

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

Кафедра общей, теоретической и компьютерной физики  
наименование кафедры

**Изучение колебаний математического маятника в школьном курсе  
физики  
АВТОРЕФЕРАТ  
БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студентки 4 курса, группы 4121

направления 44.03.01. «Педагогическое образование», профиль «Физика»  
код и наименование направления

институт физики

наименование факультета, института, колледжа

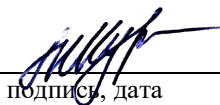
Джуманязова Айболек

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

К.П.Н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

  
подпись, дата

М.Н. Нурлыгаянова

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

  
подпись, дата

В.М. Аникин

инициалы, фамилия

Саратов-2024

Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на нерастяжимой невесомой нити, совершающая колебательное движение в одной вертикальной плоскости под действием силы тяжести.

Таким маятником можно считать тяжелый шар массой  $m$ , подвешенный на тонкой нити, длина  $l$  которой намного больше размеров шара. Если его отклонить на угол  $\alpha$  от вертикальной линии, то под влиянием силы  $F$  – одной из составляющих веса  $P$  он будет совершать колебания. Другая составляющая  $F'$ , направленная вдоль нити, не учитывается, т.к. уравновешивается силой натяжения нити. При малых углах смещения  $\sin\alpha \cong \alpha$  и, тогда координату  $x$  можно отсчитывать по горизонтальному направлению.

**Объект исследования** – математический маятник.

**Предмет изучения** – математический в школьном курсе физики.

**Цель данной работы** – разработка уроков по изучению раздела «Механические колебания» школьного курса физики.

Для достижения цели в работе были рассмотрены следующие **задачи**:

1. Ознакомиться со структурой раздела «Механические колебания».
2. Изучить методику изучения раздела «Механические колебания».
3. Рассмотреть использование компьютерных моделей при изучении раздела «Механические колебания» на уроках физики.
4. Создать технологические карты и сценарии уроков физики.

**Структура работы**: введение, две главы, заключение, список литературы.

Компьютер на уроках физики, прежде всего, позволяет выдвинуть на первый план экспериментальную, исследовательскую деятельность учащихся. Замечательным средством для организации подобной деятельности являются компьютерные модели. Компьютерное моделирование позволяет создать на экране компьютера живую, запоминающуюся динамическую картину физических опытов или явлений и открывает для учителя широкие возможности по совершенствованию уроков.

Следует отметить, что под компьютерными моделями понимается компьютерные программы, имитирующие физические опыты, явления или идеализированные модельные ситуации, встречающиеся в физических задачах. Наибольший интерес у учащихся вызывают компьютерные модели, в рамках которых можно управлять поведением объектов на экране компьютера, изменяя величины числовых параметров, заложенных в основу соответствующей математической модели. Некоторые модели позволяют одновременно с ходом эксперимента наблюдать в динамическом режиме построение графических зависимостей от времени ряда физических величин, описывающих эксперимент. Подобные модели представляют особую ценность, так как учащиеся, как правило, испытывают значительные трудности при построении и чтении графиков.

Компьютерные модели легко вписываются в традиционный урок, позволяя учителю продемонстрировать почти "живьём" многие физические эффекты, которые обычно мучительно и долго объясняются "на пальцах". Кроме того, компьютерные модели позволяют учителю организовывать новые, нетрадиционные виды учебной деятельности [5].

В учебной программе за 11 класс как раз перечислены названия компьютерных моделей, которые могут быть использованы на уроке. В данной курсовой работе я рассмотрю несколько компьютерных моделей из этого списка, которые в дальнейшем можно будет использовать при изучении раздела «Механические колебания и волны».

