууме электромагнитные волны распространяются со скоростью света, в любой другой среде, скорость электромагнитных волн можно посчитать по формуле:

$$v = c/n, \text{ где } c \text{ – скорость света в вакууме, } n \text{ – показатель преломления.}$$

## 1.2 Гравитационные волны, их сравнение с электромагнитными, математический и пружинный маятники

Альберт Эйнштейн, после публикации уравнений общей теории относительности, опубликовал еще одну статью, в которой говорится о том,

что уравнения общей теории относительности говорят о том, что существуют гравитационные волны.

Гравитация – это универсальное, фундаментальное взаимодействие между всеми материальными телами, от латинского «gravitas» - «тяжесть». Это сила, которая возникает между объектами, зависит от массы притягиваемых тел и расстояния между ними [14].

Гравитация – сила тяготения. Нас тянет к земле. А суть гравитационной волны – изменение этого поля, чрезвычайно слабое, когда до нас доходит.

Такие опыты начались в 60-е годы прошлого столетия. Делали так: подвешивали огромный алюминиевый цилиндр, охлажденный во избежание внутренних тепловых колебаний. И ждали, когда до нас внезапно дойдет волна от столкновения, например, двух массивных черных дыр. Исследователи были полны энтузиазма и говорили, что весь земной шар может испытать воздействие гравитационной волны из космического пространства. Планета начнет колебаться, и можно будет изучить эти сейсмические волны (сжатия, сдвига и поверхностные). Как выглядит гравитационное поле, приведено в приложении Б [29].

Гравитационные волны – изменения гравитационного поля, распространяющиеся подобно волнам. Гравитационные волны излучаются массами, но несмотря на это после излучения они отрываются и существуют отдельно. В общей теории относительности данные волны порождаются движением массивных тел с переменным ускорением. Гравитационные волны свободно распространяются в пространстве со скоростью света. В связи с относительной слабостью гравитационных сил, эти волны имеют очень малую

величину, поэтому тяжело регистрируются [14].

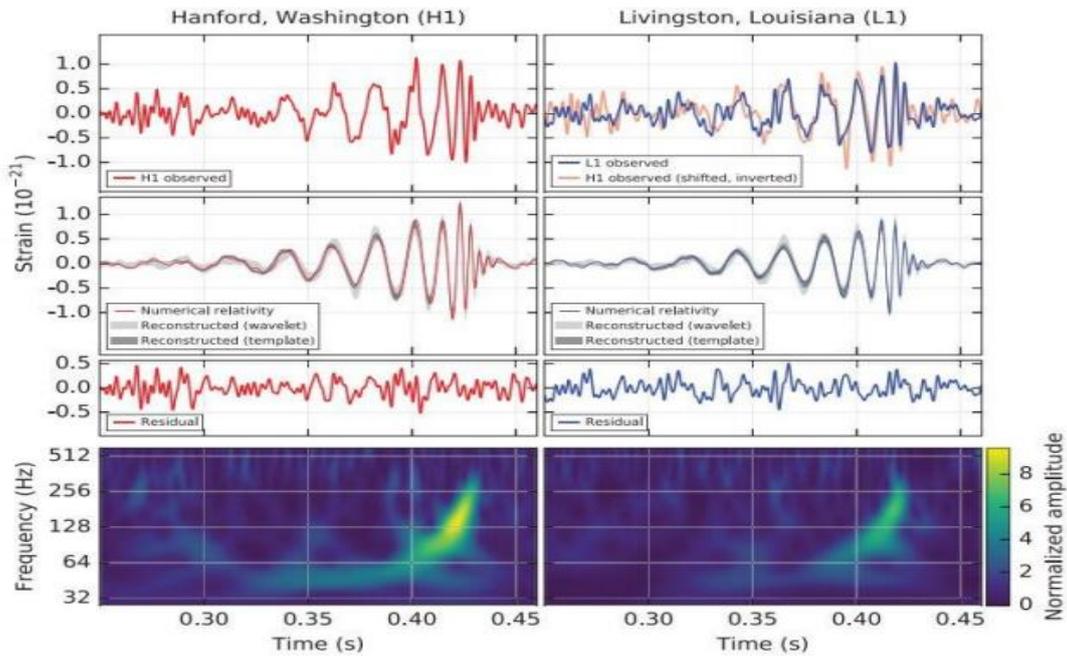


Рис. 2. Первый зафиксированный гравитационно-волновой сигнал.

Гравитационные волны, впервые были непосредственно обнаружены в 2015 году двумя детекторами-близнецами обсерватории LIGO. Это волна, по словам ученых, возможно, возникла в результате слияния двух черных дыр, в результате чего образовалась одна, более массивная черная дыра. Косвенные доказательства существования гравитационных волн были известны еще со времен открытия общей теории относительности. Поэтому обнаружение гравитационных волн является очень важным открытием для физики в целом [14].

Кроме всего вышесказанного, о том, как себя ведет гравитация мы знали только на примере небесной механики, то есть взаимодействия небесных тел.

Значительный вклад в исследования гравитационных волн внесли такие ученые как, Я.Б. Зельдович, Н.С. Кардашев, И.Д. Новиков, В.А. Фок, И.С. Шкловский [19].

Источником электромагнитных волн является электрический заряд, движущийся с ускорением, источником гравитационной волны является любое движущееся с ускорением тело. Между этими двумя волнами можно провести

полную аналогию, так как даже законы описывающие их существование и силы, похожи. Природа возникновения этих волн лежит на уровне элементарных частиц и до конца не выяснена.

Сила электростатического притяжения зависит от зарядов тел и расстояния между ними, а также среды, в котором эти заряженные тела находятся. Сила гравитационного притяжения зависит от масс двух притягиваемых тел, и расстояния между центрами этих тел, но не зависит от среды в которой они находятся [29].

Математический маятник – это идеальная система, которая состоит из нерастяжимой и невесомой нити и тела. Материальная точка – это тело размерами, которого можно пренебречь. При отклонении данного тела от положения равновесия возникает вращательный момент, который стремится вернуть его в исходное положение равновесия. Разумеется такой маятник это абстракция [10].

Пружинный маятник состоит из абсолютно упругой невесомой пружины и массивного шара на ее конце. Если шарик оттянуть от положения равновесия, то он станет двигаться к положению равновесия под действием силы упругости. Так как в процессе движения смещение будет постоянно меняться, меняется и ускорение [10].

### 1.3 Принцип радиосвязи и телевидения

Радиосвязь – это передача и прием информации посредством электромагнитных волн. Эти линии могут использоваться для передачи телеграмм, радиотелефонной связи, радиовещательных и телевизионных программ [27].

А.С. Попов в 1895 году изобрел и продемонстрировал в действии первый радиоприемник.

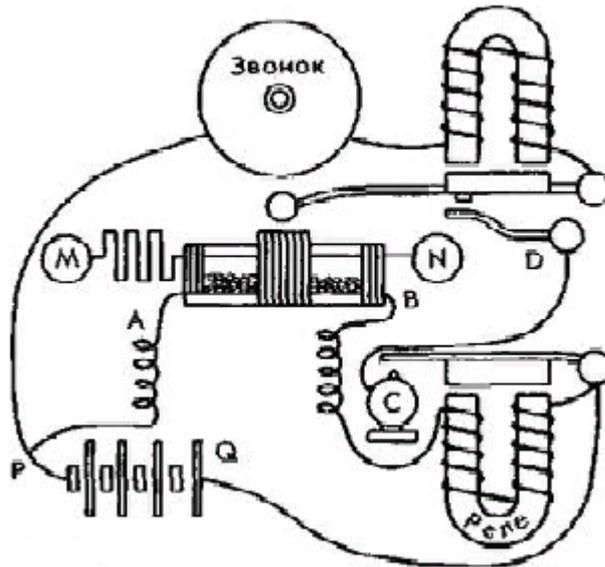


Рис.3 Радиоприемник А.С. Попова

Ток батареи постоянно циркулирует от зажима Р к платиновой пластинке М, далее через порошок, содержащийся в трубке, к другой пластинке N, и по обмотке электромагнита реле обратно к батарее. Сила этого тока недостаточна для притягивания якоря реле, но если трубка MN подвергается действию электрического колебания, то сопротивление мгновенно уменьшится и ток увеличится настолько, что якорь реле притянется. В это время звонок начнет действовать, но тотчас же сотрясенная трубка опять уменьшит ее проводимость, и реле разомкнет цепь звонка.

В 1896 году при помощи сконструированных им передатчика и приемника радиосигнала передал первую в мире радиограмму, которая состояла из двух слов «Генрих Герц» [17].

