

## **ПРАКТИКО - ЗНАЧИМАЯ РАБОТА**

**«Межпредметные связи – бинарный урок физики-математики с использованием ЦЛ по теме: графики физике, математике, природе и технике на примере экспонент, парабол, прямых и гипербол.**

**Учитель физики – тьютор»**

Исполнитель: Марасанова Л.Э.

Научный руководитель:

кандидат технических наук

Царьков И. С.

Москва, 2014

**Содержание**

- 1. Введение**
- 2. Межпредметные связи**
- 3. Графики в физике и математике**
- 4. Использование цифровых лабораторий для построения графиков**
- 5. Учитель физики – тьютор**
- 6. Заключение**

При переходе на ФГОС нового поколения нельзя не учитывать, что современному обществу нужен выпускник, самостоятельно мыслящий, умеющий видеть и творчески решать возникающие проблемы. Поэтому образование на данном этапе должно быть ориентировано на развитие личности.

Цель образования в современном обществе – развитие личности учащихся, реализация уникальных человеческих возможностей, подготовка к сложностям жизни. Ученик после окончания школы должен глубоко усвоить основные идеи современной физики, овладеть системой научных понятий, уметь ориентироваться в научно технической литературе, самостоятельно и быстро находить нужные сведения без всякого принуждения пополнять свои знания и уметь их быстро применять на практике.

Все мы знаем из своего педагогического опыта, что урок - это не только «основная форма организации учебного процесса». Это еще и то, какие уроки мы извлекаем из организации нашей жизни. Обучение этому процессу начинается в школе. Однако проблема состоит не в новизне требований, а в новизне их понимания. Действительно, цель обучения изменилась и, как известно, она состоит не только в накоплении суммы знаний, умений и навыков, а в подготовке школьника как субъекта своей образовательной деятельности.

Все отрасли современной науки тесно связаны между собой, поэтому и школьные учебные предметы не могут быть изолированы друг от друга. Межпредметные связи являются дидактическим условием и средством глубокого и всестороннего усвоения основ наук в школе. Кроме того, они способствуют повышению научного уровня знаний учащихся, развитию логического мышления и их творческих способностей. Реализация межпредметных связей в некоторой степени устраняет дублирование в изучении материала, экономит время и создает благоприятные условия для формирования общеучебных умений и учащихся.

Цель этой работы — раскрыть некоторые пути установления межпредметных связей при изучении программного материала по физике и математике с использованием цифровых лабораторий.

Актуальность интегрированных уроков физика-математика обусловлена тем, что школьная математика оторвана от потребностей физики, несмотря на то, что связь сможет сделать изложение физики более ясным и доступным на всех уровнях ее изучения. Непонимание учащимися какого-либо вопроса из курса физики или неумение решать задачи часто связано с отсутствием навыков чтения и анализа графиков, построения графиков по уравнениям, например графики движения в разделе «Кинематика».

Неоценимую помощь в изучении графиков может дать использование цифровых лабораторий. Организовав на уроках математики **тьюторскую** поддержку, учитель физики с помощью цифровой лаборатории может смоделировать конкретный процесс и на полученных графиков отработать основные вопросы, связанные с изучением экспонент, парабол, прямых и гипербол.

## **Межпредметные связи**

Проблема межпредметных связей интересовала педагогов еще в далеком прошлом. В России значение межпредметных связей обосновывали В.Ю. Одоевский, К.Д. Ушинский и другие педагоги, они подчеркивали необходимость взаимосвязей между предметами для отражения целостной картины мира, природы в «голове ученика», для создания истинной системы знаний и миропонимания. Необходимость связи между предметами диктуется также дидактическими принципами обучения, воспитательными задачами школы, связью обучения с жизнью, подготовкой учащихся к практической деятельности. В современных условиях возникает необходимость формирования у школьников не частных, а обобщенных умений, обладающих свойством широкого переноса. Такие умения, будучи сформированными в процессе изучения какого-либо, затем свободно используются учащимися при изучении других предметов и в практической деятельности.

Реализация межпредметных связей в практике обучения предполагает сотрудничество учителя математики с учителями химии, физики, др. предметов, совместного планирования уроков, посещения открытых уроков, проведение интегрированных уроков.