### **Модель «Гармонические колебания»**

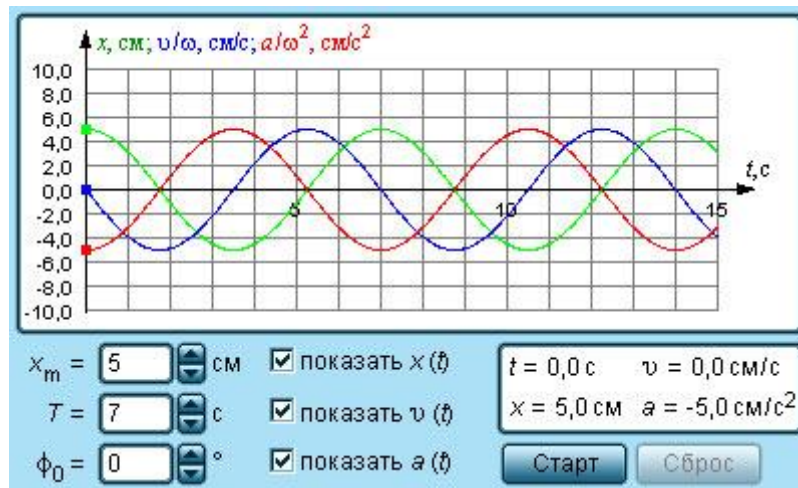


Рис.9. Модель «Гармонические колебания»

Модель (рис. 9) предназначена для изучения простого гармонического колебательного движения,  $x = x_m \cos(\omega t + \varphi_0)$ .

Можно изменять амплитуду  $x_m$  период колебаний  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  и начальную фазу  $\varphi_0$  гармонического колебания тела и наблюдать за движением точки на графиках координаты  $x$ , скорости  $v$  и ускорения  $a$  во времени. По оси ординат удобно откладывать значения величин  $x$ ,  $\frac{v}{\omega}$ ,  $\frac{a}{\omega^2}$ , которые имеют одинаковые единицы измерения.

### Модель «Математический маятник»

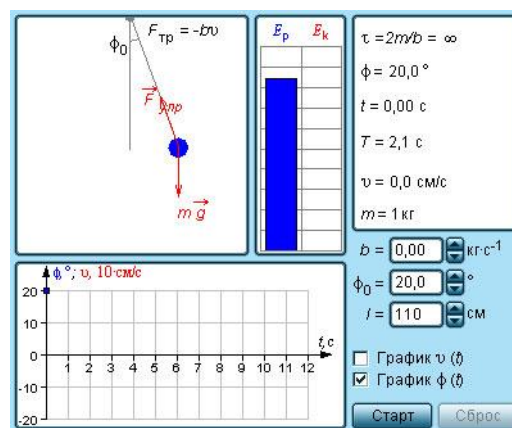


Рис.10. Модель «Математический маятник»

Модель (рис. 10) демонстрирует свободные колебания математического маятника. Можно изменять длину нити  $l$ , угол  $\varphi_0$

начального отклонения маятника, коэффициент вязкого трения  $b$ . Выводятся графики зависимости угловой координаты и скорости от времени, диаграммы потенциальной и кинетической энергий при свободных колебаниях, а также при затухающих колебаниях при наличии вязкого трения.

### Модель «Превращения энергии при колебаниях»

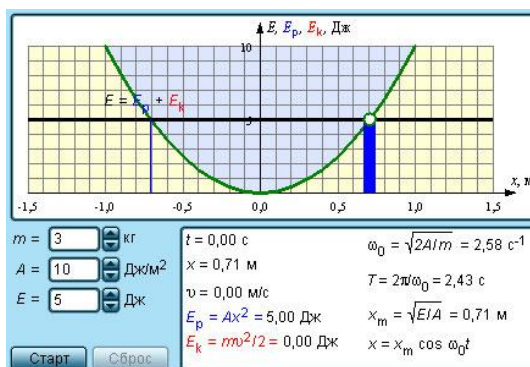


Рис.11. Модель «Превращения энергии при колебаниях»

Модель (рис. 11) иллюстрирует превращения энергии при гармонических колебаниях тела под действием квазиупругой силы, потенциальная энергия которой пропорциональна квадрату смещения тела из положения равновесия:  $E_p = Ax^2$ , где  $A > 0$  - коэффициент пропорциональности. В случае колебаний груза на пружине  $A = k/2$ , где  $k$  - жесткость пружины. Можно изменять массу  $m$  тела, совершающего колебательные движения, величину  $A$  и полную энергию системы  $E = E_k + E_p$ .

Графически показано соотношение между потенциальной и кинетической энергиями при колебаниях в любой момент времени.

В отсутствии затухания полная энергия колебательной системы остается неизменной [6], потенциальная энергия достигает максимума при максимальном отклонении тела от положения равновесия, а кинетическая энергия принимает максимальное значение при прохождении тела через положение равновесия.