Принцип радиосвязи основывается на характеристиках электромагнитного поля. Для его распространения необходимы волны, и уловить их можно на значительном расстоянии с помощью приемника. Радиосвязь – довольно сложный процесс. Для получения целостной картины этой связи обратимся к следующему рисунку:

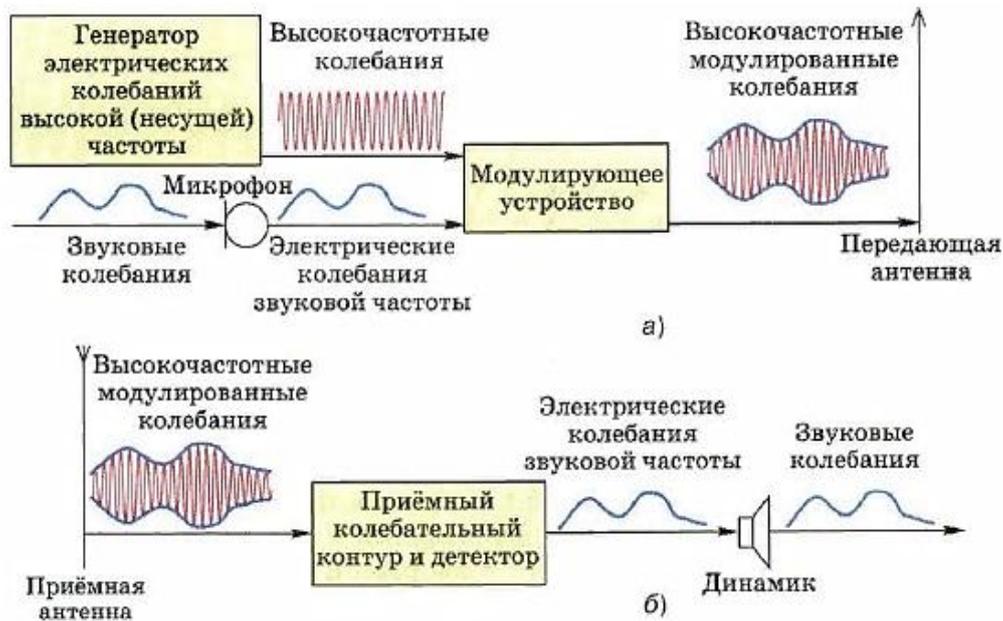


Рис. 4. Блок-схема процесса радиосвязи

На вышеуказанном рисунке нарисовано передающее устройство. Он состоит из генератора высокочастотных колебаний, микрофона, модулирующего устройства и передающей антенны [28].

Поступающие звуковые колебания в микрофон, преобразуются им в электрические колебания такой же формы, какую имеют звуковые. Из микрофона низкочастотные электрические колебания поступают в моделирующее устройство, куда из генератора подаются высокочастотные колебания постоянной амплитуды. В моделирующем устройстве их моделируют с помощью электрических колебаний звуковой частоты, в результате чего амплитуда становится переменной. Она меняется точно так же, как и поступающие из микрофона электрические колебания. Высокочастотные модулированные по амплитуде колебания несут в себе информацию о форме звукового сигнала, поэтому их частота называется несущей.

Под воздействием высокочастотных модулированных колебаний в передающей антенне возникает переменный ток высокой частоты. Он порождает вокруг антенны электромагнитное поле, которое распространяется в виде электромагнитных волн и достигает антенн радиоприемных устройств. В

приемную антенну поступают волны от многих радиостанций, но каждая радиостанция осуществляет вещание только на отведенной ей частоте [17].

Резюмируя вышесказанное, можно сказать о том, что радиопередающее устройство используется для приема той информации, которая передается благодаря электромагнитным волнам, исходящих от передающей антенны радиопередатчика. В устройстве необходимо наличие следующих элементов: приемная антенна, резонансный контур, детекторный каскад. Детектирование это процесс противоположный модуляции. Ими могут выступать полупроводниковые приборы и электронные лампы, имеющие нелинейные характеристики. Моделирование и детектирование являются основными процессами, которые способствуют передаче и приему звука и изображения.

## Глава II. Опытнo-практическая работа, направленная на изучение уровня сформированности знаний учащихся 11 классов по разделу «Колебания и волны»

### 2.1 Организация и методы исследования уровня первичной сформированности знаний

Исследование по изучению первичного уровня сформированности знаний по теме «Колебания и волны» проводилось на базе муниципального автономного образовательного учреждения гимназии №4 города Красноярска.

В исследовании принимали участие учащиеся 11А и 11Б классов, в количестве 35 человек. В качестве экспериментальной группы выступали учащиеся 11А класса в количестве 17 человек, в качестве контрольной группы – учащиеся 11Б класса, в количестве 18 человек.

Педагогический эксперимент, который был применен в процессе выполнения выпускной квалификационной работы, представляет собой целенаправленную наблюдение за проявлением тех или иных качеств. В ходе проведения эксперимента специально создаются ситуации, способствующие проявлению качеств учащихся или их формированию.

Для эффективности проведенного эксперимента выполнены следующие условия:

- предварительно проведен теоретический анализ темы исследования;
- конкретизация гипотезы с точки зрения ее новизны;
- формулировка целей и задач эксперимента;
- приведено доказательство доступности сделанных из материалов эксперимента выводов и рекомендаций.

Цель опытнo-практической работы: экспериментально изучить эффективность применения элективного курса «Волновые и колебательные движения в курсе физики».

Задачи опытнo-практической работы:

1. Подобрать выборку исследования;

2. Подготовить диагностический инструментарий для проведения первичного исследования уровня знаний учащихся 11 классов по теме «Колебания и волны»;

3. Проанализировать результаты, полученные в ходе первичной диагностики;

4. Разработать элективный курс «Волновые и колебательные явления в физике»;

5. Подготовить диагностический инструментарий для проверки эффективности разработанного элективного курса;

6. Проанализировать результаты опытно-практической работы и эффективность элективного курса «Волновые и колебательные явления в физике».

Опытно-практическая работа была проведена в три этапа:

Первый этап – констатирующий. На данном этапе, с помощью подобранного диагностического материала, проводилось изучение знаний учащихся 11 класса по теме «Колебания и волны». Для полноты картины эксперимента, на данном этапе работы был проведен анализ средних баллов учащихся 11 классов по предметам: алгебра, геометрия и физика.

Второй этап – формирующий. На данном этапе был разработан элективный курс «Волновые и колебательные явления в физике». Определены цели и задачи элективного курса, продолжительность и ожидаемые результаты элективного курса.

Третий этап – контрольный. На контрольном этапе опытно-практической работы был разработан диагностический материал, соизмеримый с диагностическим материалом, используемым на констатирующем этапе исследования. С помощью данного диагностического материала, бы проведен повторный анализ уровня знаний учащихся 11 класса по теме «Колебания и волны» и последующее сравнение с результатами констатирующего этапа. По итогам контрольного исследования был сделан вывод об эффективности

разработанного элективного курса «Волновые и колебательные явления в физике».

Опираясь на материалы И.Л. Касаткиной [9], М.Ю. Демидовой [5], В.А. Грибова, А.И. Гиголо, Л.А. Кирика [11], Л.Э. Генденштейна, И.М. Гельфгата[11] нами был разработан диагностический инструментарий для определения уровня знаний по теме «Колебания и волны».

Диагностика состоит из трех уровней сложности, и оценивание результатов проводится по следующим критериям:

Уровень А – состоит из 5 теоретических вопросов, каждый правильный ответ которого оценивается в 1 балл.

Уровень В – состоит из четырех задач среднего уровня по курсу физики профильной школы. Решение задачи ученик должен расписать, с указанием всех законов физики, которыми пользуется при решении задачи. За правильно решенную задачу с необходимыми расчетами и правильным ответом ученик получает 2 балла. 1 балл, если ученик привел решение задачи, отметил все законы, которые необходимо знать, но при выполнении расчетов допустил незначительную арифметическую или вычислительную ошибку, что повлияло на полученный ответ.

Уровень С – состоит из двух задач повышенного уровня курса физики профильной школы и одной задачи олимпиадного уровня. За каждую верно решенную задачу с указанием законов физики, записаны положения теории и закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом, выполнены необходимые преобразования, все единицы измерения переведены в систему СИ, получен ответ в общем виде и произведены правильные расчеты, получают 3 балла. Допускается решение задачи по частям, с приведением промежуточных ответов. За каждую нижеприведенную ошибку с максимального балла вычитается один балл: задачи представлено не в полном объеме, отсутствуют обозначение физических законов, имеются необоснованные записи, не входящие в решение

данной задачи выбранным способом, допущена ошибки в выполнении преобразований или допущена вычислительная ошибка.