Математический аппарат необходим физике как язык для описания физических процессов и явлений, один из методов физического исследования.

Одна из наиболее важных характерных черт современной физики состоит в том, что выводы, сделанные из исходных идей, имеют не только качественный характер, но и количественный характер; чтобы сделать количественные выводы, мы должны использовать математический язык. И если мы хотим сделать выводы, которые можно сравнивать с результатами эксперимента, нам необходима математика как орудие исследования. Английский физик П. Дирак писал: «Физический закон должен быть математически красивым».

Физика неразрывно связана с математикой. Математика дает физике средства и приемы общего и точного выражения зависимости между физическими величинами, которые открываются в результате эксперимента или теоретических исследований. Поэтому содержание и методы преподавания физики

зависят от уровня математической подготовки учащихся. Программа по физике составлена так, что она учитывает знания учащихся и по математике. Изучение материала по физике опережает изучение необходимых тем по математике, то есть при обучении математике не всегда своевременно формулируются понятия, необходимые для курса физики. Если можно так выразиться, физика в ряде случаев «забегает вперёд». Физика снабжает математику практически неограниченным материалом, анализ которого требует разностороннего применения математических методов, что вызывает дополнительный интерес к изучению математики и мотивацию к её изучению. Богатый фактический материал курса физики должен служить одним из рычагов формирования осмысленных математических знаний

Учителю физики необходимо ознакомиться с содержанием школьного курса математики, принятой в нем терминологией и трактовкой материала с тем, чтобы обеспечить на уроках общий «математический язык». Так, центральным понятием в алгебре VII класса является понятие функции, для него вводится символическая запись  $y=f(x)$ , излагаются способы задания функции - таблицей, графиком, формулой.

Физические закономерности записываются в школе главным образом аналитически, с помощью формул. **Графический** способ обладает по сравнению с аналитическим значительными преимуществами: **график** показывает ход физической закономерности, наглядно раскрывает динамику процесса. Опыт показывает, что установление связи между физическими величинами на опыте (например, выяснение зависимости между  $I$ ,  $U$  и  $R$  и установление закона Ома для участка цепи) и изображение ее в виде геометрического образа дает возможность постепенно создавать, расширять и укреплять такие важные представления, как прямая и обратная пропорциональная зависимость величин, линейная, квадратичная, показательная и логарифмическая функции, среднее значение, максимум и минимум функции.

Еще в 5-6 классах учителям математики необходимо особое внимание уделять таким темам: «Буквенные выражения», «Формулы», «Единицы

площади и объёма», «Пропорция», «Основное свойство пропорции», «Прямая и обратная пропорциональность», «Решение уравнений», «Координаты на плоскости». Отрабатывая навыки учащихся в переводе единиц длины, площади и объёма из одних в другие, учителю математики необходимо нацелить учащихся на глубокое усвоение данных вопросов, на которые в последующих классах будет опираться учитель при изучении физики. При этом использовать не только математические, но и физические формулы. Использовать систему СИ в правильном изложении. Акцентировать внимание на различие величин и единиц их измерения и т.д.

### **Графики в физике и математике**

В современной школе поток информации на ученика чрезвычайно велик, при этом программа насыщена теоретическими положениями, введенными часто без всякой связи с другим учебным материалом. В этой ситуации

использование в преподавании графиков, чертежей и рисунков не только способствует формированию связей учебного материала разных дисциплин школьного курса, но и помогает ребенку понять основные факты и законы физики. Графический способ представления информации в учебном процессе играет очень важную роль. График наглядно раскрывает "ход" физической закономерности в виде геометрического образа. На графике может быть показано то, что учащийся только при значительно более высоком уровне своего математического развития может представить себе в виде аналитического выражения функциональной зависимости.

Графическая грамотность учащихся, связанная с умением пользоваться графиками, занимает особое и важное место в политехническом обучении, в подготовке учащихся к работе на производстве, в их профессиональной подготовке. Графические изображения физических явлений и законов, лежащих в основе различных технологических процессов, принципа устройства и действия технических установок, сооружений и машин, имеет широкое распространение. В настоящее время редко можно найти книгу по машиноведению и технологии металлов, по автомобилю, не говоря уже о руководствах по электро- или радиотехнике, в которых изложение научных принципов той или иной отрасли техники не было бы связано с различного рода графиками. Во многих случаях справочная литература по технике изобилует графиками и диаграммами, а в ряде случаев состоит только из этих графических изображений. Они содержатся в паспортах ряда приборов. Отсюда ясна необходимость умения читать и понимать графики.