### Модель «Вынужденные колебания»

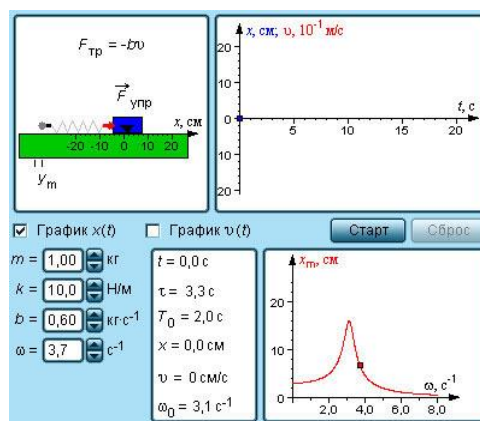


Рис.12. Модель «Вынужденные колебания»

Модель (рис. 12) демонстрирует вынужденные колебания груза на пружине. Изменяющаяся по гармоническому закону внешняя сила приложена к свободному концу пружины. Она заставляет этот конец колебаться по закону  $y = y_m \cos \omega t$ , где  $y_m$  – амплитуда колебаний,  $\omega$  – круговая частота. Внешняя сила начинает действовать на колебательную систему при нажатии кнопки Старт; поэтому компьютерная модель позволяет продемонстрировать не только установившиеся вынужденные колебания, но и процесс установления (переходный процесс).

Можно изменять массу груза  $m$ , жесткость пружины  $k$  и коэффициент вязкого трения  $b$ .

Выводятся графики зависимости от времени координаты и скорости груза и другие параметры колебаний. Показана резонансная кривая. Установившиеся вынужденные колебания всегда происходят на частоте вынуждающей силы. Резонанс наступает, когда эта частота приближается к собственной частоте колебательной системы.

## 2.2 Урок №1

**Тип урока:** урок актуализации.

**Класс:** 11

**Тема:** «Механические колебания. Математический маятник»

**Цели урока:**

- учебная: формирование представлений о механических колебаниях и физических величинах, характеризующих колебательное движение.
- личностная (для обучающегося): формирование умений воспринимать информацию, анализировать ее и применять для решения задач.

### **Задачи урока:**

- образовательные: создание условий для осознания и осмысления нового материала в соответствии с индивидуальными особенностями учащихся средствами технологии критического мышления;
- развивающие: формирование умений анализировать полученную информацию, проводить обобщение и систематизацию изученного материала;
- воспитательные: содействие в приобретении навыков самоорганизации и взаимодействия при работе в группах.

#### **1) Организационный момент**

*Учитель:* Здравствуйте, ребята. Садитесь. Я рада вас видеть. Я буду проходить у вас практику и вести уроки физики.

Поприветствуйте друг друга. Постарайтесь настроиться на работу и пожелайте себе удачи, успеха и приятного взаимодействия.

#### **2) Мотивационный этап**

*Учитель:* Чтобы вы поняли, о чём сегодня пойдёт речь на уроке, прочтите отрывок из стихотворения «Утро» Н.А. Заболоцкого. **(слайд 1)**

Рождённый пустыней,  
Колеблется звук,  
Колеблется синий на нитке паук.  
Колеблется воздух,  
Прозрачен и чист,  
В сияющих звёздах колеблется лист.

*Учитель:* О каком виде движения идёт речь в стихотворении? Подумайте и назовите, где встречаются колебания в природе, в жизни, в технике. **(3 слайд)**

*(учащиеся называют разные примеры колебаний)*

*Учитель:* Что же общего между всеми этими движениями?

*Учащиеся:* Эти движения повторяются.

*Учитель:* Верно. Все маятники разные и поэтому колеблются по-разному.

*Учитель:* Как вы думаете, о чем мы с вами сегодня будем говорить? Какая тема урока у сегодняшнего урока? *(помогает сформулировать тему)*

*Учитель:* Запишем в тетради тему сегодняшнего урока «Механические колебания. Математический маятник» **(слайд 2)**

### **3) Актуализация знаний и осуществление пробного действия**

*Учитель:* На слайде вы видите логическую цепочку. Однако она не правильная, давайте вместе ее починим. **(слайд 3)**

### **4) Фиксирование локальных затруднений**

*Учитель:* Замечательно. С началом цепочки мы справились, а вот ближе к концу все становится не очень понятно. Для того чтобы понять, как размещать слова в конце, нам надо понять куда поместить математический маятник. **(слайд 4)**

### **5) Создание плана по решению проблемы**

*Учитель:* Сегодня нам предстоит разобраться, что такое математический маятник, но перед этим нам необходимо вспомнить, что такое механические колебания.