Таблица 2. Диагностический инструментарий по теме «Колебания и волны»

Уровень сложности	Задания	Максимальный балл
А	<p>1. Материальная точка совершает незатухающие колебания. Какие из величин, характеризующих эти движения, являются постоянными и какие – переменными?</p> <p>2. В нашем теле происходит много переменных процессов. Какие из них можно считать колебаниями?</p> <p>3. Как изменится период колебаний пружинного маятника, если амплитуду колебаний уменьшит в два раза?</p> <p>4. При полете большинство насекомых издают звук. Чем он вызывается?</p> <p>5. Во время каких природных явлений образуются и излучаются электромагнитные волны?</p>	5
В	<p>6. Груз массой 2 кг, закрепленный на пружине, жесткостью 400 Н/м, совершает гармонические колебания. Максимальное ускорение груза при этом равно <math>10 \text{ м/с}^2</math>. Какова амплитуда колебаний груза.</p> <p>7. Сколько колебаний совершит материальная точка за 5 с. при частоте колебаний 440 Гц.</p> <p>8. Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин диаметром 8 см. между пластинами</p>	8

	<p>зажата стеклянная пластина толщиной 5 мм. Обкладки конденсатора замкнуты через катушку индуктивностью 0,02 Гн. Определите частоту колебаний, возникающих в этом контуре.</p> <p>9. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 2 мГн и конденсатора емкостью 888 пФ. На какую частоту настроен контур?</p>	
С	<p>10. В покоящемся лифте маятник совершает колебания с частотой 1 Гц. С каким ускорением должна двигаться кабина лифта, чтобы этот маятник совершил 100 колебаний за 2 мин 30с?</p> <p>11. В идеальном колебательном контуре максимальная сила тока в катушке индуктивности 10А, а максимальное напряжение на конденсаторе 2В. Емкость конденсатора 40пФ. В некоторый момент времени, считая от начала колебаний, мгновенная сила тока 8А. Чему равен мгновенный заряд конденсатора в этот момент?</p> <p>12. Неоновая лампа с напряжением зажигания 156 В включена в сеть 220В, 50 Гц. Найдите частоту вспышек лампы. В течении какой части периода лампа горит? Напряжением гашения лампы считайте равным напряжению зажигания.</p>	9

По итогам решения задач, максимальный балл за выполнение всех заданий, который могут получить участники эксперимента – 22. Таким образом, критерии оценивания знаний учащихся следующие:

0-8 баллов – низкий уровень;

9-15 баллов – средний уровень;

16-22 балла – высокий уровень.

## 2.2 Анализ результатов констатирующего этапа опытно-практической работы

Для чистоты эксперимента и отображения полной картины, анализ результатов следует начать с анализа средних баллов по сопутствующим предметам: алгебра, геометрия и физика. Так как трудно переоценить роль математики в физике, она оказывает большое влияние на ход развития физики. Даже при решении задач, не знание основных теорем геометрии, не умение выполнять преобразования, решать уравнения и наконец, производить арифметические вычисления могут привести к неверно решенной задаче. Именно поэтому, при проверке решений учеников и подсчете баллов, необходимо проверять ход решения задачи и сопоставлять их со средним баллом по математике, что позволит более точно определить эффективность разработанного элективного курса.

Таблица 3. Средний балл по предметам геометрия, алгебра и физика учащихся 11А класса (экспериментальная группа)

№ п/п	Фамилия имя учащегося	Средний балл по предметам (выписка из протокола)		
		Алгебра	Геометрия	Физика
1	А. Илья	3	4	4
2	А. Алмаз	4	3	4
3	Б. Паша	3	3	3
4	В. Диана	4	5	4
5	В. Даша	5	5	5
6	Д. Савелий	4	3	4
7	К. Эльга	4	4	3
8	К. Маша	4	3	3
9	Л. Павел	4	4	3
10	М. Дмитрий	3	3	3

11	Н. Ольга	5	5	4
12	Н. Амелия	5	4	4
13	О. Иван	5	3	4
14	Ш. Марат	4	3	3
15	Ш. Кирилл	3	4	4
16	Ш. Радмир	3	3	3
17	Я. Ярослав	3	4	3

По результатам вышеуказанной таблицы, видно, что в экспериментальной группе у 6 учащихся средний балл по курсу «алгебра» - 3, по курсу «геометрия» средний балл 3 у восьми учащихся. У данных учащихся могут возникнуть ошибки в выполнении схем установок, выполнении преобразований, решении уравнений или же в проведении арифметических вычислений.

Таблица 4. Средний балл по предметам геометрия, алгебра и физика учащихся 11Б класса (контрольная группа)

№ п/п	Фамилия имя учащегося	Средний балл по предметам (выписка из протокола)		
		Алгебра	Геометрия	Физика
1	А. Максим	4	4	3
2	Б. Валера	4	3	4
3	В. Валера	4	4	4
4	Г. Ярослав	3	3	3
5	Г. Елизавета	5	5	5
6	Д. Марина	5	5	4
7	Е. Катя	5	4	5
8	З. Павел	4	4	3
9	Р. Роман	3	3	4
10	Т. Женя	4	4	4

11	Т. Саша	4	3	3
12	Ф. Рушан	4	4	3
13	Х. София	3	4	3
14	Х. Лена	3	3	3
15	Ш. Аделина	4	4	4
16	Ш. Слава	5	4	4
17	Ю. Антон	3	4	3
18	Я. Света	3	3	3

В контрольной группе по курсу «алгебра» средний балла 3 у 6 учащихся, по курсу «геометрия» средний балл 3 также у 6 учащихся.

В группу риска в контрольной группе, у которых можно заведомо ожидать математические ошибки в решении задач входят: Г. Ярослав, Р. Роман, Х. Лена и Я. Света. В экспериментальной группе данная группа риска состоит из следующих участников: Б. Паша, М. Дмитрий, Ш. Радмир.

Далее каждому участнику экспериментального исследования, мы раздали разработанные нами контрольно-измерительные материалы. На выполнение работы отводилось 90 минут, с перерывом 5 минут. После проведения диагностики, мы проанализировали полученные результаты, которые приведем ниже.

Таблица 5. Протокол исследования в экспериментальной группе

№ п/п	Фамилия имя учащегося	Баллы по заданиям												Итого
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	А. Илья	0	1	1	1	0	2	2	1	1	0	0	0	9
2	А. Алмаз	0	1	1	0	1	2	2	2	1	1	0	0	11
3	Б. Паша	0	0	0	0	1	2	2	1	1	0	0	0	7
4	В. Диана	1	1	1	0	0	2	0	2	2	1	0	0	10
5	В. Даша	1	1	0	1	1	2	2	2	2	2	1	1	16

6	Д. Савелий	0	1	1	0	0	1	2	2	0	1	0	0	10
7	К. Эльга	1	1	0	0	0	2	2	2	1	0	0	0	9
8	К. Маша	1	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	6
9	Л. Павел	1	1	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	10
10	М. Дмитрий	1	1	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	7
11	Н. Ольга	1	1	0	0	1	2	2	1	1	0	0	0	9
12	Н. Амелия	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	2	0	16
13	О. Иван	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	11
14	Ш. Марат	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	3
15	Ш. Кирилл	1	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	0	9
16	Ш. Радмир	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	7
17	Я. Ярослав	0	0	1	0	0	1	1	2	1	0	0	0	4

По результатам диагностики в экспериментальной группе мы видим, что пробелы в понимании теоретических вопросов, которые описывают физические законы, есть у большинства учащихся. Марат совсем не справился с теоретическими заданиями, на один вопрос ответил Паша, на 2 вопроса ответили Савелий, Эльга, Маша, Дмитрий. На 3 вопроса ответили Илья, Алмаз, Диана, Ольга. С четырьмя вопросами справились Даша, Амелия, Кирилл. На все вопросы смогли ответить Павел, Иван, Радмир.

Учащиеся, которые не могут ответить на теоретические вопросы не понимают физические законы, недостаточно ориентируется в положениях и теории по физике, что заметно усложняет возможность решения задач.

С расчетными задачами среднего уровня справилось большинство учащихся. Полностью решили задачи данного вида Даша и Амелия. Допустили ошибки при преобразованиях и вычислениях Алмаз, Эльга, Паша, Павел и Кирилл, что привело к потере 1-2 баллов. Совсем не справился с задачами среднего уровня Ярослав.

Приведем количественные результаты, полученные в ходе первичной диагностики в экспериментальной группе.

Таблица 6. Сводная таблица результатов диагностики экспериментальной группы

Показатель	Высокий	Средний	Низкий
Кол-во	2	10	5
%	11,8%	58,8%	29,4%

Исходя из таблицы №6, средний уровень знаний показали 10 учеников экспериментальной группы. 11,8% показали высокий уровень и 29,4%, практически треть группы, показали низкий уровень.

Представим полученные данные в виде гистограммы:

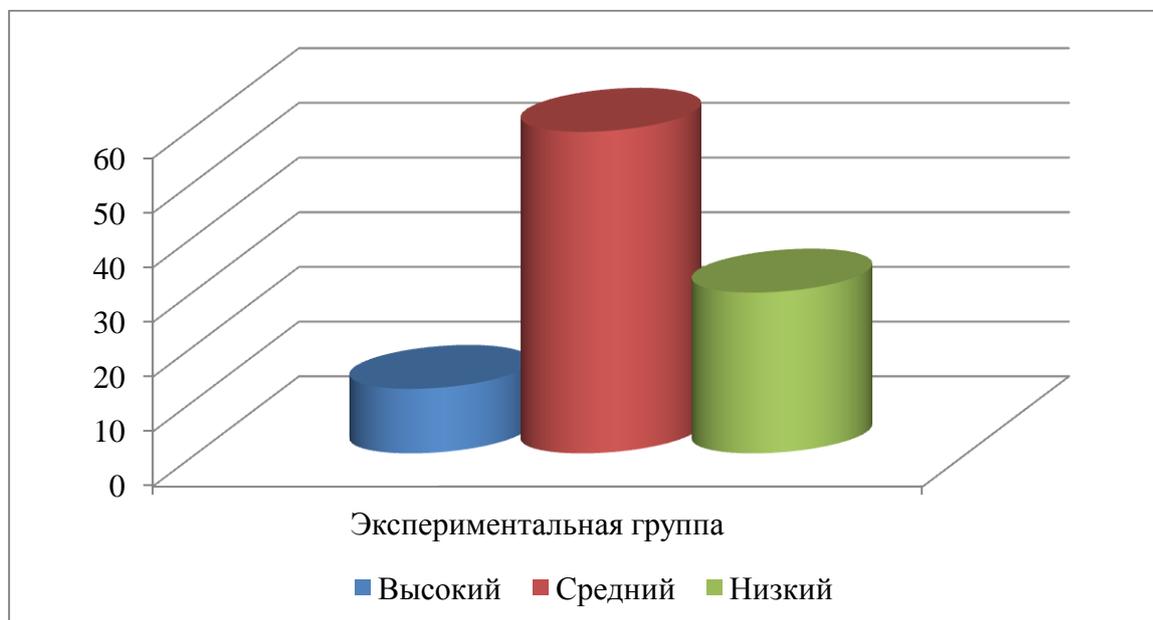


Рис. 5. Результаты диагностики экспериментальной группы.