Важность графического метода в обучении физике весьма велика. Можно утверждать, что именно использование графиков является необходимым условием сознательного усвоения учебного материала, выработки более чёткого понимания физических законов. Графическое представление физического процесса делает его более наглядным и тем самым облегчает понимание рассматриваемого явления, способствует развитию абстрактного мышления,

интуиции, умения анализировать и сравнивать, находить более рациональный способ решения задач. Кроме того, применение графического метода способствует укреплению связей физики с математикой, наполняет абстрактные математические закономерности конкретным физическим содержанием.

Применение графиков в физике не ограничивается наглядным представлением соответствующих зависимостей между величинами. Графики очень широко используются в физике на обычных уроках и в лабораторных работах: *представление результатов эксперимента, сравнение теории и практики, источник дополнительной информации, определение величин заданных явно и неявно, решение задач и др.*

Можно выделить следующие приёмы работы с графиками, которые образуют целостную систему:

работа с предложенными графиками, построение графиков, решение задач графическим способом, графическое отображение результатов измерений при выполнении лабораторных работ (и работ практикума).

В частности работа с предложенными графиками предполагает (дает возможность):

- определять функциональную зависимость между предложенными физическими величинами;
- находить по значению известной величины значение неизвестной;
- находить значения величины, производной от отложенных по осям величин;
- объяснять особенности протекания физического процесса, для которого построен график;
- выявлять сходство и различия свойств изучаемых тел и веществ при сравнении графиков;
- составлять задачи;
- составлять таблицу значений соответствующих физических величин по их графической зависимости;
- идентифицировать объект, для которого построен график.

Знание и понимание графиков обязательно пригодится учащимся уже на пороге школы, при поступлении в вузы, т.к., например, графические задания есть и на ЕГЭ по физике. Через графики на деле реализуются межпредметные связи (МПС) между физикой и математикой. В современной педагогической науке МПС признаны необходимым условием эффективности процесса обучения.

Понятие «график» тесно связано с понятием «функция». При этом надо различать понятия «график» и «график функции» (первое является более общим понятием). Что такое график? График (*graphikos* – начертательный (греч.)), чертёж наглядно что-то изображающий, это линия, построенная определённым образом в определённой системе координат. *График функции – это линия, дающая цельное представление о характере изменения функции по мере изменения аргумента, при этом каждому значению  $x$  соответствует одно и только одно значение  $y$ .*

Как известно, на уроках математики учащиеся впервые знакомятся с понятиями "функция", "область определения функции", "область значения функции", "график функции", "способы задания функции". Здесь изучаются виды функций: линейная, прямая и обратная пропорциональность, квадратичная и кубическая зависимость. Рассматриваются приемы построения их графиков и некоторые свойства. Например, график пути равномерного движения наглядно иллюстрирует прямую пропорциональную зависимость пути от времени, а график зависимости величины электрического тока от сопротивления при изменении напряжения обратную пропорциональную зависимость между величинами тока и сопротивления.

В учебном процессе по физике понятие "функция" используется для исследования и описания различных зависимостей физических величин, в том числе всех физических законов, для эмпирического исследования физических процессов и явлений; при решении задач графическим методом и т.д. Среди свойств функции, изучаемых в школьном курсе математики и находящихся применение в физике (и других естественных науках), являются следующие:

монотонность функции (возрастание, убывание функции), четность и нечетность (что влияет на расположение графика функции), промежутки знакопостоянства (значения аргумента, при которых функция принимает положительные или отрицательные значения).

С помощью готового графика учащиеся могут легко и без математических вычислений определить значения физических величин, расчет которых по формулам был бы труден или потребовал бы лишнего времени. (Определение высоты подъема над поверхностью земли по показаниям барометра, определение температуры пара в котле по заданному давлению и пр.)

