

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава 1. Анализ научно-методической и методической литературы по проблеме применения понятий «модель» и «аналогия» в науке и обучении.....	5
1.1. Сравнительный анализ понятий «модель» и «аналогия».....	12
1.2. Особенности применения моделей и аналогий при обучении учащихся в средней школе.....	
Глава 2. Организационно методические условия применения моделей и аналогий при обучении учащихся физике в средней школе (на примере раздела «Колебания»)	
.....	17
2.1. Методический анализ раздела «Колебания» .....	17
2.2. Методика применения моделей и аналогий в обучении учащихся физике на примере раздела «Колебания».....	29
Заключение.....	39
Список использованных источников и литературы.....	40

## Введение

Проблемой исследования является применение моделей и аналогий при изучении физических явлений, включённых в школьный курс физики. Моделирование рассматривается как метод отражающий знания о природе, который должен быть сформирован у учащихся при познании окружающего мира при обучении его физике. Анализ публикаций показывает что уровень сформированности у учащихся умений применять модели и аналогий при изучении физики остается на низком уровне, что противоречит требованиям ФГОС физического образования в средней школе. Это противоречие позволило сформировать цель исследования.

Цель исследования — обоснование возможности и целесообразность реализации подхода, ориентированного на развитие умений у учащихся моделировать физические процессы и явления и использовать его, как наиболее важный прием познавательной деятельности, при изучении теоретического материала школьного курса физики и разработки методики, реализующей данный подход при изучении физики.

Объектом исследования является процесс обучения физике учащихся основной школы.

Предметом исследования является методика применения моделей и аналогий в школе по разделу «Колебания» для учащихся основной школы.

В соответствии с обозначенной целью, предметом и объектом исследования поставлены следующие задачи:

1. Изучить состояние исследуемой проблемы в практике обучения учащихся физике
2. Проанализировать научно-методическую и методическую литературу по проблеме применения моделей и аналогий в школе на уроках физики.

3. Проанализировать раздел «Колебания» с целью выделения основных прикладных вопросов.
4. Разработать методику применения моделей и аналогий по разделу «Колебания».
5. Решение поставленных задач потребовало использование следующих методов исследования: анализ; обобщение и систематизация и сравнение по проблеме исследования.

# **Глава 1. Анализ научно-методической и методической литературы по проблеме применения понятий «модель» и «аналогия» в науке и обучении.**

## **1.1 Сравнительный анализ понятий «модель» и «аналогия»**

Смысл моделей и аналогий при обучении физике связано с увеличением научно-теоретического значения изложения материала, с формированием научного миропонимания студентов. Использование всевозможных моделей и аналогий, считается еще важным составляющей технического образования подростков.

Аналогия и модели — способ научного знания, который обширно используется при исследовании физики. В базе аналогии лежит сопоставление. В случае если находится, 2 или же больше объектов имеют подобные симптомы, то делается вывод и о однообразии кое-каких иных симптомов. Вывод по аналогии имеет возможность быть как настоящим, например и неверным, в следствие этого он настоятельно просит экспериментальной испытания.

Смысл аналогий при обучении связано с увеличением научно-теоретического значения изложения материала на уроках физики в средней школе, с формированием научного миропонимания студентов. В практике изучение аналогии применяется в ведущем для пояснения уже введенных сложных мнений и закономерностей.

Собственно что касается моделей, исторически первыми моделями как заместителями кое-каких объектов были, без сомнения, символические относительные модели. Ими считались языковые символы, конечно образовавшиеся в ходе становления населения земли и помаленьку составившие разговорный язык.

Грядущим рубежом становления моделирования возможно считать появление знаковых числовых обозначений. Сведения о итогах счета сначала остался в облике зарубок. Постепенное улучшение сего способа привело к изображению количеств в облике цифр как системы символов.

Возможно представить, собственно что как раз засечки были макетом римских цифр I, II, III, V, X.

Последующее становление знаковых моделей связано с появлением письменности и математической символики. Более античные письменные слова, знакомую в реальное время, относят приблизительно к 2000 г. до н. э. (Египет и Вавилон). Есть причины думать, собственно что вавилоняне уже использовали мнением схожести прямоугольных треугольников.

Важное становление моделирование получает в античной Греции в V-III вв. до н. э. Была сотворена геометрическая модель Солнечной системы, доктор Гиппократ для исследования людского очи использовал его физиологической подобной моделью - глазом быка, математик Евклид сделал учение о геометрическом подобии.

По мере становления и укрупнения механического изготовления, металлургии, судостроения, градостроения и т. д., все почаше находится дефицитность геометрического схожести на физическом уровне однородных объектов для прогнозирования качеств объектов большущих объемов на основании качеств объектов наименьших объемов.

1-ый шаг в развитии учения о подобии при физиологическом моделировании был изготовлен И. Ньютоном (1643-1727), который определил обстоятельства схожести механических явлений. Дальше становление долговременное время шло методом определения личных критерий схожести для явлений лишь только конкретной физиологической природы - работы И. П. Кулибина (1735-1818) и Л. Эйлера (1707-1783) в области строительной механики, В. Л. Кирпичева (1845-1913) в области упругости и др.

И в конце концов, в 1909-1914 гг. Н. Е. Жуковским, Д. Релеем, Ф. Букингемом была сформулирована аксиома, позволяющая ввести обстоятельства схожести явлений всякий физиологической природы.

Параллельно шло становление закономерного моделирования в знаковой форме, это до этого всего становление арифметики. В конце XVI в. Д. Непер (1550-1617) придумал логарифмы. В конце XVII в. И. Ньютон и Г. Лейбниц (1646-1716) сделали дифференциальное исчисление. Получают становление численные способы заключения всевозможных задач.

К первым вычислительным приборам возможно отнести счеты (XV-XVI в.), логарифмическую линейку (начало XVII в.). Долгое время вычислительные приборы были самыми механическими - арифмометр, счетно-решающие механизмы и т. п. И лишь только в 30-х гг. нашего века наступает становление электроаналоговых и цифровых вычислительных приборов.

И 1-ые обобщения 2-ух направлений вещественного моделирования - а) физиологического и б) формального с поддержкой вычислительных приборов были изготовлены В. А. Вениковым (1949 г.) и Л. И. Гутенмахером (1949 г.), а вслед за тем возымели последующее становление у И. М. Тетельбаума (1959 г.), А. М. Сучилина (1964 г.), П. М. Алабужева (1968 г.). Философские концепции ведущих совокупных вопросов моделирования отражены В. А. Штоффом, И. Б. Новиковым, Н. А. Уемовым и др. [2]. Научной основой моделирования работает доктрина аналогии, в личном случае - физиологического и аналогового моделирования - доктрина схожести, в которой главным мнением считается - понятие аналогии - сходство объектов по их высококачественным и количественным симптомам [1].

Модели и аналогии в физике соединяются мнением обобщенной аналогии - абстракцией. Она выражает особенного семейства соотношение меж сопоставляемыми объектами, меж моделью и макетом

Телесная аналогия - сходство при наличии физиологического аналога. Константы схожести - безразмерные величины, а итог изучения подразумевает раскрытие физиологического значения самих уравнений. В литературе отмечается неразрывная ассоциация модели с аналогией.