### **6) Реализация на практике выбранного плана**

*Учитель:* Посмотрите на колебания нитяного маятника *(демонстрируются колебания)*. Абсолютно ли точно повторяются колебания?

*Учащиеся:* Нет.

*Учитель:* Почему? *(выясняется, что мешает сила трения)*. Так что же такое колебание?

*Учащиеся:* Колебания – это движения, которые точно или приблизительно повторяются с течением времени. *(определение*



записывается в тетрадь) (слайд 5)

*Учитель:* Почему так долго продолжаются колебания? (превращение энергии при колебаниях)

*Учитель:* Выясним условия возникновения колебаний. Что нужно, чтобы начались колебания?

*Учащиеся:* Нужно толкнуть тело, приложить к нему силу. Чтобы колебания длились долго, нужно уменьшить силу трения.

(условия записываются в тетрадь)

*Учитель:* Колебаний встречается очень много. Классифицируем их.

(демонстрируются вынужденные колебания на примере модели двигателя внутреннего сгорания; на пружинном и математическом маятниках - свободные колебания. Учащиеся записывают в тетрадь виды колебаний). (слайд 6)

*Учитель:* Ещё колебания бывают затухающие и незатухающие. Затухающие колебания – это колебания, которые, под действием сил трения или сопротивления, со временем уменьшаются. Незатухающие колебания – это колебания, которые со временем не изменяются (силы трения, сопротивления отсутствуют). Для поддержания незатухающих колебаний необходим источник энергии. (слайд 7)

*Учитель:* А теперь введём понятие амплитуды колебания. Амплитуда колебаний – это наибольшее отклонение (по модулю) колеблющегося тела от положения равновесия. Амплитуда обозначается  $A$  и выражается в метрах в СИ. (слайд 8)

*Учитель:* Какие же ещё величины характеризуют колебательное движение?

*Учащиеся:* Период.

*Учитель:* Верно. Что такое период?

*Учащиеся:* Период колебаний – это промежуток времени, в течение которого тело совершает одно полное колебание. Период обозначается буквой  $T$  и, так как это время, измеряется в секундах. Для нахождения

периода нам необходимо измерить время  $t$  наблюдения за колебаниями и разделить его на число колебаний  $N$ . (слайд 9)

$$T = \frac{t}{N}$$

*Учитель:* Все правильно. Какая еще есть физическая величина, характеризующая колебательное движение и тесно связанная с периодом?

*Учащиеся:* Частота.

*Учитель:* Что такое частота?

*Учащиеся:* Частота – это число колебаний за единицу времени. Частота обозначается буквой  $\nu$  и измеряется в Гц. Частота определяется по формуле: число колебаний  $N$  разделить на время  $t$ , за которое произошли эти колебания. (слайд 10)

$$\nu = \frac{N}{t}$$

*Учитель:* Также давайте вспомним, что частота и период связана следующим соотношением:

$$T = \frac{1}{\nu} \text{ или } \nu = \frac{1}{T}$$

*Учитель:* Любая колебательная система имеет определенную частоту свободных колебаний, зависящую от параметров этой системы, в том числе и нитяной маятник, который стоит перед вами. Давайте ещё раз обратимся к модели тела, подвешенного к нити. Её можно назвать математическим маятником. Математический маятник – это система, состоящая из материальной точки, подвешенной на тонкой нерастяжимой нити. То есть это модель реального маятника. Почему в нашем случае тело – шарик – мы считаем материальной точкой? (слайд 11)

*Учащиеся:* Диаметр шара намного меньше длины нити.

*Учитель:* Какая физическая величина заставляет маятник совершать движения?

*Учащиеся:* Сила.

*Учитель:* Давайте с вами вспомним, какие силы действуют на тело,

подвешенное к нити, при выведении его из положения равновесия?  
Воспользуемся рисунком.

