

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Методические особенности формирования межпредметных связей физики и математики» содержит 63 страниц текстового документа, 29 рисунков и 40 использованных источников.

**КЛАССИФИКАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ, ЗАДАЧА, РЕШЕНИЕ, МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ.**

В реализации межпредметных связей физики и математики существует несогласованность в изучении общего учебного материала, расхождение в трактовке понятий, что влияет на качество усвоения учебного материала.

Объект исследования – процесс обучения математике и физике в основной школе.

Предмет исследования – особенности формирования межпредметных связей физики и математики при решении физических задач математическими методами.

Цель работы – изучить особенности формирования межпредметных связей физики и математики в основной школе и рассмотреть решение физических задач математическими методами.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- 1) изучить понятие межпредметных связей и их классификацию;
- 2) выяснить особенности планирования и развития межпредметных связей в процессе обучения в старшей школе;
- 3) проанализировать тематическое планирование курсов математики и физики в современной основной школе;
- 4) рассмотреть особенности формирования межпредметных связей физики и математики на примере решения физических задач математическими методами.

В результате исследования был разработан и апробирован факультативный курс «Решение физических задач математическими методами» на учащихся 11 класса, сдающих ЕГЭ.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Характеристика межпредметных связей в общеобразовательной школе .....	8
1.1 Межпредметные связи: понятие, классификация.....	8
1.2 Планирование и развитие межпредметных связей математики и физики в старшей школе.....	14
2 Методические особенности формирования межпредметных связей физики и математики в общеобразовательной школе .....	21
2.1 Особенности изучения физики и математики в общеобразовательной школе.....	21
2.2 Анализ тематического планирования курсов математики и физики в современной общеобразовательной школе .....	27
2.3. Экспериментальная работа по формированию межпредметных связей физики и математики при решении физических задач математическими методами .....	34
Заключение .....	57
Список использованных источников .....	59

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях жизни стоит необходимость в обществе развивать такое мировоззрение, которое рассматривает индивида не изолировано от окружающего мира, а как его органическую часть. Важная роль в этом отводится современному образованию. В настоящее время учитель не только передает ученикам знания, он находится в постоянном поиске оптимальных форм, приемов и методов обучения, позволяющих качественно улучшить образовательный процесс.

Интеграция в обучении есть не что иное, как результат осуществления такого педагогического подхода. Интегрированное обучение дает учащимся единое представление об окружающем нас мире благодаря комплексному изучению школьных дисциплин и установлению связей между ними.

Методологической основой каждого школьного предмета являются межпредметные связи (МПС), благодаря которым происходит эффективное усвоение учебного материала. Что является важным фактором обучения и соответствует Современным требованиям, определенными ФГОС.

Благодаря реализации МПС в образовательном процессе происходит систематизация учебных знаний, которые становятся более глубокими и прочными, у школьников формируется целостная картина окружающего мира. Процесс обучения и воспитания становится более эффективным. Появляется возможность применять знания, умения и навыки, полученные в курсах других школьных предметов.

Теоретические основы МПС были заложены известными учеными и педагогами, ведущими дидактами: Я.А. Каменским, К.Д. Ушинским, Н.К. Крупской, А.В. Усовой, С.П. Злобиной и другими.

В основе межпредметных связей физики и математики лежит общая предметная область, в рассмотрении которой данные науки используют разные подходы. Взаимосвязь данных школьных дисциплин также выражается в тесном взаимодействии имеющихся у них методов и идей. Уровень

математической подготовки школьников отражается не только на выборе методов обучения физике, но и на содержании преподавания этого предмета. Составляя образовательные программы по математике и физике, учителя-предметники должны учитывать имеющиеся знания у школьников по смежной дисциплине.

Актуальность темы, заявленной в данной работе, заключается в том, что в реализации МПС физики и математики существует проблема, основанная на двух противоречиях:

1) наблюдается временная несогласованность в изучении общего учебного материала в данных дисциплинах;

2) существует расхождение в трактовке основных понятий, которые используются как в математике, так и в физике.

Кроме этого, у школьников, сдающих ЕГЭ по физике, наблюдается низкий уровень знаний, связанный с решением задач графическим методом. Именно в задачах такого типа школьники делают наибольшее число ошибок. Однако в курсе физики на решение подобных задач отводится недостаточно времени. Чтобы решать физические задачи, школьники должны обладать необходимым уровнем математических знаний. Без этих знаний нет возможности решать физические задачи, в том числе графическим методом. Поэтому, на наш взгляд, реализация межпредметных связей физики и математики может решить существующие проблемы в методике преподавания данных дисциплин.

Цель работы – изучить особенности формирования межпредметных связей физики и математики в основной школе и рассмотреть и решение физических задач математическими методами.