В математике графики изучаются абстрактно, вне связи с конкретными процессами. При изучении физических явлений осуществляется их конкретизация. Весь курс физики насыщен графическими представлениями явлений, начиная с механики и кончая строением атома. В процессе изучения этого курса физики учащиеся подчеркивают эту конкретность в графических представлениях явлений».

В ходе преподавания физики и математики необходимо обращать внимание учащихся на то, что математика является мощным средством для обобщения физических понятий и законов. Во взаимоотношениях физики и математики большое место занимает пересечение внутренних потребностей с развитием наук. Такое пересечение обычно приводит к важным открытиям, как в математике, так и в физике. Математика представляет аппарат для выражения общих физических закономерностей и методы раскрытия новых физических явлений и фактов, а физика, в свою очередь, стимулирует развитие математики постановкой новых задач.

Могучий аппарат современного курса математики должен быть максимально использован в физике, а богатый фактический материал курса физики должен служить одним из рычагов формирования математических понятий. Физике абсолютно необходим математический аппарат, как язык, без которого невозможно описание физических явлений; как орудие, как один из

методов физических исследований. Школьная математика должна быть доступной и понятной каждому ученику. У него не должно возникать вопроса: «А зачем это надо знать?». Поэтому на уроках математики используются сведения из разных наук, но больше всего – из физики.

Таким образом, примеры осуществления межпредметной связи физики и математики можно было бы значительно увеличить. Учителя стремятся осуществить эту связь между всеми предметами и совместными усилиями добиться повышения уровня научной подготовки учащихся, роли обучения в формировании у них научного мировоззрения.

### **Использование цифровых лабораторий для построения графиков**

Федеральный Государственный образовательный стандарт основного общего образования в одном из пунктов, касающихся результатов освоения основной образовательной программы по физике, химии, биологии предполагает приобретение опыта применения научных методов познания, наблюдения природных явлений, проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов.

Особый акцент хотелось бы сделать на применении оборудования цифровой лаборатории для физики, химии и биологии и мобильного

компьютерного класса. Цифровая лаборатория включает в себя оборудование и программное обеспечение для проведения демонстрационного и лабораторного эксперимента, позволяет использовать широкий спектр цифровых датчиков для сбора и анализа данных экспериментов (датчики силы, расстояния, давления, температуры, тока, напряжения, освещенности, звука, магнитного поля и др.). Применение компьютера как измерительного инструмента позволяет расширить границы школьного физического эксперимента и проводить физические исследования; значительно повышает наглядность, как в процессе исследования, так и при обработке результатов благодаря новым измерительным приборам, входящим в комплект лаборатории физики. Цифровая лаборатория играет ключевую роль при выполнении исследовательских работ учащимися, позволяет им не только собирать данные, но и обрабатывать, анализировать и систематизировать их. Наличие различных цифровых датчиков позволяет выполнять достаточно обширные исследовательские работы, которые не только хорошо теоретически обоснованы, но и подтверждены экспериментально самими обучающимися, что является немаловажным фактором для развития исследовательских навыков обучающихся.

Основной упор делается на автоматизированные системы обработки и представления экспериментальных данных, разработанные и выпускаемые лабораторией **L-micro**, куда входят комплекты: «механика», «молекулярная физика и термодинамика», «электричество», «оптика», естественнонаучная лаборатория «**Архимед**» с набором датчиков по физике, химии и биологии, лаборатория «**Научные развлечения**». Цифровая лаборатория «**Научные развлечения**» предназначена для работы школьников по схеме «один ученик – один компьютер». Использование нетбука Classmate PC позволяет расширить экспериментальные возможности школьника, как в проведении опытов, так и в обработке результатов, и в написании отчета.



Демонстрационный эксперимент с цифровыми лабораториями может дать более наглядное представление о явлении. Опыт, который учитель воспроизводит на демонстрационном столе или фронтальный эксперимент, сразу сопровождается построением графика зависимости измеряемой датчиком величины от времени. Так, например, при введении понятия графика движения в 7 классе, учащимся сложно «увидеть» в графике сам процесс движения. Ведь на этом этапе они владеют лишь начальными знаниями о системе координат и не имеют представления о математическом понятии «график зависимости одной величины от другой». А нам необходимо, чтобы учащиеся овладели культурой графического представления физических величин, умением их анализировать. И полученные в реальном режиме изменения координаты движущегося тела со временем, спроецированные в виде графика на доску, воспринимаются очень хорошо, и усвоение этой темы идет быстрее.