*Учащиеся:* На шарик действует сила упругости или сила натяжения нити, направленная вдоль нити вверх, и сила тяжести, направленная перпендикулярно вниз. А приводит в движение систему - их равнодействующая, которая направлена в сторону возвращения тела в положение равновесия.

**7) Этап первичного закрепления с проговариванием во внешней речи**

*Учитель:* Теперь давайте закончим нашу цепочку. (слайд 12)

**8) Этап самостоятельной работы с проверкой по эталону**

*Учитель:* Выполните задание. Перед вами примеры колебаний. 1 вариант выписывает примеры затухающих колебаний. 2 вариант выписывает примеры незатухающих колебаний.

колебания листьев на деревьях во время ветра;

биение сердца;

колебания качелей;

колебание груза на пружине;

перестановка ног при ходьбе;

колебание струны после того, как её выведут из положения равновесия;

колебания поршня в цилиндре;

колебание шарика на нити;

колебание травы в поле на ветру;

колебание голосовых связок;

колебания щёток стеклоочистителя (дворники в машине);

колебания метлы дворника;

колебания иглы швейной машины;

колебания корабля на волнах;

размахивание руками при ходьбе;

колебания мембраны телефона.

*(учащиеся среди приведённых колебаний выписывают по вариантам*

*примеры затухающих и незатухающих колебаний, затем проводят взаимопроверку (работают в парах)). (слайд 13-14)*

**9) Этап включения в систему знаний и повторения**

*Учитель:* Выполните задание со слайда. (слайд 15)

**10) Домашнее задание**

*Учитель:* Прочитать параграфы 18-20 и конспект, выучить формулы и определения. (слайд 16)

**11) Этап рефлексии учебной деятельности на уроке**

*Учитель:* Продолжите предложения. (слайд 17)

Сегодня я узнал...

Теперь я могу...

Было интересно узнать, что...

Меня удивило...

Мне захотелось...

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первом и втором параграфах мы ознакомились со структурой раздела «Механические колебания», а также изучили методику изучения раздела «Механические колебания».

Математическим маятником называют материальную точку (тело небольших размеров), подвешенную на тонкой невесомой нерастяжимой нити или на невесомом стержне. Колебания совершаются под действием силы тяжести, силы упругости и силы трения. Во многих случаях трением можно пренебречь, а от сил упругости (либо сил тяжести) абстрагироваться, заменив их связями.

При изучении раздела «Механические колебания» обучающимся вводят понятия свободных и гармонических колебаний. Знакомство гармоническими колебаниями возможно уже в данном разделе, используя связь равномерного движения по окружности и колебательного движения. Также, существует и другой подход: рассмотрение динамики свободных колебаний пружинного и математического маятников.

Так как у учащихся отсутствует необходимая математическая подготовка, формулы для периода колебаний математического и пружинного маятников даются в готовом виде (с последующей экспериментальной проверкой) или выводятся косвенным путем. Так, обучающиеся знакомятся с формулой периода колебаний математического маятника на основе экспериментального факта Х.Гюйгенса.

В ходе проведения экспериментов учащиеся подтверждают формулу периода колебаний математического маятника: 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.

В третьем параграфе были рассмотрены различные компьютерные модели при изучении раздела «Механические колебания». Данная возможность использования компьютера на уроках физики позволяет создать запоминающуюся динамическую картину физических опытов, а также выдвигает на первый план исследовательскую, экспериментальную деятельность обучающихся. Помимо этого, компьютерные модели подходят как для традиционных уроков, так и для введения нетрадиционных видов учебной деятельности.

В работе были разработаны примеры уроков по изучению данной темы.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Аксенович, Л.А. Физика в средней школе: Теория. Задания. Тесты: учеб. пособие для учреждений, обеспечивающих получение общ. сред. образования /Л.А. Аксенович, Н.Н. Ракина, К.С. Фарино. Под ред. К.С. Фарино. – Минск. – 2004.

2. Белоус, Н. М. Методика обучения решению задач по физике на примере темы: «Механические колебания» //Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2018. – №. 12. – С. 297-302.

3. Вараксина, Е.И., Майер В.В. Совершенствование процесса изучения механических волн в школьном курсе физики // Наука и школа. – 2016. – №5.