Таблица 7. Протокол исследования в контрольной группе

№ п/п	Фамилия имя учащегося	Баллы по заданиям												Итого
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	А. Максим	1	1	0	1	1	2	2	2	1	1	0	0	12
2	Б. Валера	0	0	0	1	1	2	2	1	2	0	0	0	9
3	В. Валера	1	1	1	1	1	2	2	2	1	3	0	0	16

4	Г. Ярослав	1	1	0	0	0	2	1	2	1	0	0	0	8
5	Г. Елизавета	0	1	1	1	1	2	2	2	2	1	0	0	17
6	Д. Марина	0	1	1	0	1	1	2	2	1	0	0	0	9
7	Е. Катя	1	1	1	1	0	1	2	2	2	0	0	0	11
8	З. Павел	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	10
9	Р. Роман	1	1	0	1	0	2	2	1	2	1	0	0	11
10	Т. Женя	1	1	1	0	0	1	2	2	2	0	0	0	10
11	Т. Саша	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
12	Ф. Рушан	1	1	0	0	0	2	2	2	1	0	0	0	9
13	Х. София	1	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	8
14	Х. Лена	0	0	1	1	1	1	2	0	1	0	0	0	7
15	Ш. Аделина	1	1	1	0	0	2	2	2	0	0	0	0	9
16	Ш. Слава	1	1	1	1	0	2	2	2	2	1	0	0	17
17	Ю. Антон	0	0	1	1	0	2	1	2	2	2	0	0	11
18	Я. Света	1	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	6

По результатам диагностики в контрольной группе в контрольной группе также выявлены недостатки в понимании теоретических смыслов физических явлений. З. Павел, и Т.Саша не смогли ответить ни на один вопрос, на 2 вопроса ответили Б.Валера, Ярослав, Рушан, Антон, Света. Смогли раскрыть 3 теоретических вопроса Д. Марина, Р. Роман, Т. Женя, София, Лена, Аделина. 4 вопроса раскрыли Максим, Г. Елизавета, Катя, Слава и лишь один учащийся В. Валера, смог раскрыть все 5 теоретических вопросов.

С расчетными задачами среднего уровня справилось большинство учащихся контрольной группы, с задачами повышенного уровня справился лишь В. Валера. Данный ученик единственный из двух групп, который справился с одной задачей повышенного уровня полностью.

Среди участников эксперимента контрольной и экспериментальной групп, нет учеников, которые справились с задачей олимпиадного уровня.

Приведем количественные результаты, полученные в ходе первичной диагностики в контрольной группе.

Таблица 8. Сводная таблица результатов диагностики контрольной группы

Показатель	Высокий	Средний	Низкий
Кол-во	3	10	5
%	16,6%	55,7%	27,7%

Исходя из таблицы №8 высокий уровень знаний по теме «Колебания и волны» у 16,6% учащихся, средний уровень у 55,7%, и низкий уровень у 27,7%.

Представим полученные данные в виде гистограммы:

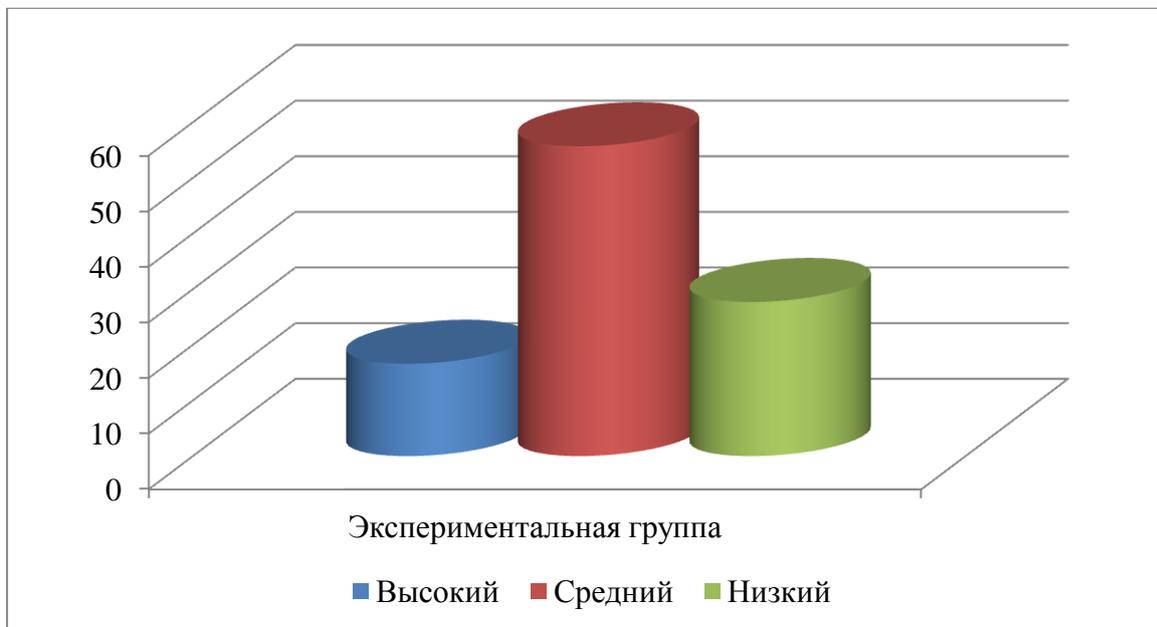


Рис. 6. Результаты диагностики контрольной группы

По итогам анализа диагностических работ мы сделали вывод о том, что пробелы в знаниях по математике, недостаточная практика в решении уравнений и выполнении преобразований у Г. Ярослава, Р. Романа, Х. Лены, Я. Светы, Б. Паши, М. Дмитрия, Ш. Радмира повлияли на результаты решения задач. Эти ученики допускали очень много вычислительных ошибок. Математически неверные записи уравнений, незнание свойств дробей, правил преобразования и многое другое, что приводило их к неверному ответу.

В связи с тем, что учащиеся контрольной и экспериментальной группы показали преимущественно низкие и средние уровни знаний и умений по теме «Колебания и волны», нами был сделан вывод о необходимости разработки и апробирования элективного курса «Волновые и колебательные явления в физике».

### Глава III. Результаты по разработке и апробации элективного курса «Волновые и колебательные явления в физике»

#### 3.1 Разработка элективного курса «Волновые и колебательные явления в физике»

Цель формирующего этапа исследования: разработать элективный курс, который будет направлен на понимание учащимися физических законов, способов решения задач среднего и повышенного уровней.

Пояснительная записка.

Физика – это наука о наиболее общих и фундаментальных закономерностях, определяющих структуру и эволюцию материального мира. Одно из труднейших звеньев учебного процесса – научить учеников решать задачи. Каждый учитель, ученик, родители ученика и школа в целом заинтересованы в успешной сдаче единого государственного экзамена, так как продолжается активно развиваться образовательная сфера по подготовке инженеров и специалистов для промышленных предприятий, что невозможно без достаточных знаний по физике, способности набирать конкурентоспособные баллы на ЕГЭ.

Одна из необходимых предпосылок достижения этого успеха – умелая организация подготовки к данной форме итоговой аттестации. Элективный курс предназначен для учащихся 11 классов профильного уровня общеобразовательных школ или профильных школ. Программа курса учитывает цели обучения физике в вышеуказанных школах и соответствует федеральному государственному образовательному стандарту.

В основу элективного курса положена идея о том, что при подготовке ЕГЭ следует изучать темы последовательно, не обходиться прорешиванием вариантов для подготовки к ЕГЭ, акцентировать внимание на формирование общих приемов выполнения заданий. Вести работу следует систематически и целенаправленно подходить к достижению поставленной цели.

Цель элективного курса: углубить и расширить теоретические знания учащихся, систематизировать и актуализировать умение решать качественные и

расчетные задачи по теме «Колебания и волны», разобрать идеи решения задач олимпиадного уровня.

Для достижения цели элективного курса, необходимо решить ряд задач:

1. создать условия для реализации элективного курса;
2. преподнести теоретический материал на доступном для каждого ученика «языке»;
3. подобрать примеры по теме исходя из жизненных реалий;
4. систематизировать и актуализировать ранее изученный теоретический материал;
5. сформировать умения решать задачи, грамотного построения и описания хода решения задач;
6. сформировать навыки подробного описания решения задачи, с обоснованием законов физики;
7. выработать собственную стратегию решения задач;
8. развивать мотивацию для самостоятельного закрепления и отработки материала, полученного в ходе занятия;
9. развивать активность, аккуратность, ответственность.