Или другой пример: получение графика гармонических колебаний занимает несколько минут с учетом сбора экспериментальной установки. В данном эксперименте исследуется движение грузов разной массы, колеблющихся в вертикальном направлении. Графики зависимости координаты от времени представляют собой графики гармонических колебаний с одной стороны и понятия синуса и косинуса, свойства функций  $y = \sin x$  и  $y = \cos x$ , их графики с другой. Поэтому данный опыт можно использовать для постановки экспериментальной задачи: определить период, частоту и

амплитуду колебания, написать уравнение колебаний (уравнение графика функции).

Использование цифровых лабораторий позволяет «оживить» само содержание математики, помогает формировать у учеников представление о роли математики в изучении окружающего мира, видеть разницу между реальным и идеальным, между физическим явлением и его математической моделью.

### **Учитель физики – тьютор**

Современный мир характеризуется довольно-таки яркой тенденцией к использованию всего американизированного, нерусского: индивидуальные занятия заменяются коучингами, вместо изменений происходит ребрендинг, а учителя и преподаватели превращаются в тьюторов. Последняя тенденция – в области образования – особенно интересна: первые два слова укоренились в бизнес-сфере, а вот к тьютору Марье Ивановне привыкнуть как-то сложнее. Отсюда – попытаемся определить, кто же такой тьютор и насколько сильно он отличается от учителя? Тьютор же – это учитель образовательной, социальной и психологической «направленности», если так можно выразиться. Учитель учит и воспитывает, *тьютор учит, контролирует, сопровождает, помогает,*

*адаптирует* и др. Тьютор – это тот, кто организывает максимально комфортные условия для реализации обучаемого как личности.

Хочется поделиться с коллегами своими соображениями по поводу **тьюторской** поддержки учителем физике на уроках математики. Наблюдая за учениками на уроках физики, можно отметить, что у них часто возникают трудности (особенно при решении задач) чисто математического плана. Это не упрёк в адрес учителя математики, это констатация факта. Жёсткие рамки программ, нехватка времени, большой объём изучаемого материала – вот некоторые причины возникновения подобных трудностей.

Бинарный урок – нестандартная форма обучения по реализации межпредметных связей – должен быть в рабочей программе каждого учителя физики и математики. Потому, что изучение некой проблемы на стыке двух наук - это всегда интересно, такой вид деятельности вызывает высокую мотивацию.

Предлагаю несколько вариантов совместной работы учителей математики и физики с использованием ЦЛ.

### Функции и их графики.

#### Функция $y=kx$ .

а) На уроках физики с графиком данной функции ученики встречаются в 7 классе уже в начале учебного года при изучении равномерного движения. Опытный учитель физики уже при объяснении материала о механическом движении дает графическое представление движения и вырабатывает начальные навыки работы учащихся 7 класса с графиками движения тела, хотя в курсе алгебры этот материал изучается позже. При введении понятия “функция” используют примеры из курса физики.

Тьюторская поддержка учителя физики может быть использована как на этапе изучения нового материала по алгебре, так и на этапе закрепления знаний.

Хотелось бы, чтобы ученики предварительно повторили материал по физике (дома самостоятельно или с учителем физики на уроке) и принимали активное

участие в разборе задач на механическое движение на уроках алгебры. К моменту изучения функции  $y=kx$  ученики уже знают формулу:

$$s=vt$$

Ее можно широко применять на уроках алгебры, заменив некоторые абстрактные задачи более реальными, знакомыми ученикам.

Чтобы ученики лучше понимали графики движения, учитель физики с помощью ЦЛ моделирует процесс равномерного движения. Полученный в опыте график можно использовать для решения задач:

- найти скорость движения тела;
  - определить перемещение тела за заданный промежуток времени;
  - какой физический смысл имеет угловой коэффициент  $k$  в уравнении линейной функции (с помощью ЦЛ можно показать графики движения с различными скоростями и проанализировать их)
- и тд.