Но “Аналогия не есть модель”. Неопределенности порождаются нечетким различием:

- а) аналогии как мнения выражающего фактическое отношение однообразия меж различными вещами, процессами, обстановками, проблемами;
- б) аналогии как особенной логики умозаключения;
- в) аналогии как эвристического способа познания;
- г) аналогии как метода восприятия и осмысления информации;
- д) аналогии как способы переноса апробированных способов и мыслях из одной ветви познания в иную, как способы возведения и становления научной доктрине.

В соответствии с этим данному возможно предоставить всевозможные определения аналогии :

1. Аналогия - беспристрастная база моделирования.

Определение: Аналогия есть понятие, выражающее конкретное выборочное или же абсолютное сходство меж разными объектами в тех или же других свойствах, функциях, соотношениях составляющих.

2. Различие научной аналогии от ненаучной (метафор, аллегорий, обыденных представлений и т. д.) - условие верного определения сути и роли аналогии в операциях научного моделирования.

Определение: Аналогия- есть связь дум о различных предметах.

3. Аналогия - эвристический способ моделирования.

Определение: Аналогия- есть способ научного розыска и пояснения (разъяснения, объяснения) изучаемого объекта при помощи сравнения его с знакомым приятным объектом.

4. Аналогия - метод восприятия и абстрактного осмысления инфы, и в данном значении она считается средством выбора модели.

Определение: Аналогия - есть абстрактный способ комментарию зрительно ненаблюдаемых объектов.

5. Аналогия - закономерная база моделирования,

но мало ее предопределять как “перенос инфы от модели на прототип” или же как “переход от модели к прототипу”.

Определение: Научная аналогия - есть умозаключение, в ходе которого на основании обнаружения однообразия или же общности ряда значительных симптомов у 2-ух объектов или же выборочного тождества пропорций их составляющих и учета различий меж ними в иных отношениях делается вывод о том, собственно что 1 из их присущи эти качества, которые были выявлены при исследовании иного объекта (модели).

Вывод по аналогии подключает интерпретацию инфы, приобретенной изучением модели. Подобный вывод не объединяется к экстраполяции инфы с 1-го объекта на иной. Ключевое заключается в том, дабы приписать информацию, осознать ее, квалифицировать и высказать итог изучения модели в определениях предмета-оригинала. Интерпретацию и свидетельство итогов моделирования идет по стопам рассматривать как ведущей довод в пользу тезиса о том, собственно что аналогия и ее личный случай - сходство - есть беспристрастное и логическое базу способа моделирования.

Вообщем, аналогия это среднее, опосредующее звено меж моделью и объектом. Функция такового звена заключается:

- а) в сравнении всевозможных объектов, обнаружении и анализе беспристрастного однообразия конкретных качеств, отношений, свойственных данным объектам;
- б) в операциях размышления и выводах по аналогии, т. е. в умозаключениях по аналогии.

Индивидуальность метода получения выводов по аналогии в закономерной литературе возымела заглавие традукция - перенесение отношений (свойств, функций и т. д.) от 1 предметов на иные. Традуктивный метод размышлений применяется при сравнении всевозможных предметов по численности, качеству, пространственному положению,

временной характеристике,  
поведению, активным характеристикам структуры и т. д.  
Нормативные

Нормативные обстоятельства,  
соблюдение коих увеличивает уровень достоверности решения по  
и гарантирует корректность выводов:

1. Чем более совокупных качеств или же подобных симптомов у  
сравниваемых предметов, что вероятнее их одинаковость и  
в иных отношениях.

2.  
Чем значимее отысканные совместные качества, что повышает уровень правом  
ерности вывода.

3.  
Чем глубже познана обоюдная закономерная ассоциация подобных симпто  
мов, что вывод поближе к достоверности.

4. Есть обстоятельства лимитирования,  
запрещающие выносить на вещь итоги воздействия времени, в случае  
если эти не связаны с предметами по существу или же по его  
происхождению.

5. Совместные качества обязаны быть вполне  
вероятно больше соответствующими для сравниваемых предметов.

6. Переносимые качества обязаны быть такого же на  
подобии, собственно что и совместные качества.

7. Предметы обязаны сравниваться по хоть  
каким незначай подобранным свойствам.

В общем случае под подобием понимается такое  
взаимооднозначное соответствие между сопоставляемыми объектами  
(процессами), при которых функции или правила перехода от параметров,  
характеризующих в том или ином смысле один из объектов, к параметрам, в  
том же смысле характеризующим другой объект, известны, а математические

описания (если они имеются или потенциально могут быть получены)  
допускают их преобразование к тождественному виду.

## 1.2 Особенности применения моделей и аналогий при обучении учащихся физики

Больше действенными считаются те педагогические способы применяемые учителем, которые не лишь только выделяют достоверное познание, но и оказывают позитивное воздействие на мотивационную, эмоционально-волевою сферу личности студента и содействуют реализации его креативных вероятностей. Довольно важен и что прецедент, собственно что педагогический процесс одевает вероятностный характер; большущее воздействие на него оказывают не всякий раз поддающиеся учету и влиянию общественные, психические и иные моменты. [4]

Моделирование, как метод научного знания действительности, давным-давно стало одним из более сильных средств науки. Способ моделирования содержит большущее смысл в передовых критериях. Он реализован на построении соответственной модели объекта, исследовании ее качеств и переносе приобретенной инфы на сам объект. Роль модели произведено в том, собственно что она – субститут объекта, посредник в отношениях меж субъектом и объектом. Под моделью понимается относительный тип или же образчик изучаемого объекта.

Например как в Муниципальном образовательном эталоне учтено исследование способов научного знания в облике отдельного раздела, то нужно создавать у подростков представление о роли моделирования явлений и объектов, области использования и пределов применимости моделей. Безусловно, это настоятельно просит перестройки всего учебного процесса в школе так, дабы ученики возымели точное представление о происхождении научных познаний и отдавали себе отчет, как связаны меж собой прецеденты, мнения, законы и абстрактные выводы. В курсе физики понятие модели имеет возможность быть рассмотрено в 2-

ух качествах: модель как объект знания и как средство знания. Проиллюстрируем это. Для рассмотрения мнения модели как объекта знания подходит грядущая классификация моделей, в которой все модели разделяются на 2 больших класса: модели вещественные и модели безупречные (информационные). А информационные модели в собственную очередь разделяются на: описательно-информационные, формализованные и графические. Разглядим вероятные примеры моделей взаимодействия 2-ух электрически заряженных тел. Случием вещественной модели такого взаимодействия имеют все шансы быть крутильные весы Кулона, в коих шарики А и В заряжаются конкретным образом и играют роль заряженных тел. А о величине силы взаимодействия меж заряженными телами осуждают по повороту узкой серебряной упругой нити подвеса. Описательно-информационная модель: 2 разноименно заряженных тела притягиваются, а 2 одноименно заряженных тела отталкиваются, при этом мощь взаимодействия находится в зависимости от расстояния меж телами, среды, в которую они размещены и величины заряда тел.

Случием математической модели считается ассоциация меж величинами в законе Кулона (записанном, к примеру, в скалярной форме в системе СИ):

$$F = k(q_1 q_2 / r^2)$$

Графической моделью работает, к примеру, подневольность модуля силы взаимодействия от расстояния меж 2-мя телами (при неизменной величине зарядов тел).

При рассмотрении модели, как способы знания почаще применяется дележ моделей на вещественные (предметные) и абстрактные.