Разработанные в элективном курсе материалы основаны на работах Г.Я. Мякишева [23,24], И.Л. Касаткиной [10], М.Ю. Демидовой [5], В.А. Грибова, Л.А. Кирика [9].

Ожидаемые результаты:

- приобретение навыков самостоятельной работы;
- овладение умениями анализировать условие задачи, заменять исходную задачу на другую, делить на подзадачи;
- овладение основными умственными операциями, составляющими поиск решения задачи;
- составлять план решения задачи;
- умение оформлять решение задачи основываясь на законы физики;
- обоснование качественных задач.

Элективный курс рассчитан на 4 недели, по 2 занятия в неделю, продолжительностью 90 минут.

Таблица 9. Содержание элективного курса «Волновые и колебательные явления в физике»

№	Тема занятия	Материал к занятию	Домашнее задание	Дополнительный материал для детей с выявленным высоким уровнем	Д/з для ВУ
1.	Понятие колебания. Основные параметры колебаний (период, частота, амплитуда, фаза, циклическая частота). Математический маятник. Пружинный маятник. Решение задач.	Решение задач [23] стр. 53-62, 52, 65-72	[26] стр. 69-70, № 1.57-1.59, (9) стр.94, №1, 4-10	[20]стр.6, № 11-13, 16,20-25, 27-41,58-61	[2] Стр.103№ 2,5,6,7,8,11,13
2.	Гармонические колебания. Закон изменения смещения. Закон изменения	[23] стр.62-72, [9] стр. 52 № 63-64,	[26] стр. 94, № 1,4-10	[20] стр. 61№1-9, 15,17,18; (10) стр. 66 № 42-46	[20] стр. 103, № 1,4,9

<p>         скорости. Закон          изменения          ускорения.          Амплитуда          колебаний.          Амплитуда          скорости.          Амплитуда          ускорения.          Графики. Закон          сохранения          механической          энергии в          колебательных          процессах.          Период          колебания          энергии. Малые          колебания.          Период малых          колебаний.          Свободные и          вынужденные          колебания.          Резонанс.          Резонансная          кривая.          Установившиеся          вынужденные       </p>	<p>         [23]          стр.72-79       </p>			
--	--	--	--	--

	колебания. Решение задач.				
3.	Волна. Длина волны. Период. График. Скорость распространения волны. Поперечные и продольные волны. Интерференция и дифракция волн. Звук. Скорость звука. Зависимость скорости звука от среды. Решение задач.	[23] стр. 124-135, стр.135- 139	[20] стр. 116, 1,5,16	[26] стр. 67, № 47-50, 52, стр. 62 № 14, стр. 67 № 51, 53-57.	[2] стр. 116, № 1.5.16, стр.123, № 1.5.32. – 1.5.35
4.	Колебательный контур. Свободные электромагнитны е колебания в колебательном контуре. Формула Томсона для периода, вывод	[23] стр. 80-108, [24] стр.84 № 209-214	[9] стр. 153 № 3.56-3.65 (9) стр. 217 №1-3	[26] стр. 139 № 1-32, (10) стр. 155 № 1-24 (только нечетные)	[26] стр. 155 № 1-24 (только четные)

	<p>формулы для частоты из формулы Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре.</p> <p>Вынужденные электромагнитные колебания.</p> <p>Резонанс.</p> <p>Решение задач.</p>				
5.	<p>Переменный ток. Производство, потребление, передача электрической энергии.</p> <p>Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в</p>	<p>[24] стр. 11-123, 140-167, (5) стр. 85, № 215-226</p>	<p>[20] стр. 221 № 4-7</p>	<p>[13] стр. 148 № 1-32</p>	<p>[26] стр. 160, № 25-61 (только четные)</p>

	вакууме. Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и в быту.				
6.	Решение прототипов задач ЕГЭ по теме механические и электромагнитные колебания и волны	[13,16,30 ]	Аналогичные задачи	Задачи повышенного уровня	Аналогичные задачи
7.	Решение задач повышенного уровня по теме механические и электромагнитные колебания и волны.	[13,16,30 ]	Аналогичные задачи	Задачи повышенного уровня	Аналогичные задачи
8.	Решение задач олимпиадного уровня по теме механические и электромагнитные колебания и волны.	[2,11]	Аналогичные задачи	Задачи повышенного уровня	Аналогичные задачи

Формат проводимых занятий в процессе апробации элективного курса: теория + практика. Детей, которые показали высокий уровень знаний в процессе первоначальной диагностики, рассказываем отдельно от основной части группы и проводим с ними дополнительную работу.

Во время занятия не стоит пересказывать весь параграф. Занятие следует начать с организационного момента, в котором необходимо подобрать мотивацию для детей. Например, задать вопросы: «Вы знаете, почему по неровной дороге (кочкам) на машине следует проезжать медленно? Что произойдет с часами-ходиками, если их перенести с Земли на Луну? Почему мы не замечаем мерцания лампочек, включенных в осветительную сеть переменного тока?» и другие. Тем самым, мы вызываем интерес у учащихся к изучаемой теме, приводя примеры из жизненных реалий.

В ходе основного этапа занятия необходимо объяснить и обосновать теорию для учащихся, сразу после обоснования решить задачу на закрепление материала. Далее следует дать ученикам задачи на самостоятельное решение, в процессе которого не стоит решать задачи за ученика. В случае неудачи необходимо задавать ему наводящие вопросы, отвечая на которые, он сам должен подобрать ход верного решения задачи. Каждое решение в физике не является единственно верным, поэтому ход решения задачи у учеников может быть разным.

В ходе решения задач, учащиеся должны понимать, что их работа состоит из последовательных этапов:

1. анализ условия задачи;
2. составление плана решения и его осуществления;
3. анализ результата решения.

Алгоритм решения задач по физике:

1. Внимательно прочитать и продумать условие задачи. Читать задачу следует несколько раз.
2. Записать условие с условными обозначениями и единицами измерения;
3. Перевести все внесистемные единицы измерения в систему СИ;

4. Выполнить рисунок, чертеж, схему;

5. Проанализировать, какие физические явления, процессы, происходят в описанной в задаче ситуации, выявить те законы, которым подчиняются эти физические процессы и явления;

6. Записать формулы законов этих явлений, и формулы для нахождения неизвестных величин;

7. Выполнив преобразования решить задачу в общем виде (или разделить задач на подзадачи и решить ее на каждом этапе отдельно);

8. Произвести вычисления и получить численный ответ.

Формирующий этап исследования был проведен только в экспериментальной группе, то есть элективный курс апробировался только в 11А классе. У учащихся 11Б класса проходили занятия предусмотренные программой образовательного учреждения.

### 3.2 Контрольная диагностика уровня знаний учащихся

#### 11 классов по теме

Заключительным этапом опытно-практической работы является проведение контрольного исследования по теме работы. Контрольный этап был проведен в экспериментальной и контрольной группах.

Цель контрольного этапа исследования: разработать диагностический материал по теме «Колебания и волны» и провести повторную диагностику уровня знаний учащихся 11 класса, для проверки эффективности разработанного элективного курса.

Опираясь на материалы И.Л. Касаткиной [9], М.Ю. Демидовой, В.А. Грибова, А.И. Гиголо [5], Л.А. Кирика, Л.Э. Генденштейна, И.М. Гельфгата [11] нами был разработан повторно диагностический инструментарий для определения уровня знаний по теме «Колебания и волны» после апробации элективного курса «Волновые и колебательные явления в физике».

По структуре диагностика не отличается от первичной диагностики, состоит из трех уровней сложности (А, В, С), оценивание результатов

проводится по тем же критериям, что и на констатирующем этапе исследования.

Таблица 10. Повторный диагностический инструментарий по теме «Колебания и волны»

Уровень сложности	Задания	Максимальный балл
А	1. Когда период колебаний одного и того же математического маятника больше: зимой или летом? 2. Может ли возникнуть эхо в степи? 3. Почему колебания в колебательном контуре не прекращаются в тот момент, когда заряд конденсатора становится равным нулю? 4. При полете большинство насекомых издают звук. Чем он вызывается? 5. Почему для радиолокации используют электромагнитные волны с очень малой длиной?	5
В	6. Маятник совершает гармонические колебания с амплитудой 6 см. Какую часть периода маятник находится не далее 3 см от положения равновесия? 7. Колебательный контур радиоприемника настроен на частоту 6 МГц. Во сколько раз нужно изменить емкость конденсатора, чтобы настроиться на длину волны 150 м? 8. В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Амплитуда силы тока в первом контуре 3 мА. Каково амплитудное значение силы тока во втором контуре, если период колебаний в нем в 2 раза больше, а максимальное значение заряда конденсатора в 4 раза больше, чем в первом? 9. Напишите уравнение гармонических колебаний, если за 1 минуту совершается 60 колебаний. Амплитуда колебаний – 8 см.	8
С	10. Математический маятник длиной $l$ совершает колебания. В тот момент, когда он проходит через положение равновесия на него действует горизонтальная сила $F$ в течении малого промежутка	9

	<p>времени <math>t</math>, направление которой совпадает с направлением движения маятника. Сделав <math>N</math> полных колебаний, маятник отклоняется на угол <math>\alpha</math> от вертикали. Чему равна масса маятника? Соппротивлением пренебречь.</p> <p>11. В идеальном колебательном контуре максимальная сила тока в катушке индуктивности <math>10\text{А}</math>, а максимальное напряжение на конденсаторе <math>2\text{В}</math>. Емкость конденсатора <math>40\text{пФ}</math>. В некоторый момент времени, считая от начала колебаний, мгновенная сила тока <math>8\text{А}</math>. Чему равен мгновенный заряд конденсатора в этот момент?</p> <p>12. Неоновая лампа с напряжением зажигания <math>156\text{ В}</math> включена в сеть <math>220\text{В}</math>, <math>50\text{ Гц}</math>. Найдите частоту вспышек лампы. В течении какой части периода лампа горит? Напряжением гашения лампы считайте равным напряжению зажигания.</p>	
--	---	--

По итогам решения задач, максимальный балл за выполнение всех заданий, который могут получить участники эксперимента – 22. Таким образом, критерии оценивания знаний учащихся следующие:

0-8 баллов – низкий уровень;

9-15 баллов – средний уровень;

16-22 балла – высокий уровень.