б) Рассмотрим применение прямой и обратной пропорциональности на уроках физики на примере темы «Закон Ома для участка цепи».

Учитель физики поясняет тему, тк изучение раздела предусмотрено программой по физике для 8 класса. Формулирует закон Ома для участка цепи и записывает формулу его выражающую.

«Различные действия тока, такие, как нагревание проводника, магнитные и химические действия, зависят от силы тока. Изменяя силу тока в цепи, можно регулировать эти действия. Но чтобы управлять током в цепи, надо знать, от чего зависит сила тока в ней. Мы знаем, что электрический ток в цепи – это упорядоченное движение заряженных частиц в электрическом поле. Чем сильнее действие электрического поля на эти частицы, тем, очевидно, и больше сила тока в цепи. Но действие поля характеризуется физической величиной – напряжением. Поэтому можно предположить, что сила тока зависит от напряжения. Установим, какова эта зависимость, на опыте».

С помощью ЦЛ учитель физики показывает зависимость силы тока от напряжения, комментируя, как он этого добивается. Обращает внимание учащихся, что при проведении опыта сопротивление проводника не менялось, одна и та же спираль служила участком цепи, на котором измеряли напряжение и силу тока. При проведении физических опытов, в которых определяют зависимость одной величины от другой, все остальные величины должны быть постоянными, если они будут изменяться, то установить зависимость будет сложнее. Учащимся предлагают ответить на вопросы:

- Из закона Ома выражаем сопротивление:  $R = U/I$  – можно ли на этом основании считать, что сопротивление проводника прямо пропорционально напряжению на концах проводника и обратно пропорционально силе тока? ( $R$  – величина постоянная для данного проводника и не зависит ни от напряжения, ни от силы тока. Если напряжение на данном проводнике увеличится, например, в 3 раза, то во столько же раз увеличится и сила тока в нем, а отношение напряжения к силе тока не изменится.)

и тд.

Пусть эти новые знания на уроках алгебры послужат пропедевтикой знаний по физике.

д) Функции  $y = \sin x$ ,  $y = \cos x$ .

На уроках физики в 9 классе дается понятие “гармоническое колебание” и предлагается график такого колебания, а на уроках математики этого еще не объясняли.

Учитель физики должен грамотно дать объяснение, а в 10 классе на уроках алгебры учитель опирается на знания учащихся, полученные в 9 классе.

Функции и их графики широко используются в курсе физики 10,11 классов. У учителей математики и физики есть уникальная возможность донести до учащихся глубокий смысл данного понятия, используя многочисленные физические примеры.

Предложенные мной примеры не являются моими методическими наработками, так я еще недостаточно владею опытом работы с цифровыми лабораториями. Разработка бинарного урока физика-математика требует совместной работы учителя математики и физики, а так же наличия самой ЦЛ и опыта работы с ней. Кроме того, к сожалению, бинарные уроки в классно-урочной системе – это, скорее, исключение из правила. К ним прибегают не часто, один, два раза в полугодие, чаще это открытые уроки у аттестующихся учителей. Их трудно состыковать с учебной программой двух, трех предметов, возникают сложности с расписанием. Да и времени для подготовки такой урок требует больше, чем обычный.

### **Заключение**

XXI век называют веком «электронного общества» и веком информационной цивилизации. В нашем обществе произошли глобальные изменения. Появился новый педагог с современными требованиями к проведению урока, а вместе с ним и современный школьник, живущий в мире высоких технологий, владеющий многими достижениями научно-технического прогресса.

Современного ученика сегодня очень трудно чем-либо удивить. Стандартный комбинированный урок для них скучен, неинтересен. Поэтому основная задача современного педагога правильно преподнести учебную информацию.