4. Демидова, М. Ю. Курс физики основной школы в стандартах второго поколения //Физика в школе. – 2016. – №. 7. – С. 4-13.
5. Жутова, А. С., Бобылев Ю. В. о возможности расширения лабораторного практикума в школьном курсе физики по теме «механические колебания» //Университет XXI века: научное измерение. – 2018. – С. 47-48.
6. Кавтрев, А. Ф. Компьютерные модели в школьном курсе физики //Компьютерные инструменты в образовании. – 2017. – №. 2.
7. Каменецкий, С.Е. Теория и методика обучения физике в школе. М.: Издательский центр «Академия». – 2017. – С. 384.
8. Ландсберг, Г.С. Элементарный учебник физики. – М. –1974.
9. Апросинкина Н.В. Современные образовательные технологии на уроках физики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urok.1sept.ru/articles/609257> (дата обращения 05. 04. 2024).
10. Гармонические колебания. 9 класс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kopilkaurokov.ru/fizika/testi/garmonichieskiie-koliebaniia-9-klass> (дата обращения 05.04.2024).
11. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru> (дата обращения 05.04.2024).
12. Новые стандарты в предметной области «Физика»: Учебное пособие/ Сост. Б.Е. Железовский, Н.Г. Недогреева. – Саратов: Изд-во «Издательский Центр «Наука», 2012 г. – 58 с.
13. Образовательная система «Школа-2100» Программа по физике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.school2100.ru/uroki/general/physics.php> (дата обращения 05.04.2024).
14. Организация проектной деятельности учащихся. Ч. 2. Методические рекомендации по использованию преимуществности натурального и компьютерного лабораторного эксперимента: Учебное пособие / Сост. Н.Г. Недо-греева, М.Н. Нурлыгаянова, И.С. Козлова. – Саратов: Изд-во Издательский Центр «Наука», 2013. – 82 с.

15. Основные методические направления обучения физике: Учебное пособие / Сост.: Н.Г. Недогреева, М.Н. Нурлыгаянова. – Саратов: Изд-во «Центр «Просвещение», 2017. – 84 с.

16. Особенности деятельности учителей-предметников в условиях внедрения ФГОС второго поколения основного общего образования. Физика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://orenipk.ru/rmo\\_2012/rmo-pred-](http://orenipk.ru/rmo_2012/rmo-pred-)

17. Перышкин А.В. Физика. 9 кл.: учебник для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – 14-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2009.

18. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / Сост. Е.С. Савинов. – М.: Просвещение, 2011.– 454 с. (Стандарты второго поколения).

19. Проблемный метод в обучении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://spravochnick.ru/pedagogika/teoriya\\_obucheniya/problemnyu\\_metod\\_v\\_obuchanii/](https://spravochnick.ru/pedagogika/teoriya_obucheniya/problemnyu_metod_v_obuchanii/) (дата обращения 05.04.2024).

20. Продуктивное сотрудничество в контексте внеурочной предметной деятельности: Учебное пособие / Сост. Ю.К. Костенко, Н.Г. Недогреева. – Саратов: Изд-во «Центр «Просвещение», 2017. – 104 с.

21. Свободные колебания. Математический маятник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.physics.ru/courses/op25part1/content/chapter2/section/paragraph3/theory.html#.VJhZ2sgc> (дата обращения 05.04.2024).

22. Современные образовательные технологии : [учеб. пособие] / Л. Л. Рыбцова и др. ; под общ. ред. Л. Л. Рыбцовой ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 92 с.

23. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 368 с.

24. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурышевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 384 с.

25. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infourok.ru/federalnyj-centr-informacionno-obrazovatelnyh-resursov-4843073.html> (дата обращения 05.04.2024).

26. Фундаментально ядро содержания общего образования / Рос. акад. наук, Рос. акад. Образования; под ред. В.В. Козлова, А.М. Кондакова. – 4-е изд., дораб. – М.: Просвещение, 2011. – 79 с. (Стандарты второго поколения).

27. Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика: 9 кл.: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: Вентана-Граф, 2012. – 304 с.

28. Шаркова Е.В. Механические колебания и их характеристики. 9-й класс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urok.1sept.ru/articles/641997> (дата обращения 05.04.2022).

29. Электронный учебник по физике: все темы школьной программы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nado5.ru/e-book/fizika> (дата обращения 05.04.2024).