Таблица 11. Сравнительные результаты экспериментальной группы на констатирующем и контрольном этапах исследования

№ п/п	Фамилия имя учащегося	Констатирующий этап		Контрольный этап	
		Баллы	Уровень	Баллы	Уровень
1	А. Илья	9	Средний	17	Высокий
2	А. Алмаз	11	Средний	15	Средний
3	Б. Паша	7	Низкий	13	Средний
4	В. Диана	10	Средний	15	Средний
5	В. Даша	16	Высокий	22	Высокий
6	Д. Савелий	10	Средний	16	Высокий
7	К. Эльга	9	Средний	15	Средний

8	К. Маша	6	Низкий	12	Средний
9	Л. Павел	10	Средний	15	Средний
10	М. Дмитрий	7	Низкий	11	Средний
11	Н. Ольга	9	Средний	16	Высокий
12	Н. Амелия	16	Высокий	21	Высокий
13	О. Иван	11	Средний	15	Средний
14	Ш. Марат	3	Низкий	8	Низкий
15	Ш. Кирилл	9	Средний	16	Высокий
16	Ш. Радмир	7	Низкий	13	Средний
17	Я. Ярослав	4	Низкий	9	Средний

По результатам, полученным в ходе контрольного этапа исследования, мы видим, что знания учащихся, принимавших участие в экспериментальном исследовании, улучшились. У одного ребенка по критериям оценивания остался низкий уровень, но несмотря на выявленный уровень, мы видим улучшение его результатов по полученным баллам. Также много учащихся, у которых уровень по критериям оценивания, не изменился по сравнению с констатирующим этапом, а по количеству баллов мы видим значительное улучшение результатов. Это говорит о том, что учащиеся экспериментальной группы научились понимать и выполнять теоретические задания, научились решать задачи.

Как мы и предполагали, у троих детей экспериментальной группы, это Паша, Дмитрий и Радмир, в связи с недостаточностью знаний, умений и навыков по математике, возникли проблемы в решении задач, что повлияло на окончательный уровень по критериям оценивания. То есть, если бы у этих учащихся не было ошибок в выполнении преобразований, вычислительных ошибок, то данные ученики получили бы высокий уровень.

Предоставим полученные результаты в виде гистограммы:

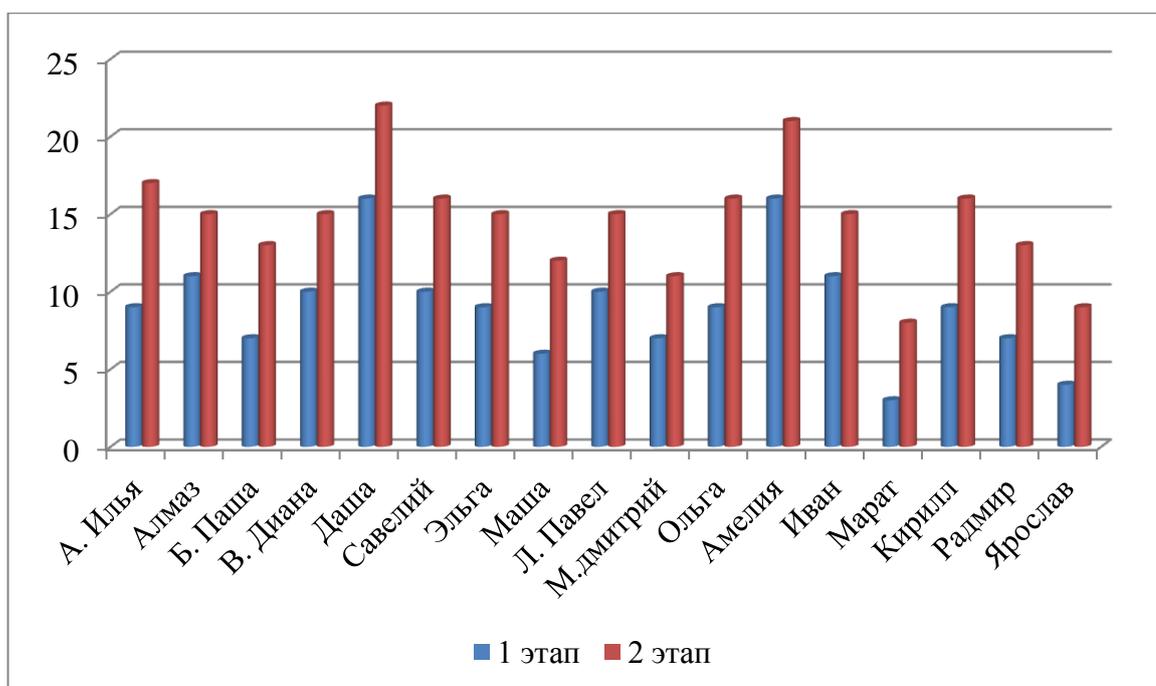


Рис. 7. Сравнительные результаты на констатирующем и контрольном этапах исследования (по количеству баллов)

Таблица 12. Сравнительные результаты контрольной группы на констатирующем и контрольном этапах исследования

№ п/п	Фамилия имя учащегося	Констатирующий этап		Контрольный этап	
		Баллы	Уровень	Баллы	Уровень
1	А. Максим	12	Средний	11	Средний
2	Б. Валера	9	Средний	10	Средний
3	В. Валера	16	Высокий	16	Высокий
4	Г. Ярослав	8	Низкий	6	Низкий
5	Г. Елизавета	17	Высокий	16	Высокий
6	Д. Марина	9	Средний	11	Средний
7	Е. Катя	11	Средний	11	Средний
8	З. Павел	10	Средний	13	Средний
9	Р. Роман	11	Средний	13	Средний
10	Т. Женя	10	Средний	12	Средний
11	Т. Саша	2	Низкий	4	Низкий

12	Ф. Рушан	9	Средний	9	Средний
13	Х. София	8	Низкий	9	Средний
14	Х. Лена	7	Низкий	6	Низкий
15	Ш. Аделина	9	Средний	9	Средний
16	Ш. Слава	17	Высокий	18	Высокий
17	Ю. Антон	11	Средний	10	Средний
18	Я. Света	6	Низкий	8	Низкий

В контрольной группе на контрольном этапе исследования получены результаты по качеству не отличающиеся от результатов на констатирующем этапе исследования. Лишь один ученик смог перешагнуть с низкого уровня до среднего, добрав еще 1 балл. Остальные учащиеся показали те же уровни, которые были на констатирующем этапе исследования.

Представим полученные данные в виде гистограммы:

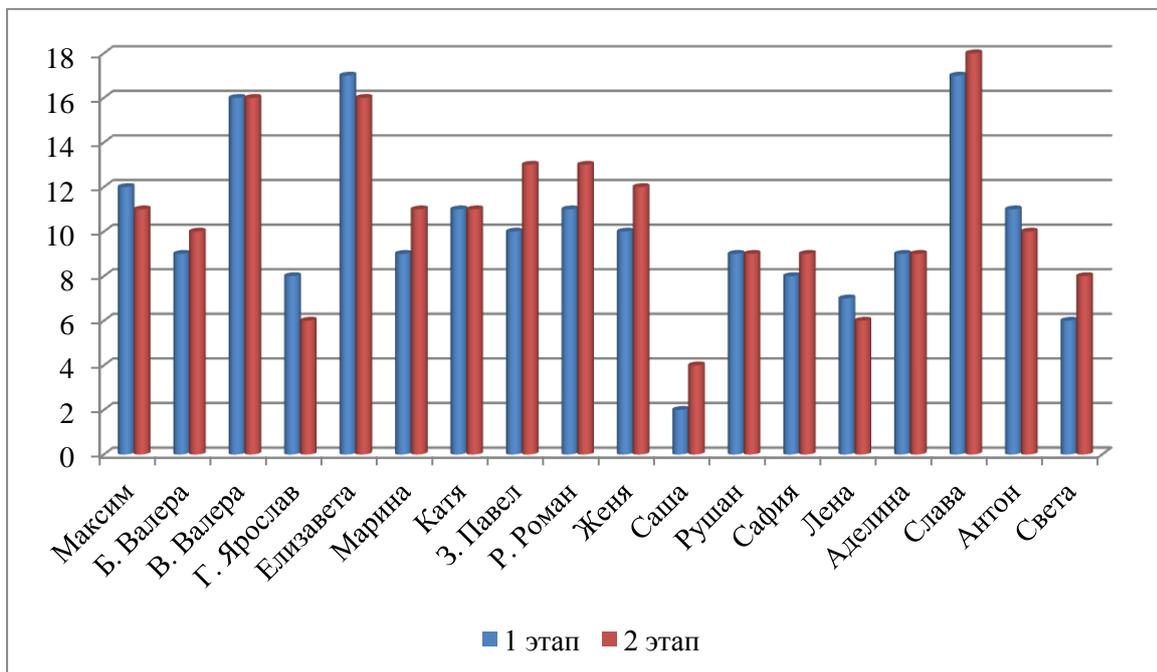


Рис. 8. Сравнительные результаты контрольной группы на констатирующем и контрольном этапах исследования