За редчайшим исключением, всякий материальный опыт – это модель (материальная). А случаем теоретической модели имеет возможность работать модель гармонической электрической волны из курса физики ведущей средние учебные заведения.

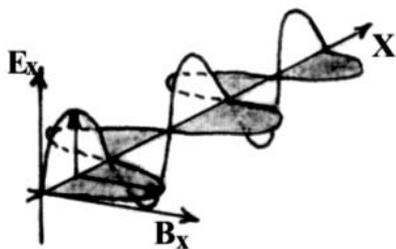


Рис.2

Гармоническая электрическая волна (рис.2) – это распространяющееся в месте с конечной скоростью гармоническое электрическое шатание.

Гармоническая электрическая волна дает собой неиссякающую синусоидальную волну, в которой все конфигурации напряженности электронного поля и индукции магнитного поля происходят по закону синуса или же косинуса. При этом, шатания вектора напряженности  $E$  вектора индукции  $B$  в электрической волне происходят перпендикулярно направленности ее распространения. В то же время векторы напряженности и индукции перпендикулярны друг другу. Это значит, собственно что волна движется в направленности, перпендикулярном плоскости, в которой колеблются векторы  $E$  и  $B$ . К огорчению, почти все учителя в реальное время не готовы к изменению акцентов в преподавании. В. Г. Разумовский что, собственно что не лишь только учащиеся, но нередко учителя запоминают о "модельном" нраве теоретических познаний, присваивают им статус абсолютной адекватности изучаемой действительности, собственно что очень сковывает становление познавательных и креативных возможностей студентов. Поменять историю имеет возможность только эта организация учебного процесса в

педагогическом институте, когда раскрытию модельного нрава знания в физиологической науке станет уделяться довольн о времени.

Модели давным-давно играют 1 из ключевых ролей в обучении физике, о моделях написано большое количество научных дел, большое количество научных работников, педагогов и учителей делали и делают свежие учебные модели, создано большое количество классификаций моделей.

Основная

масса классификаций предполагают внимание для способа преподавания физики лишь только в проекте изучения учащихся способу моделирования, и не предполагают особенного внимания при преподавании определенных что курса. Абсолютно по другому обстоит дело с систематизацией, основанной на методиках получения моделей.

Модели возможно поделить на

модели, приобретенные методом максимального перехода,

модели, приобретенные методом приписывания и абстрактные конструкторы.

С поддержкой максимального перехода возможно получить

модели именно воспринимаемых явлений и

объектов, методом рассмотрения цельного ряда явлений или

же объектов владеющих интересующим свойством, к примеру в порядке его

возрастания, а вслед за тем сконструировать мысленный объект или

же появление, владеющим данным свойством

в безграничной мере, или лишенным его.

Методом приписывания кое-каких качеств объекту возможно получить

модели микрообъектов или же микроявлений, не

воспринимаемых именно органами эмоций. Этим образом, возможно получи

ть модели безупречного или же электрического газа. И, в конце

концов, абстрактные конструкторы, эти как электрон или

же электрическое фон, они не имеют все шансы быть

получены методом приписывания,

и только последующее становление науки имеет возможность доказать правомерность их применения. Из предоставленной систематизации возможно получить определенные методические советы по вступлению моделей такого или же другого класса. Для удачного вступления модели именно воспринимаемого макрообъекта или же макроявления, нужно воплотить в жизнь надзор аналогичных объектов/явлений с разными степенями выраженности интересующих качеств. Для возведения моделей микрообъектов и микроявлений приобретенных методом приписывания нужно, в начале, на базе предшествующего навыка, методом абстрагирования откинуть несущественные стороны, а остальные в фон рассмотрения качества дописать модели. И, в конце концов, при внедрении теоретических конструктов, этих как электрон, квант или же электрическое фон, жизнь коих, само по для себя, нужно аргументировать, остается применить исторический ткань, показывающий, как эти мнения были замечены в ситуации науки. Оно показывает как назначать опыт и как возделывать его данные, дабы получить итог, не лишь только надежный в предоставленном личном случае, но и распространяющийся на группу аналогичных явлений.

Нужно припоминать собственно что модели и аналогии возможно применить не лишь только в качестве изложения абстрактного материала по физике но и применить их в качестве опыта.

Глава 2. Организационно методические условия применения моделей и аналогий при обучении учащихся физике в средней школе (на примере раздела «Колебания»).

### 2.1. Методический анализ раздела «Колебания»

В наше время нет области науки и техники, где не присутствовали колебательные процессы. Все законы в данном разделе универсальные и всеобщие. При выборе методики обучения и методов изучения этого раздела следует руководствоваться такими факторами как:

- Научной и практической важности материала выбранного для изучения
- Значительной важностью изучаемого материала в качестве фактора формирования мировоззрения учащихся.

Колебательные движения можно поставить в список одних из самых распространенных движений в природе. Изучение колебаний может открыть обучающемуся двери к огромному количеству тайн природы.

Раздел «Колебания» в школе имеет два раздела: механические и электромагнитные колебания. Механические колебания делятся на такие темы как колебательные системы, свободные и вынужденные колебания, гармонические колебания, фаза, разность фаз, резонанс и другие.

Электромагнитные колебания, в свою очередь состоят из таких тем как колебательный контур, действие переменного тока, действие значения силы тока и напряжения и другие. Проведем анализ научно-методической литературы по каждой теме выделенного раздела «Колебания».

**Механические колебания.** В разделе механические колебания проанализируем наиболее простые, но очень важные понятия о повторяющихся движениях. Взяв как пример пружинный и математический маятники, раскроем понятия о смещении, амплитуде, частоте, фазе и периоде, ускорении и скорости. А так же рассмотрим и проанализируем превращения энергии при гармонических колебаниях, резонанс и затухание колебаний. Все эти понятия используются на протяжении изучения всей

«волновой» ступени обучения, они должны быть усвоены обучающимися прочно и глубоко.

**Повторяющиеся движения. Колебания.** Повторяющиеся движения относятся к числу самых распространенных в природе и технике движений. Но многими из них учащиеся в той или иной степени уже знакомы из курса физики или по жизненному опыту: равномерное движение точки по окружности, земли вокруг Солнца, спутников вокруг земли, движений поршней двигателя и маятника часов, биение сердца и движение рук и ног при ходьбе.

На нескольких примерах рассмотрим, что общего имеется во всех этих различных движениях и что различает их. Можно сопоставить точку движущуюся по окружности и груза на пружине. Для обеих движений характерно их повторение. Можно заметить что, с течением времени повторяется местоположение колеблющегося тела или его координаты. Все повторяющиеся движения являются ускоренными, так как скорость движущихся тел изменяется. Следовательно, все повторяющиеся движения происходят не по инерции, а под действием некоторых сил. Траектории же движения могут быть самыми различными: эллипсами, окружностями, прямыми линиями и т.д.

Частным случаем повторяющихся движений являются колебания, движения, которые повторяются через более или менее определенные промежутки времени. Движения, повторяющиеся через равные промежутки, называются периодическими.

**Колебательные системы. Свободные и вынужденные колебания.** Колебательные движения происходят под действием некоторых сил, то есть являются результатом действия на колеблющееся тело других тел. Часто движение тел происходит под действием внутренних сил. Колебания, происходящие под действием только внутренних сил, называются свободными. В общем случае колебательную систему составляют несколько тел, однако часто рассматривают движение только одного какого-либо тела, так как колебания других тел незначительны или не представляют интереса.