Объект исследования – процесс обучения математике и физике в основной школе.

Предмет исследования – особенности формирования межпредметных связей физики и математики при решении физических задач математическими методами.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- 1) изучить понятие межпредметных связей и их классификацию;
- 2) выяснить особенности планирования и развития межпредметных связей в процессе обучения в старшей школе;
- 3) проанализировать тематическое планирование курсов математики и физики в современной основной школе;
- 4) рассмотреть особенности формирования межпредметных связей физики и математики на примере решения физических задач математическими методами.

Выпускная квалификационная работа по теме «Методические особенности осуществления межпредметных связей физики и математики» содержит 64 страниц текстового документа, 29 рисунков и 40 использованных источников.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

## 1.1 Межпредметные связи: понятие, классификация

Перед современным образованием ставятся задачи, направленные на выявление и развитие потенциала, который есть у каждого школьника. В связи с этим учитель не только развивает научные знания у обучающихся по своему предмету, но и способствует развитию их творческих способностей, умений, необходимых для успешной социализации в социуме. Решение данных задач невозможно осуществить в рамках одной школьной дисциплины, поэтому необходима тесная взаимосвязь между предметами школьного цикла, позволяющая сформировать у школьников умение учиться.

Межпредметные связи в системе образования должны занять достойное место в учебном процессе, потому что их успешная реализация в учебной деятельности улучшает качество образования. Так благодаря использованию связей между предметами школьного курса, повышается научные компетентности учащихся, у них развиваются критическое и словесно-логическое мышление, творческие способности. Кроме этого, уменьшается дублирование тем школьных предметов, что значительно экономит время.

Тема межпредметных связей поднималась и рассматривалась педагогами еще с XVII века. Ее раскрывали в своих трудах такие известные педагоги, как чешский педагог – гуманист Ян Амос Коменский, британский педагог и философ Джон Локка, швейцарский педагог Иоганн Генрих Песталоцци и другие. Педагог Я.А. Коменский так писал о взаимосвязи школьных дисциплин: «Все, что находится во взаимной связи, должно преподаваться в такой же связи, ибо это весьма важно для формирования системных знаний» [10]. По мнению Д. Локка, известного педагога и

философа, «содержание одного предмета должно наполняться определениями, элементами и фактами из другого предмета, с целью получения не только знаний по основам наук, но и разнообразных умений для их практического применения в жизни» [10]. И.Г. Песталоцци писал о реализации МПС следующее: «Приведи в своем сознании все по существу взаимосвязанные между собой предметы в ту именно связь, в которой они действительно находятся в природе» [10].

Продолжили тему межпредметных связей другие педагоги XIX века И.Ф. Герbart, Ф.А. Дистервег. Они рассматривали межпредметные связи, как средство получить более глубокое знание, дающее возможность видеть окружающий мир в единстве и многообразии.

Тему межпредметных связей в школе поднимали русские педагоги и просветители на рубеже XIX – XX веков. К ним можно отнести литературного критика В.Г. Белинского, писателя и мыслителя В.Ф. Одоевского, педагога и писателя К.Д. Ушинского и других [27].

Ушинский сделал попытку объяснить важность межпредметных связей с точки зрения психологии. По его мнению, существует большое разнообразие связей между предметами школьного цикла, в основе которых лежит принцип ассоциативности. Так связь между предметами может быть основана на противоположности, сходстве и других признаках [10]. Константин Дмитриевич считал, что без связей между школьными предметами не может сформироваться целостное и системное знание обучающихся.

Известный идеолог и партийный деятель советского союза Крупская Надежда Константиновна предложила теоретическое обоснование связей между предметами, в основе этих связей, по ее мнению, должен лежать диалектического подхода. Надежда Константиновна считала, что идея межпредметных связей, должна быть отражена в образовательных программах.

Однако такой подход в построении учебных программ не получил высоких ожидаемых результатов. С 1931 году обучение стало носить дифференцированный (предметный) характер. В 50-е годы XX века развивается новое направление межпредметных связей: связь между общеобразовательными и политехническими предметами.

В современной педагогической науке нет единого определения понятия межпредметных связей. Можно выделить два направления, существующих в современной педагогике, разделение на которые основано на понимании сущности межпредметных связей.

Представители первого направления, существующего в современной педагогике, рассматривают связи между предметами как дидактическое условие. К этому направлению можно отнести Ф.П. Соколова. Он считает, что межпредметные связи, «как дидактическое условие, повышают эффективность образовательного процесса» [5]. В.Н. Федорова и Д.М. Кирюшкин, считают, что межпредметные связи обеспечивают «последовательность отражения в содержании школьных естественнонаучных дисциплин взаимосвязей, действующих в природе» [5].