Резюмируя вышеизложенное, следует сделать вывод об эффективности разработанного элективного курса «Колебательные и волновые явления в

физике». В экспериментальной группе, где был внедрен разработанный элективный курс, мы наблюдаем значительное улучшение знаний теории, решения задач среднего и высокого уровней. Тем самым общий уровень учащихся также повысился, за исключением тех нюансов, которые необходимо устранить по курсу математики. В контрольной группе, где разработанный элективный курс не внедрялся, знания законов физики и умения решать задачи остались на прежнем уровне. Таким образом, гипотеза о том, что процесс изучения волновых и колебательных движений в физике будет успешным, если применять для ее изучения элективный курс «Волновые и колебательные явления в физике» экспериментальна подтверждена.

## Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы на тему: «Элективный курс «Волновые и колебательные явления в физике»», мы проанализировали теоретические материалы на тему исследования, изучили механические колебания и волны, электромагнитные колебания и волны, звуковые колебания и волны, гравитационные колебания, рассмотрели особенности радиовещания. Провели экспериментальное исследование эффективности внедрения разработанного элективного курса.

Охарактеризовали механические, электромагнитные, звуковые колебания и волны. Колебания – это повторяющиеся в той или иной степени во времени процесс изменения состояний системы около точки равновесия. Привели множество примеров, которые относятся к колебательным движениям: маятник часов, груз, подвешенный на пружине или на нити, струна гитары, поверхность воды и многое другое.

Звук – это распространение в виде упругих волн механических колебаний в твердой, жидкой или газообразной среде. Звуковые волны являются механическими продольными или поперечными. Скорость звука зависит от среды, в которой происходят колебания, от свойств этой среды и температуры данной среды. Звуковая волна может поглощаться и отражаться. Звук, который повторяется за счет отражения, называется эхо. Звук отражается только от тех предметов, которые способны отражать его, а от тех предметов, которые поглощают – нет.

Гравитационные волны - это изменение гравитационного поля, распространяющиеся подобно волнам. Данные волны излучаются движущимися массами, но после излучения отрываются от них и существуют независимо от этих масс. Радиопередающее устройство используется для приема той информации, которая передается благодаря электромагнитным волнам, исходящих от передающей антенны радиопередатчика. В устройстве необходимо наличие следующих элементов: приемная антенна, резонансный контур, детекторный каскад. Детектирование это процесс противоположный

модуляции. Ими могут выступать полупроводниковые приборы и электронные лампы, имеющие нелинейные характеристики. Моделирование и детектирование являются основными процессами, которые способствуют передаче и приему звука и изображения.

В практической части выполнения выпускной квалификационной работы мы провели опытно-практическую работу по выявлению эффективности разработанного элективного курса. Опытно-практическая работа состояла из трех этапов. Первый этап – констатирующий. На данном этапе провели первичную диагностику уровня знаний и умений решать задачи у учащихся 11 классов. По выявленным результатам, сделали вывод о необходимости разработки и внедрения элективного курса по изучению раздела физики «Колебания и волны».

Второй этап – формирующий. На данном этапе нами были пояснена значимость и необходимость элективного курса, определены цели и задачи, выдвинуты ожидаемые результаты. Разработали элективный курс и внедрили разработанный элективный курс только в экспериментальной группе, в контрольной группе проводились занятия предусмотренные программой образовательного учреждения.

Третий этап – контрольный. На данном этапе разработали диагностический инструментарий по проверке полученных знаний у детей экспериментальной и контрольной групп. Материал по структуре схож с материалом констатирующего этапа, оценка результатов проводилась по тем же критериям, что и на констатирующем этапе исследования. По результатам диагностики, выявили, что в экспериментальной группе значительно повысился уровень знаний и умений учащихся, а в контрольной группе результаты остались прежними.

Таким образом, поставленная нами цель выпускной квалификационной работы достигнута, путем решения задач. Гипотеза о том, что процесс изучения волновых и колебательных движений в физике будет успешным, если

применять для ее изучения элективный курс «Волновые и колебательные явления в физике» доказана.

Работа была апробирована на конференции «Молодежь и Наука XXI века», сертификат приведен в приложении В.

## Список использованных источников

1. Бармасов А.В., Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны/ А.В. Бармасов.- СПб.: ВНУ, 2012. – 256 с.
2. Белолипецкий С.Н. Олимпиадные задачи по физике для учащихся десятых классов : учеб. пособие / С. Н. Белолипецкий. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. – 46с.
3. Браже Л.А. Избранные лекции по физике. Ч.3. Колебания и волны: Методические указания для студентов УлГТУ/ Л.А. Браже, В.М. Прокофьев. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 55 с.
4. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Теоретические вопросы / А.И. Бугаев. – М.: Просвещение, 2001.– 288 с.
5. Демидова М.Ю. 1000 задач с ответами и решениями. Физика: Задания для подготовки к ЕГЭ / М.Ю. Демидова, В.А. Грибов, А.И. Гиголо. – М.: Издательство «Экзамен». – 2019. – 430с.
6. Дубнищев Е.Н. Колебания и волны: учебное пособие. 2-е изд./ Е.Н. Дубнищев. – СПб.: Лань, 2011. – 384с.
7. Запрудский Н.И. Настольная книга учителя физики и астрономии / Н.И. Запрудский, К.А. Петров. – Минск: Сэр-Вит, 2008. – 102 с.
8. Каменецкий С.Е. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: учебное пособие для студ.высш.пед.учеб.заведений / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская и др.: под.ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия». – 2010. – 368с.
9. Касаткина И.Л. Подробные ответы на задания ЕГЭ и решение типовых задач: 10-11 классы/ И.Л. Касаткина. – Ростов на Дону: Феникс. – 2018. – 509с.
10. Касаткина И.Л., Физика: пособие репетитор: магнетизм, колебания и волны, оптика, элементы теории относительности, физика атома: теория/ И.Л. Касаткина. – Ростов на Дону: Феникс, 2016. – 492 с.

11. Кирик Л.А. Задачи по физике для профильной школы с примерами решений / Л.А. Кирик, Л.Э. Генденштейн, И.М. Гельфгат, под ред. В.А. Орлова. – М.: ИЛЕКСА.- 2015. – 416с.
12. Князев А.А. О понятии энергии: в школе, в университете и в жизни. Вопросы прикладной физики: Межвузовский научный сборник. Вып.13/ А.А. Князев. – Саратовский государственный университет. – Саратов, 2006. – 37 с.
13. Макаров В.А. Отличник ЕГЭ. Физика. Решение сложных задач / под.ред. В.А. Макарова, М.В. Семенова, А.А. Якуты . – М.: ФИПИ Интеллектуальный центр. – 2017. – 128с.
14. Мизнер Ч. Гравитация / Ч. Мизнер, К. Торн, Уилер Дж. – М.: Мир. – 1977. – 510сс.
15. Орир Дж. Физика: учебник / Джей Орир пер. с англ. И научная редакция Ю.Г. Рудого и А.В. Беркова. – М.: КДУ. – 2010. – 752с.
16. Орлов, В. А. ЕГЭ. Физика. Методика подготовки / В.А. Орлов, Г.Г. Никифоров. - М.: Просвещение, Эксмо, 2006. - 128 с.
17. Смирнова М.Ф., корректирующий курс физики: Учебное пособие/М.Ф. Смирнова, С.Л. Сафронов, В.В. Смирнова. – СПб.: Лань П, 2016. – 160с.
18. Схиртладзе А.Г. Курс физики: Учебник/ А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников и др. – СПб.: Лань П, 2016. – 672с.
19. Тарасов Л.В. Приобщение школьников к современной физике: Диалоги с учителем / Л.В. Тарасов. – М.: Книжный дом «Либриком». – 2010. – 264 с.
20. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями: Учеб. Пособие для вузов / З.Г. Павлова, Т.И. Трофимова. – М.: Высш. Школа, 2005. – 591с.
21. Усова А.В. Практикум по решению физических задач / А.В. Усова, Н.Н. Тулькибаева. – М.: Просвещение. – 2001. – 206 с.
22. Усова А.В. Теория и методика обучения физике. Общие вопросы: Курс лекций / А.В. Усова. – СПб.: Медуза, 2012. – 157 с.