Так же существуют колебания, которые совершаются телами под действием внешних, периодически изменяющихся сил, такие колебания называются вынужденные.

Уравнение гармонических колебаний пружинного и математического маятников и др .

Введем величины характеризующие данное движение: смещение точки(тела, груза) от положения равновесия  $x$ , максимальное смещение –

амплитуду колебаний  $x_{max}$  или  $A$ ; период колебаний  $T = \frac{t}{n}$ , где  $n$  – число

колебаний за время  $t$ ; частоту колебаний  $\nu = \frac{1}{T}$ .

Упругая сила максимальна при максимальном (равном амплитуде) смещения тела от положения равновесия и равна нулю, когда  $x = 0$ . Следует особо обратить внимание на то, что сила всегда направлена к положению равновесия ( это справедливо для любых механических колебаний).

Положение равновесия тело проходит по инерции. Следовательно, для механических колебаний важна инертность тела или его масса.

Приступим к выводу уравнения движения  $x = f(t)$ , выберем инерциальную систему координат, связанную с Землей, приняв за начало координат положение равновесия тела.

Применим к колеблющемуся на пружине телу (материальной точке) второй закон Ньютона  $F = ma$ .

Так как движение происходит по горизонтали (вдоль оси  $x$ ), то это уравнение примет вид  $F_x = ma_x$ .  $F_x$  - это проекция на ось  $x$  силы упругости пружины, которая определяется законом Гука:  $F_x = -kx$ . Следовательно,  $ma_x =$

$-kx$ , откуда  $a_x = -\frac{k}{m}x$  или  $x'' + \frac{k}{m}x = 0$ .

Это и есть искомое уравнение колебаний тела под действием силы упругости. Движения, описываемые данным уравнением, называют гармоническими колебаниями.

Согласно данному закону может изменяться не только механическая величина – смещение  $x$ , но и электрические, оптические и другие физические величины.

Для существования механических гармонических колебаний необходимо наличие силы  $F$ , пропорциональной смещению  $[$  и противоположной ему по направлению. Аналогичное уравнение справедливо и для ряда других колебаний тел. Например для математического маятника.

Уравнение гармонического колебательного движения в виде зависимости выглядит так:  $x = A \cos \omega t$ ,  $A$  в данном случае это наибольшее смещение колеблющейся точки от положения равновесия. В случае гармонического колебания, являющегося проекцией вращательного движения зависимость принимает вид:  $x = A \cos \omega t$ , где  $\omega$  – угловая скорость равномерного вращения точки по окружности.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

Следовательно,  $\omega$  – это число колебаний за  $2\pi$  с. Поэтому  $\omega$  называют циклической или круговой частотой. Поскольку же любому механическому гармоническому колебанию можно сопоставить соответствующее вращательное движение с угловой частотой  $\omega$  и амплитудой  $x_{max} = R$ , то этот вывод является общим.

**Фаза колебаний. Разность фаз.** Фазу колебаний определяют как величину, стоящую под знаком косинуса или синуса в решении уравнения гармонических колебаний. Фазу можно записать так:

$$\varphi = \omega t = 2\pi \frac{t}{T} .$$

Следовательно, фаза колебаний  $\varphi$  пропорциональна величине  $\frac{t}{T}$ , то есть времени колебаний, выраженному в долях периода  $T$ .

Если же фазу записать в виде  $\varphi = t : \frac{T}{2\pi}$ , то можно сказать, что фаза – это мера времени, прошедшего от начала колебаний и выраженного в единицах, в  $2\pi$  раз меньших, чем период  $T$ .

Решением дифференциального уравнения является не только выражение  $x = x_{max} \cos \omega t$ , но и выражение  $x = x_{max} \cos(\omega t + \varphi_0)$ , где  $c$  - начальная фаза колебаний. Разность этих выражений будет равняться  $\varphi_0$ .

Возьмем для примера два колеблющихся математических маятника. Разностью фаз для этих маятников будет  $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ , где  $\varphi_2$  - фаза второго маятника,  $\varphi_1$  - фаза первого маятника.

**Скорость и ускорение при гармонических колебаниях.** Наблюдая достаточно медленные ( $T \approx 2\text{с}$ ) колебания маятника, нетрудно установить, что в соответствии с формулами и графиками скорость колеблющейся частицы максимальна в момент прохождения положения равновесия и равна нулю в крайнем положении.

Ускорение колеблющегося тела согласно формуле  $a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{k}{m} x$  изменяется, так как изменяется сила  $F$ . Наибольшее по модулю ускорение тело имеет в крайних положениях при максимальном смещении, а наименьшее, равно нулю, - в положении равновесия.

Период колебаний пружинного и математического маятников

Решением уравнения гармонических колебаний  $x'' + \frac{k}{m} x = 0$  функция  $x = x_{max} \cos \omega t$ , в результате подстановки которой находим, что  $\omega^2 = \frac{k}{m}$ .

Так как  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ , то период колебаний пружинного маятника  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ .

Используя в пружинном маятнике одну и ту же пружину, но значительно отличающиеся по массе тела, можно наглядно обнаружить увеличение периода  $T$  увеличением массы  $m$ . Подвешивая одно и то же тело к пружинам, значительно отличающимся по жесткости, наглядно обнаруживаем уменьшение периода с увеличением жесткости.

Аналогично, используя уравнение  $x'' + \frac{g}{l} x = 0$ , находим, что период колебания математического маятника равен  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ . Впервые такое получение формулы принадлежит Гюйгенсу.

Период колебаний пружинного и математического маятника не зависит от амплитуды. Для математического маятника это установил Галилей.

Сравнивая формулы  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  и  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ , нужно обратить внимание на тот факт, что период колебаний математического маятника, в отличие от пружинного, не зависит от его массы. Объясняется это тем, что для квазиупругих колебаний математического маятника коэффициент  $k = \frac{mg}{l}$ , то есть пропорционален массе.

Затухающие колебания. Во всех ранее рассмотренных примерах колебания с течением времени обязательно затухали, становясь менее интенсивными и, наконец, прекращались вовсе. Причиной затухания является отрицательная работа сил трения.

Для замкнутой колебательной системы справедливо уравнение  $W + U = \text{const}$ , где  $W$  – механическая энергия свободных колебаний, а  $U$  – внутренняя энергия.

Из-за несовершенства упругих свойств материала происходит постоянное превращение части механической энергии  $W$  во внутреннюю энергию тел  $U$ , о чем можно, в частности, судить по их нагреванию.

Внутреннее трение и, следовательно, затухание колебаний для разных материалов различно. Помимо внутреннего трения, практически всегда существует и внешнее. Полезно подчеркнуть, что силы внешнего трения могут быть обусловлены не только сопротивлением воздуха, воды и других тел, но и действием электромагнитных полей.

Для слабо затухающих гармонических колебаний условно «периодом»  $T$  называют время между двумя прохождением телом положения

равновесия в одном направлении. Для одной и той же среды, тормозящей колебания «период»  $T$  – величина постоянная.

Трение может быть столь значительным, что колебание станет аperiodическим или даже не возникнет совсем. Это не трудно показать на примере с маятником, тело которого погружено в вязкую жидкость.