Выявление и последующее осуществление необходимых и важных для раскрытия ведущих положений учебных тем межпредметных связей позволяет:

а) снизить вероятность субъективного подхода в определении межпредметной емкости учебных тем;

- б) сосредоточить внимание учителей и учащихся на узловых аспектах учебных предметов, которые играют важную роль в раскрытии ведущих идей наук;
- в) осуществлять поэтапную организацию работы по установлению межпредметных связей, постоянно усложняя познавательные задачи, расширяя поле действия творческой инициативы и познавательной самостоятельности школьников, применяя все многообразие дидактических средств для эффективного осуществления многосторонних межпредметных связей;
- г) формировать познавательные интересы учащихся средствами самых различных учебных предметов в их органическом единстве;
- д) осуществлять творческое сотрудничество между учителями и учащимися;
- е) изучать важнейшие мировоззренческие проблемы и вопросы современности средствами различных предметов и наук в связи с жизнью.

В этом находит свое выражение главная линия межпредметных связей. Однако эти связи между отдельными предметами имеют свою специфику, которая накладывает отпечаток на преподавание. Например, при изложении математики следует обратить внимание на совершенствование тех разделов учебного курса, которые находят широкое применение в курсе физики. Реализация межпредметных связей способствует систематизации, а следовательно, глубине и прочности знаний, помогает дать ученикам целостную картину мира.

При этом повышается эффективность обучения и воспитания, обеспечивается возможность сквозного применения знаний, умений, навыков, полученных на уроках по разным предметам.

Учебные предметы в известном смысле начинают помогать друг другу. В последовательном принципе межпредметных связей содержатся важные резервы дальнейшего совершенствования учебно-воспитательного процесса.

### Список литературы

1. Учебный физический эксперимент в условиях ФГОС/ Андреева Н.В., Никифоров Г.Г., Поваляев О.А., Царьков И.С., и др., под ред. Никифорова Г.Г.– М.: Издательство Вентана-Граф, 2013
2. Шахмаев Н.М, Павлов Н.И. Физический эксперимент в средней школе. Части 1 и 2. Москва. Мнемозина. 2010.
3. Никифоров Г.Г. Готовимся к единому государственному экзамену по физике. Экспериментальные задания. Москва. Школьная пресса. 2004.
4. Цифровая лаборатория по физике. Методическое руководство по работе с комплектом/Авт. Болгар А.Н., Поваляев О.А., Ханнанов Н.К., Хоменко С.В., Сазонов М.М.– М.:, 2011.
5. . Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. Учебник. -М.: Альфа-М, 2009; ИНФО-М
6. Марон А.Е., Марон Е.А. Физика. 9 класс: дидактические материалы. – М.: Дрофа, 2010

7. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Теорет. основы. Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 2011
8. Иванов А.И. О взаимосвязи школьных курсов физики и математики при изучении величин. // Физика в школе, 1997, № 7
9. Полуяхтов А.В. Применение цифровой лаборатории в исследовательской деятельности школьников // Цифровые образовательные ресурсы в учебном процессе педагогического вуза и школы: Тезисы докладов II Региональной научно-практической конференции. Воронеж: ВГПУ, 2008.
10. Иванов А.И. О взаимосвязи школьных курсов физики и математики при изучении величин. // Физика в школе, 1997, № 7.
11. Кожекина Т.В. Взаимосвязь обучения физике и математике в одиннадцатилетней школе. // Физика в школе, 1987, № 5.
12. Кожекина Т.В., Никифоров Г.Г. Пути реализации связи с математикой в преподавании физики. // Физики в школе, 1982, № 3.
13. Пинский А.А., Самойлова Т.С. и др. Формирование у учащихся общих физико-математических понятий. // Физика в школе, 2010
14. Дидактические материалы по алгебре для 8 класса / В.И. Жохов, Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк. – М.: Просвещение, 2009.

### Электронные ресурсы

1. [http://www.eduspb.com/public/files/yak\\_1.pdf](http://www.eduspb.com/public/files/yak_1.pdf)
2. <http://www.myshared.ru/slide/574680/>
3. <http://mon.gov.ru/dok/fgos>
4. <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=2589>
5. <http://nau-ra.ru/education>
6. <http://uchtehpribor.ru/blog/obzor-produkcii/>

7. [http://www.ae-school.ru/catalog/digatal\\_sensors/](http://www.ae-school.ru/catalog/digatal_sensors/)
8. <http://www.afsedu.ru/>
9. <http://www.int-edu.ru/page.php?id=1192>
10. <http://td-school.ru/index.php?page=4040>
11. <http://www.advsystems.ru/>