23. Физика 10 класс: Учебник для общеобразовательных учреждений: базовые и профильные уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский: под.ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение. – 2016. – 385с.

24. Физика 11 класс: Учебник для общеобразовательных учреждений: базовые и профильные уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский: под.ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение. – 2016. – 413с.

25. Фок В.А. Теория пространства, времени, тяготения/ В.А. Фок. – М.:Физматгиз, 1948. – 248 с.

26. Ханнанов Н.К. Физика. Решение заданий повышенного и высокого уровня сложности. Как получить максимальный балл на ЕГЭ: учебное пособие / Н.К. Ханнанов. – М.: Интеллект-центр. – 2018. – 213с.

27. Цвелик А. Жизнь в невозможном мире. Краткий курс физики для лириков/ А. Цвелик. – СПб.: Ивана Лимбаха, 2012. – 288с.

28. Шахгильдян В.В. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов/ В.В. Шахгильдян, В.Б. Козырев, А.А. Луховкин. – М.: Радио и связь, 1990 – 218 с.

29. Шахмаев Н. М., Н. И. Павлов, В. И. Тыщук. Физический эксперимент в средней школе: Колебания и волны. Квантовая физика / Н.М. Шахмаев. – М.: Просвещение. – 1991. – 135с.

30. Ширяева Н.И. Задачи по общему курсу физики в вопросах и ответах: Электричество и магнетизм/ Н.И. Ширяева, С.И. Лучич. – М.: КД Либроком, 2015. – 272с.

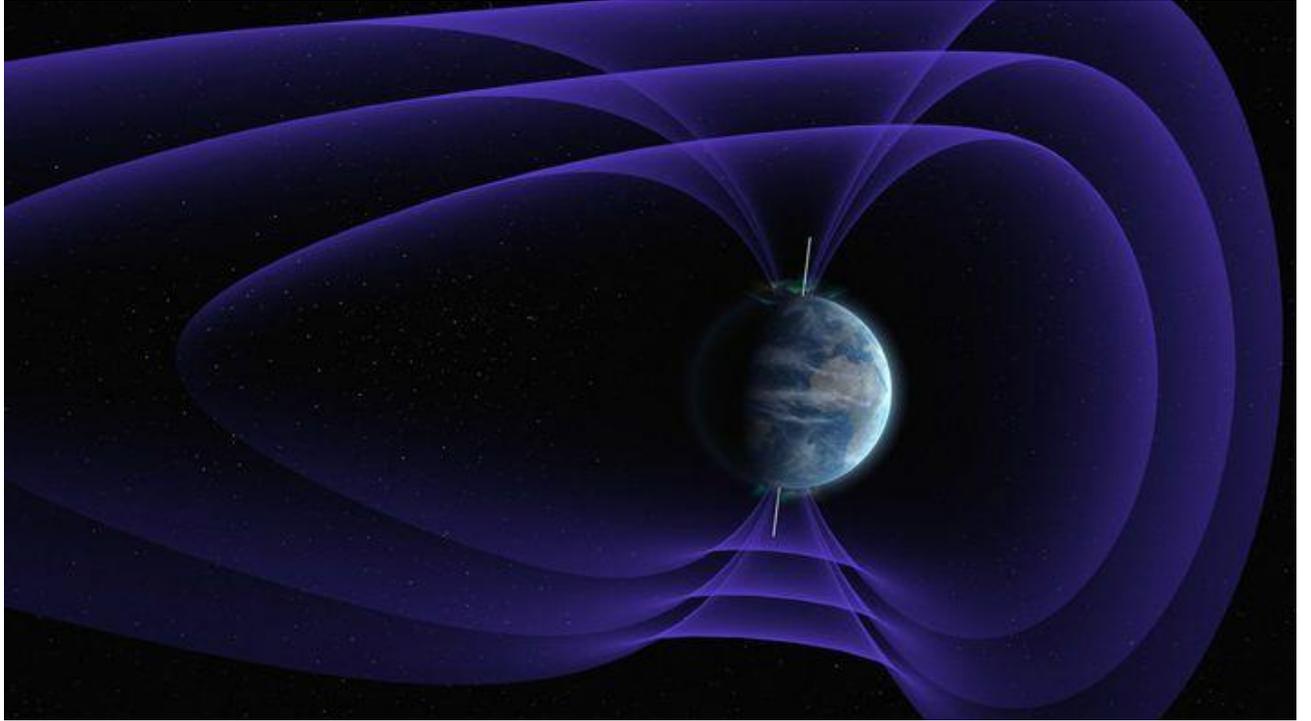
31. Шишкина А.Ф. Обнаружение гравитационных волн: история и современность/ А.Ф. Шишкина, Е.В. Боронин//Теория. Праттика. Инновации. – 2016. - №9

## Приложения

## Приложение А. Полный список формул по теме механические и электромагнитные колебания

МЕХ. КОЛЕБАНИЯ	АМПЛИТУДА	ПУТЬ
Уравнение $x = X_m \sin(\omega t + \varphi_0)$ Циклическая частота $\omega = 2\pi \nu = \frac{2\pi}{T}$ Период $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}$	Амплитуда скорости $v = x'(t); v_m = \omega X_m$ Амплитуда ускорения $a = x''(t); a_m = \omega^2 X_m$ Амплитуда силы $F_m = m a_m = m \omega^2 X_m$	1. $x(T/4) = x(\pi/2) = X_m$ 2. $x(T/2) = x(\pi) = 2X_m$ 3. $x(3T/4) = x(3\pi/2) = 3X_m$ 4. $x(T) = x(2\pi) = 4X_m$ Весь путь $L = N4X_m$
МАТЕМ. МАЯТНИК	ПРУЖИН. МАЯТНИК	ЭЛЕКТРИЧ. КОНТУР
Период $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ; $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a_{\text{эф}}}}$ Частота $\nu = \frac{\sqrt{g}}{2\pi l}$ Циклическая частота $\omega = \frac{\sqrt{g}}{\sqrt{l}}$ Маятник в вертикальном эл. поле $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \pm qE}}$	Период $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ Частота $\nu = \frac{\sqrt{k}}{2\pi m}$ Циклическая частота $\omega = \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{m}}$ Соединение пружин $k_{\text{эф}} = k_1 + k_2$ $\frac{1}{k_{\text{эф}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	Период $T = 2\pi \sqrt{LC}$ Частота $\nu = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$ Циклическая частота $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ Соединение катушек и конденсаторов $C_{\text{эф}} = C_1 + C_2; \frac{1}{L_{\text{эф}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$ $\frac{1}{C_{\text{эф}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; L_{\text{эф}} = L_1 + L_2$
ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ	ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК	ТРАНСФОРМАТОР
Полная энергия колебаний пружинного маятника $E = \frac{kX_m^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega_m^2}{2}$ Полная энергия колебательного контура $\frac{q_m^2}{2C} = \frac{q^2}{2C} + \frac{U^2}{2} = \frac{U_m^2}{2}$ или $\frac{CU_m^2}{2} = \frac{CU^2}{2} + \frac{U^2}{2} = \frac{U_m^2}{2}$ Период энергии и период колебаний $T = \frac{T_{\text{эф}}}{2}$	Действующие значения $I_s = \frac{I}{\sqrt{2}}; U_s = \frac{U}{\sqrt{2}}$ Закон Ома $I_s = \frac{U_s}{Z}; I_n = \frac{U_n}{Z}$ Активное сопротив. $R$ Ёмкостное сопротив. $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C}$ Индуктивн. сопротив. $X_L = \omega L = 2\pi\nu L$ Последовательн. соед. $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ Закон Джоуля – Ленца $Q = I_s^2 R$ Мощность $P = I_s^2 R = \frac{U_s^2}{R}$	Коэффициент трансформации $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1} = k$ КПД $\eta = \frac{IU_1}{IU_2} = 100\%$ <hr/> <b>ВОЛНЫ</b> Длина мех. волны $\lambda = vT = \frac{v}{\nu} = \frac{v \cdot 2\pi}{\omega}$ Длина эл/м волны $\lambda = cT = \frac{c}{\nu} = c \cdot 2\pi \sqrt{LC}$ <b>ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ</b> Условие максимума $\Delta d = n\lambda$ , где $n = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3, \dots$ Условие минимума $\Delta d = (2n+1) \frac{\lambda}{2}$

## Приложение Б. Гравитационное поле



## Приложение В. Сертификат

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В. П. АСТАФЬЕВА



**КРАСНОЯРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. В. П. АСТАФЬЕВА**

XX Международный  
научно-практический  
форум студентов, аспирантов  
и молодых учёных  
**Молодёжь и наука XXI века**

## СЕРТИФИКАТ

НАСТОЯЩИЙ СЕРТИФИКАТ СВИДЕТЕЛЬСТВУЕТ О ТОМ, ЧТО

*Лозина Анна Евгеньевна*

ПРИНЯЛА(А) УЧАСТИЕ В РАБОТЕ XX МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ФОРУМА  
 СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА XXI ВЕКА»

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА

КРАСНОЯРСК, 2019