**Вынужденные колебания.** При свободных колебаниях система получает энергию только один раз, когда она выводится из положения равновесия, а при вынужденных колебаниях энергия пополняется все время за счет работы вынуждающей силы. Амплитуда вынужденных колебаний пропорциональна амплитуде вынуждающей силы.

**Резонанс.** В какой либо системе с вынужденным колебанием амплитуда зависит от частоты внешних сил. Во всех случаях, когда частота  $\omega$  внешней силы отличается от собственной частоты  $\omega_0$  колебаний системы, внешняя сила бывает направлена то по направлению движения тела (работа силы положительна), то против него (работа отрицательна). Поэтому в целом за счет работы силы механическая энергия системы пополняется незначительно.

При некоторой (резонансной) частоте амплитуда колебаний резко возрастает.  $\omega_{рез} \approx \omega_0$ . Явление объясняется тем, что при  $\omega = \omega_0$  вынуждающая сила направлена по направлению скорости. Но скорость опережает по фазе на  $\pi/2$  смещение колеблющейся точки. Следовательно, и сила опережает смещение  $\pi/2$  (четверть периода) и всегда совершает положительную работу.

Таким образом, в системе создаются наиболее благоприятные условия для пополнения энергии. При постоянной амплитуде внешней сила получается максимальная амплитуда колебаний. Сила трения в этом случае компенсируется внешней силой, и тело движется только под действием внутренних сил. Колебания поддерживаются с максимальной амплитудой при минимальных затратах энергии.

Поэтому явлением резонанса и называют возрастание амплитуды вынужденных колебаний при условии, что частота вынуждающей силы близка к частоте собственных колебаний системы.

Следует обратить внимание на то, что резонанс может вызываться и негармоническими периодическими силами. Примером этого может служить раскачивание качелей, которые подталкиваются отдельными толчками в такт колебаниям. Толчки при этом могут действовать на качели и не при каждом их размахе, а, например, через один или через несколько качений. В этом случае период негармонической периодической силы может быть равен или превышать в целое число раз период собственных колебаний системы.

Характер вынужденных колебаний в большой степени зависит и от сил трения. С увеличением силы трения амплитуда вынужденных колебаний при резонансе уменьшается, так как работа внешней силы в значительной мере идет на пополнение внутренней энергии тел.

**Автоколебания.** Незатухающие колебания могут возникать и бездействия внешних сил, другими словами в замкнутых системах, которые их можно разделить на основные три элемента: источник энергии и устройство регуляции, колебательную систему.

Автоколебания, в отличие от вынужденных колебаний, которые происходят под действием периодической силы, характер которой определяет вид колебаний, могут происходить при разных действиях: постоянной силы (давление, тяжесть и так далее) и поэтому характер определяется свойствами самой системы. Потери энергии в данном случае имеют существенную роль.

Колебания системы близки к собственным при незначительном воздействии на систему, то есть при небольшой потере энергии. Что касается значительной потере энергии, все противоположно, автоколебания в данном случае, значительно отличаются от собственных.

**Электромагнитные колебания.** По данному разделу кратко провожу анализ таких понятий как: свободные электромагнитные колебания и автоколебания в колебательных контурах, а также вынужденные колебания в

электрических цепях под действием синусоидальной ЭДС. Все эти вопросы имеют большое значение для физического образования учащихся. На их основе затем изучаются электромагнитные волны с их научными и практическими приложениями передача и использование электрической энергии, успехи и перспективы электрификации, радиофикации, автоматизации производственных процессов и так далее.

Для методики изучения электромагнитных колебаний особенно важны следующие положения:

- использование моделей и аналогий механических и электромагнитных колебаний;
- широкое применение физического эксперимента;

**Колебательный контур.** Колебания рассматривают в основном с энергетической точки зрения. Повторюсь, что аналогом механической потенциальной энергии является энергия электрического поля, например конденсатора. Это поле, как и гравитационное поле Земли, потенциальное. Его энергетической характеристикой служит потенциал (или разность потенциалов). Кинетическую же энергию, обусловленную движением тела, следует сопоставить с энергией магнитного поля, которая связана с движением зарядов или током. Дальнейшей аналогией является аналогия энергетических превращений в конденсаторе и маятнике, лучше пружинном. В пружинном маятнике «наглядным» носителем потенциальной энергии служит деформированная пружина, носителем кинетической энергии - колеблющееся тело. Аналогами в колебательном контуре соответственно являются заряженный конденсатор и катушка с током.

При замыкании конденсатора на катушку индуктивностью  $L$ , в последней возникает электрический ток и, следовательно, магнитное поле. Согласно закону сохранения энергия конденсатора убывает, а энергия магнитного поля на столько же увеличивается. В тот момент, когда энергия

конденсатора становится равной нулю, энергия магнитного поля достигает максимума ( $W_m = \frac{LI^2}{2}$ )

Механической аналогией служит полное превращение потенциальной энергии пружины в кинетическую энергию колеблющегося тела ( $W_k = \frac{mv^2}{2}$ ).

Из сопоставления формул следует, что аналогом индуктивности  $L$  является масса  $m$ , а аналогом силы тока  $I$  – скорость тела  $v$ .

Но так как  $v = x'$ , а  $I = q'$ , то для колебательного процесса в контуре аналогом смещения  $x$  служит заряд  $q$ . В таком случае аналогом формулы  $\frac{kx^2}{2}$  является  $W_p = \frac{q^2}{2C}$

Из энергетических соображений далее следует, что конденсатор должен перезарядиться и процесс будет повторяться: в контуре возникнут электромагнитные колебания.

Под действием электростатических сил поля конденсатора электроны приходят в упорядоченное ускоренное движение, которое будет таковым до тех пор, пока не разрядится конденсатор. В этот момент скорость электронов станет максимальной, хотя на них уже не будут действовать электростатические силы. Окажется максимальным и ток  $I = iS = envS$ . При дальнейшем движении электронов начинается перезарядка конденсатора. Электростатические силы тормозят движение электронов, и ток уменьшается, что, в свою очередь, приводит к ослаблению магнитного поля.

По закону Ленца в проводнике возникает ЭДС самоиндукции, которая препятствует уменьшению тока. Ток будет течь еще некоторое время в прежнем направлении, что и приведет к перезарядке конденсатора. Далее процесс пойдет аналогичным образом с той разницей, что направление тока изменится на противоположное.

**Вынужденные электромагнитные колебания.** Логично что неизбежны потери энергии свободных колебаний в контуре и их быстрое затухание. По аналогии с механическими колебаниями нетрудно заключить, что для получения незатухающих электромагнитных колебаний необходимо компенсировать потери энергии в контуре. Это можно сделать, пополняя энергию периодически, лучше всего в резонансном режиме.

Под действием синусоидальной ЭДС ток в цепи также изменяется по синусоидальному закону, но в общем случае отличается от ЭДС по фазе:  $i = I_{max} \sin(\omega t + \varphi)$ .

**Действие переменного тока. Действие силы тока и напряжения.** Многие действия постоянного и переменного токов различны. И только отличием тепловых действий постоянного и переменного токов за длительный промежуток времени можно пренебречь. На этом основании вводят понятие действующего значения силы переменного тока, равного силе такого постоянного тока, который в течение одинакового времени выделяет в цепи такую же энергию, что и переменный ток.

Используя это определение, установим зависимость между действующим и амплитудным значениями переменного тока.

Для этого найдем выражения для равных энергий, выделяемых переменным и постоянным током за одинаковое время, например за период переменного тока  $T$ .

Для постоянного тока  $W = I^2 R t$  Сила тока  $I$  как раз равна действующему значению переменного тока, выделяющего за время  $T$  такую же энергию  $W$ . Для переменного тока, поскольку сила тока  $i = I_{max} \cos \omega t$  - величина переменная, выделяемую энергию по аналогичной формуле можно найти только для бесконечно малого промежутка времени  $dt$ :

$$dW = i^2 R dt = I_{max}^2 \cos^2 \omega t dt$$

**Активное сопротивление цепи.** Под действием синусоидальной ЭДС электроны совершают вынужденные колебания. Эти колебания

электронов, в результате которых они в течение каждого полупериода приобретают упорядоченное движение, аналогичны упорядоченному движению электронов в цепи постоянного тока. Следовательно, переменный ток тоже должен испытывать некоторое сопротивление в проводнике и нагревать его.

Сопротивление, в котором электрическая энергия необратимо превращается во внутреннюю энергию проводника, называют активным.

При активном сопротивлении цепи сдвига фаз между током и напряжением не происходит: изменения силы тока пропорциональны изменению напряжения.

Таким образом, в цепи с активным сопротивлением для мгновенных значений силы тока и напряжения оказывается справедливым закон Ома:

$$I = \frac{U}{R} .$$

Но так как  $i = I_{max} \cos \omega t$ , а  $u = U_{max} \cos \omega t$ , то закон Ома можно записать также с помощью амплитудных и действующих значений силы тока и напряжения:

$$I_{max} = \frac{U_{max}}{R} ; I = \frac{U}{R} .$$

## 2.2 Методика применения

В данном параграфе рассматривается методика применения моделей и аналогий при обучении учащихся по разделу «колебания».

Занятие номер 1.

Тема: Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями.

Получить электрические магнитные колебания также легко, как и заставить колебаться математический или пружинный маятники, но наблюдать эти колебания без специальных устройств невозможно.

Демонстрация: колебания маятников в механических системах.

Периодические или почти периодические изменения  $q, i$ , и напряжения называются электромагнитными колебаниями.

В классической механике - это низкочастотные колебания.

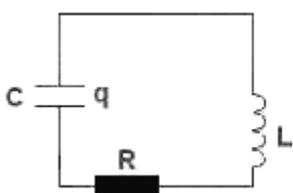
В квантовой механике - это высокочастотные колебания.

Из вывода Максвелла следует, что в природе существует единое электромагнитное поле

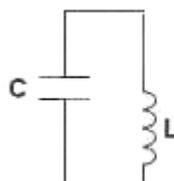
Опр. Одновременное периодическое изменение связанных между собой электрического и магнитного полей называется электромагнитными колебаниями.

Как и механические колебания, электромагнитные колебания могут быть: свободными (затухающими), вынужденными (незатухающими).

Свободные электромагнитные колебания возникают в колебательном контуре после однократного подведения энергии.



реальный  
колебат.  
контур



Физическая модель –  
идеальный колебат.  
контур (контур Томсона  
 $R \approx 0$ , закрытый)

Рис. 3

Электромагнитные и механические колебания имеют разную природу, но описываются одинаковыми уравнениями. Электромагнитные колебания в контуре имеют сходство со свободными механическими колебаниями, например, с колебаниями пружинного маятника. При механических колебаниях периодически изменяются координата тела  $x$  и проекция его скорости  $v_x$ , а при электромагнитных колебаниях изменяются заряд  $q$  конденсатора и сила тока  $i$  в цепи. Возвращение к положению равновесия пружинного маятника вызывается силой упругости  $F_x$  упр, пропорциональной смещению тела от положения равновесия. Коэффициентом пропорциональности является жесткость пружины  $k$ .

Разрядка конденсатора (т.е. появление тока) обусловлена напряжением между пластинами конденсатора, которое пропорционально заряду конденсатора  $q$ . Коэффициентом пропорциональности является величина  $\frac{1}{C}$  обратная емкости, так как  $u = \frac{1}{C} q$

Подобно тому как, вследствие инертности, тело лишь постепенно увеличивает скорость под действием силы и эта скорость после прекращения действия силы не становится сразу равной нулю, электрический ток в катушке за счет явления самоиндукции увеличивается под действием напряжения постепенно и не исчезает сразу, когда это напряжение становится равным нулю. Индуктивность контура  $L$  выполняет ту же роль, что и масса тела  $m$  при механических колебаниях. Соответственно кинетическая энергия тела  $\frac{m V_x^2}{2}$  аналогична энергии магнитного поля тока  $\frac{L i^2}{2}$

Зарядка конденсатора от батареи аналогична сообщению телу, прикрепленному к пружине, потенциальной энергии  $\frac{K x_m^2}{2}$  при смещении тела на расстояние  $x_m$  от положения равновесия (рис.а).

При сравнении выражения  $\frac{Kx_m^2}{2}$  с энергией конденсатора  $\frac{q_m^2}{2}$  видно, что жесткость  $k$  пружины выполняет при механических колебаниях такую же роль, как величина  $\frac{1}{C}$  обратная емкости, при электромагнитных колебаниях.

При этом начальная координата  $x_m$  соответствует заряду  $q_m$ .

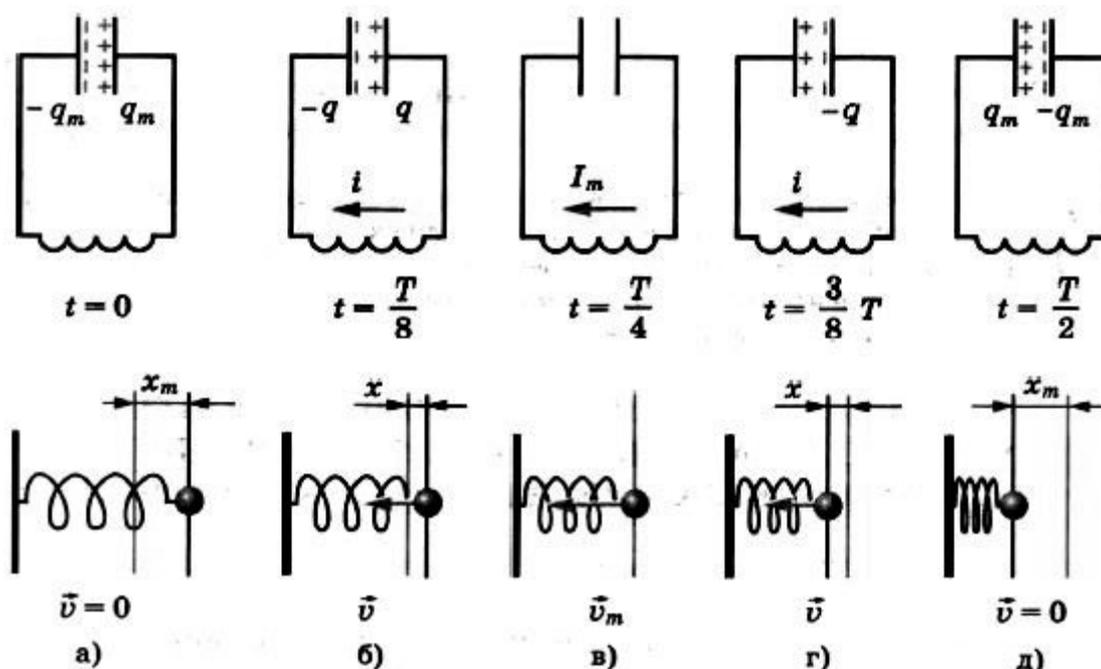


Рис. 4

Возникновение в электрической цепи тока  $i$  соответствует появлению в механической колебательной системе скорости тела  $v_x$  под действием силы упругости пружины (рис.б). Момент времени, когда конденсатор разрядится, а сила тока достигнет максимума, аналогичен тому моменту времени, когда тело будет проходить с максимальной скоростью (рис.в) положение равновесия. Далее конденсатор в ходе электромагнитных колебаний начнет перезаряжаться, а тело в ходе механических колебаний — смещаться влево от положения равновесия (рис.г). По прошествии половины периода  $T$  конденсатор полностью перезарядится и сила тока станет равной нулю. При

механических колебаниях этому соответствует отклонение тела в крайнее левое положение, когда его скорость равна нулю (рис.д). Соответствие между механическими и электрическими величинами:

Механическая величина	Электрическая величина
Координата $x$	Заряд $q$
Скорость $v_x$	Сила тока $i$
Масса $m$	Индуктивность $L$
Жесткость пружины $k$	Величина, обратная емкости, $\frac{1}{C}$
Потенциальная энергия $\frac{kx^2}{2}$	Энергия электрического поля $\frac{q^2}{2C}$
Кинетическая энергия $\frac{mv_x^2}{2}$	Энергия магнитного поля $\frac{Li^2}{2}$

Объяснение явления: На обкладках конденсатора сосредоточен электрический заряд, после того как колебательному контуру предоставляется самостоятельность, конденсатор разряжается через катушку индуктивности, в которой возникает электрический ток. В конденсаторе сосредоточено электрическое поле с энергией

$W_{эл.} = \frac{q^2}{2C}$ , которая ↓ по мере разрядки конденсатора, а в катушке возрастанию тока способствует ↑ магнитной энергии  $W_{маг.} = \frac{Li^2}{2}$ .

Если контур реальный, то потери энергии электромагнитного поля неизбежны, т.к. частично энергия электромагнитного поля переходит во внутреннюю энергию проводников, диэлектрика, а также выделяется в виде джоулевого тепла на активной нагрузке (омическом сопротивлении  $R$ ). В результате, в реальном контуре возникают свободные электромагнитные колебания, которые являются затухающими.

Вывод: (делают ученики) Свободные колебания, возникающие при разрядке конденсатора через катушку — затухающие электромагнитные колебания.

Демонстрация:

Затухающие электромагнитные колебания на экране осциллографа, где  $U_p$  – напряжение развертки.

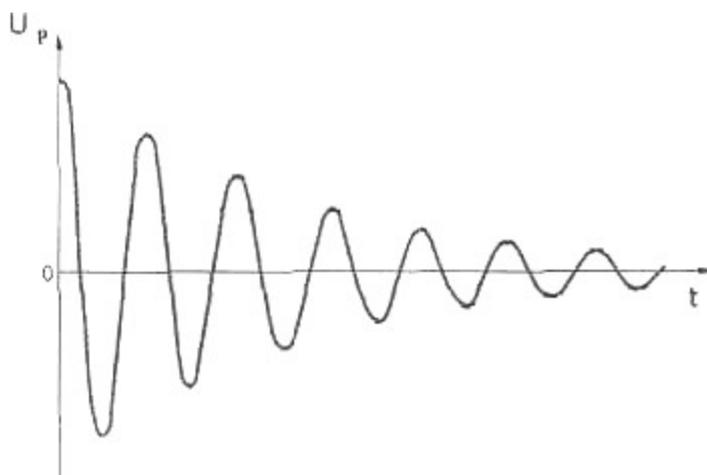


Рис. 5

б) Вынужденные электромагнитные колебания - переменный электрический ток, являются незатухающими.

Для того чтобы колебания были незатухающими, на колеблющееся тело должна действовать внешняя периодически изменяющаяся сила. Чем же будет являться внешняя сила для электрической цепи с незатухающими колебаниями? (Демонстрация колебаний метронома).

Опр. Вынужденными электромагнитными колебаниями называют периодические изменения силы тока и напряжения в электрической цепи, происходящие под действием переменной Э.Д.С. от внешнего источника.

Роль внешней силы выполняет Э.Д.С. от внешнего источника - генератора переменного тока, работающего на электростанции. Вынужденные колебания электромагнитные обеспечивают работу электрических двигателей в станках на заводах и фабриках, приводят в действие электробытовые приборы и осветительные системы. Действие

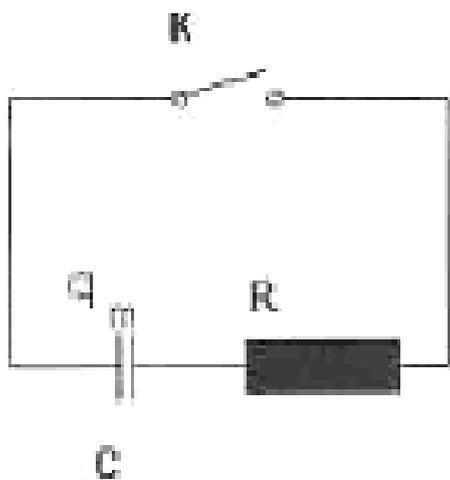
внешней переменной Э.Д.С. способно восстанавливать потерю энергии, создавать и поддерживать незатухающие электромагнитные колебания.

Задание для учащихся №1.

В идеальном колебательном контуре ( $R=0$ ) возникают свободные электромагнитные колебания  $q, i, u$ , которые являются гармоническими. Дайте определение гармоническим колебаниям.

Гармонические колебания - это такие колебания, при которых физическая величина изменяется по закону Sin или Cos. Воспользуйтесь аналогией между механическими и электромагнитными колебаниями и найдите зависимость от времени для электрических характеристик идеального колебательного контура.

Задание для учащихся №2.



Придумайте механическую систему, которая была бы аналогична электрической цепи, состоящей из конденсатора с емкостью  $C$ , резистора с активным сопротивлением  $R$  и ключа  $K$ . На конденсаторе в  $t_0 = 0$  сосредоточен  $q_0$ , ключ замыкают в начальный момент времени.

Урок 2.

Тема: вынужденные электрические колебания и автоколебания.

Демонстрации: резонанс электрических колебаний. Вынужденные механические колебания пружинного маятника.

Главное внимание следует обратить на явление резонанса. Здесь имеет смысл рассматривать лишь случай резонанса напряжений, когда источник с переменной ЭДС подключен к контуру последовательно. Учащимся объясняют значение настройки колебательного контура в резонанс с принимаемым сигналом. Изменяя частоту собственных колебаний контура, добиваются совпадения ее с частотой вынуждающей силы. В этом случае в контуре возникнут колебания с максимальной амплитудой. Данной электрической цепи аналогичен пружинный маятник с действующей на него внешней силой (если не учитывать сопротивление в контуре и трение в механической системе).

После демонстрации резонанса электрических колебаний полезно показать вынужденные механические колебания на установке с пружинным маятником и воспользоваться аналогией. Если на пружинный маятник действует периодически меняющаяся сила, то возникают вынужденные колебания с частотой этой силы. Амплитуда колебаний будет мала, если  $w_{\text{вын}} \gg w_{\text{соб}}$  или  $w_{\text{вын}} \ll w_{\text{соб}}$ . Если же  $w_{\text{вын}} \rightarrow w_{\text{соб}}$ , то амплитуда колебаний растет и при  $w_{\text{вын}} = w_{\text{соб}}$  возникает явление резонанса.

Аналогично, если в колебательном контуре действует периодически изменяющаяся ЭДС, то в нем возникают вынужденные колебания с частотой этой ЭДС. Амплитуда колебаний будет мала, если частота вынужденных колебаний отличается от частоты собственных колебаний. При совпадении частот наблюдается явление резонанса.

Автоколебания. В качестве автоколебательной системы при изучении электрических колебаний в школе рассматривают ламповый генератор. В качестве аналога ламповому генератору наиболее удобны в методическом отношении две системы: автоколебательная система с пружинным маятником и маятник в часах.

Учащиеся должны сначала уяснить блок-схему любой автоколебательной системы (Привести рисунок-схему в пример), понять

назначение всех ее элементов и взаимодействие. Известно, что в изолированной колебательной системе обычно возникают затухающие колебания, так как часть энергии идет на преодоление сопротивлений. Чтобы колебания не затухали, надо восполнять потери энергии. С этой целью применяют сторонний источник энергии. Но восполнение потерь осуществляют в нужные моменты времени, для чего существует особое устройство, называемое «клапаном». «Клапан» регулируется самой колебательной системой с помощью, так называемой обратной связи. Все эти элементы автоколебательной системы показывают на примере с пружинным маятником и объясняют их взаимодействие. После этого с помощью аналогии разъясняют действие лампового генератора.

Закрепляющий тест по данной теме:

1. Период свободных колебаний нитяного маятника зависит от...

А. От массы груза. Б. От длины нити. В. От частоты колебаний.

Ответ: Б.

2. Максимальное отклонение тела от положения равновесия называется ...

А. Амплитуда. Б. Смещение. В. Период.

Ответ: А.

3. Период колебаний равен 2 мс. Частота этих колебаний равна

А. 0.5 Гц Б. 20 Гц В. 500 Гц

Ответ: 20 Гц.

4. Частота колебаний 2 кГц. Период этих колебаний равен

А. 0.5 с Б. 500 мкс В. 2 с

Ответ:  $T = 1/n = 1/2000 \text{ Гц} = 0,0005$

5. Конденсатор колебательного контура заряжен так, что заряд на одной из обкладок конденсатора составляет  $+q$ . Через какое минимальное время после замыкания конденсатора на катушку заряд на той же обкладке конденсатора станет равным  $-q$ , если период свободных колебаний в контуре( $T$ )?

А.  $T/2$  Б.  $T$  В.  $T/4$

Ответ: А.  $T/2$  потому что еще через  $T/2$  заряд снова станет  $+q$ .

6. Сколько полных колебаний совершит материальная точка за 5 с, если частота колебаний 440 Гц? А. 2200 Б. 220 В. 88

Ответ:  $U=n \cdot t$  отсюда следует  $n=U \cdot t$ ;  $n=5 \text{ с} \cdot 440 \text{ Гц} = 2200$  колебаний.

7. В колебательном контуре, состоящем из катушки, конденсатора и ключа, конденсатор заряжен, ключ разомкнут. Через какое время после замыкания ключа ток в катушке возрастёт до максимального значения, если период свободных колебаний в контуре равен  $T$ ?  
А.  $T/4$  Б.  $T/2$  В.  $T$

Ответ:  $T/4$

при  $t=0$  емкость заряжена, ток равен нулю через  $T/4$  емкость разряжена, ток максимальный через  $T/2$  емкость заряжена противоположным напряжением, ток равен нулю через  $3T/4$  емкость разряжена, ток максимальный, противоположный тому что при  $T/4$  через  $T$  емкость заряжена, ток равен нулю (процесс повторяется).

8. Колебательный контур состоит А. конденсатора и резистора Б. конденсатора и лампы В. конденсатора и катушки индуктивности.

Фронтальная работа с классом (проверка осуществляется через проектор для контроля времени выполнения задания).

Вопрос учащимся: Что общего в определениях механических и электромагнитных колебаний и чем они отличаются!

Общее: в обоих видах колебаний происходит периодическое изменение физических величин (проведение аналогии).

Отличие: В механических колебаниях - это координата, скорость и ускорение В электромагнитных - заряд, сила тока и напряжение.

Вопрос учащимся: Что общего в способах получения и чем они отличаются? (проведение аналогий)

Общее: и механические, и электромагнитные колебания можно получить с помощью колебательных систем

Отличие: различные колебательные системы - у механических – это маятники, а у электромагнитных - колебательный контур.

Вопрос учащимся: «Что общего в показанных демонстрациях и их отличие?» (моделирование и аналогия)

Общее: колебательная система выводилась из положения равновесия и получала запас энергии.

Отличие: маятники получали запас потенциальной энергии, а колебательная система - запас энергии электрического поля конденсатора.

Вопрос учащимся: Почему электромагнитные колебания нельзя наблюдать также как и механические (визуально) (аналогия и моделирование).

Ответ: так как мы не можем увидеть, как происходит зарядка и перезарядка конденсатора, как течёт ток в контуре и в каком направлении, как меняется напряжение между пластинами конденсатора.

Кроме выше перечисленных заданий можно провести анкетирование учащихся по следующим вопросам:

1. Что вы понимаете под понятием «модель»?
2. Приведите примеры применения моделей в физике.
3. Какие бывают модели? Приведите примеры.
4. Как вы понимаете смысл проведения аналогий между физическими явлениями? Приведите примеры.
5. Когда лучше применять модели при обучении физики? Докажите это.
6. Приведите примеры разработанных моделей которые повлияли на развитие физики.

## Заключение

Рассматриваемая проблема в данной выпускной работе актуальна в практике обучения физике. Она имеет большое теоретическое и прикладное значение. В работе эта проблема рассматривается на уровне анализа научно-методической и методической литературы по вопросам моделирования и аналогий в науке и обучении.

На основании анализа проведена систематизация исследований и выделение основных понятий и подходов к моделированию физических явлений. Практическая реализация результатов данного анализа литературы рассмотрена на примере раздела «колебания». В ходе выполнения работы были выполнены следующие задачи:

1. Изучено состояние исследуемой проблемы в практике обучения учащихся физике
2. Проанализированы научно-методическая и методическая литература по проблеме применения моделей и аналогий в школе на уроках физики.
3. Проанализирован раздел «Колебания» с целью выделения основных прикладных вопросов.
4. Разработана методика применения моделей и аналогий по разделу «Колебания».

Проблема рассматриваемая в этой выпускной работе актуальна и требует апробирования в практике обучения учащихся физике.

## Список использованных источников

1. Бармасов А.В., Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны/ А.В. Бармасов.- СПб.: ВHV, 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.: подред. 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 Интеллект-центр. – 2017. – 128с.
14. Мизнер Ч. Гравитация / Ч. Мизнер, К. Торн, Уилер Дж. – М.: Мир. – 1977. – 510сс.
15. Оорир Дж. Физика: учебник / Джей Оорир пер. с англ. И научная редактурa 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 физики: 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.