Представители второго направления рассматривают межпредметные связи, как «отражение в учебных дисциплинах тех взаимосвязей, которые существуют в природе и являются предметом познания современных наук» [5]. Представителем данного направления является В.Н. Максимова.

Как видим, на разных этапах развития общества, межпредметные связи рассматривались педагогами по-разному.

В связи с утверждением Федерального государственного образовательного стандарта в 2012 году, возникла необходимость рассмотреть межпредметные связи с его точки зрения. В основе образовательного стандарта лежит системно-деятельный подход, который устанавливает определенные требования к процессу обучения, к его результатам. Поэтому возникла необходимость обобщить все существующие понятия межпредметных связей согласно требованиям образовательного



стандарта. Т.Л. Блинова попыталась сделать обобщение в определении данного понятия. В своей статье «Подход к определению понятия «Межпредметные связи в процессе обучения» с позиции ФГОС СОО» педагог пишет, что межпредметные связи - это «дидактическое условие, сопутствующее отражению в учебном процессе сформированности целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, а также овладение учащимися навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности. В результате знания становятся не только конкретными, но и обобщенными, что дает учащимся возможность переносить эти знания в новые ситуации и применять их на практике» [6]. Данное определение педагога раскрывает все стороны межпредметных связей, которые существуют в настоящее время в педагогической науке.

Функции, которые выполняют межпредметные связи (МПС) в образовательном процессе, представлены на рисунке 1.

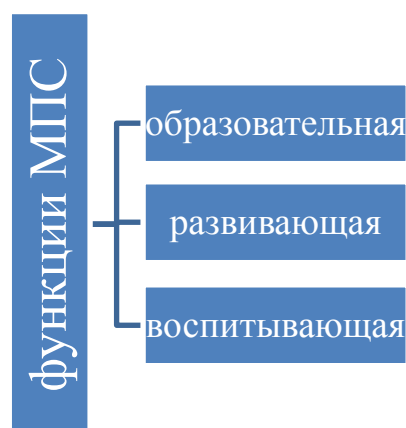


Рисунок 1 – Функции МПС

Благодаря образовательной функции межпредметных связей, знание, сформированное у школьников, обладает системностью, осознанностью и гибкостью [35].

За счет развивающей функции, у обучающихся развиваются творческое мышление, познавательная активность, навыки самостоятельной работы и интерес к обучению [35].

Воспитывающая функция дает возможность педагогу реализовать комплексный подход к процессу воспитания учащихся [35].

Выделяют три формы МПС: «1) по составу, 2) по направлению действий, 3) по способу взаимодействия связеобразующих элементов» [25].

Более подробная классификация МПС представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация МПС

Формы МПС	Типы МПС	Виды МПС
1) по составу	содержательные	- по фактам; - по понятиям; - по законам; - по методам наук
	операционные	по формируемым: - навыкам; - умениям; - мыслительным операциям
	методические	по использованию педагогических методов и приемов
	организационные	по формам и способам организации учебно-воспитательного процесса
2) по направлению	- односторонние; - двусторонние; - многосторонние	- прямые; - обратные; - восстановительные
3) по способу взаимодействия связеобразующих элементов (многообразие вариантов связи)	- хронологические	- преемственные; - синхронные; - перспективные
	- хронометрические	- локальные; - среднедействующие; - длительно действующие

*МПС по составу*, в зависимости от учебного материала, а также мыслительных операций, навыков и умений, которые формируются в процессе обучения, делятся на типы (содержательные, операционные, методические, организационные), а они в свою очередь на виды. МПС по составу помогают определить знания из смежных предметов, которые потребуются в изучении основного предмета [25].

*МПС по направлению* делятся на односторонние, двусторонние и многосторонние. Все типы, в свою очередь, бывают: прямые, обратные, восстановительные.

Благодаря МПС по направлению можно определить:

1) источником межпредметной информации изучаемой темы, выступают один или несколько учебных предметов;

2) способ использования межпредметной информации: «при прямых связях - только при изучении конкретной учебной темы основного предмета, при обратных и восстановительных связях – тема выступает информацией другим темам (или предметам) учебного плана школы» [25].

*Деление МПС по способу взаимодействия связеобразующих элементов* на типы зависит от временного ресурса. У них выделяют такие типы: хронологические (характеристика последовательности осуществления МПС) и хронометрические (характеристика продолжительности взаимодействия связывающих элементов). Данные типы делятся на виды. Хронологические типы МПС делятся на преемственные, синхронные и перспективные виды. Хронометрические типы МПС – на локальные, среднедействующие и длительно действующие виды.

Данная форма связи определяет:

1) знания смежных дисциплин, которыми учащиеся уже владеют, и те знания, которые еще предстоит им получить (хронологические связи);

2) зависимости сроков изучения учебного материала, главную и второстепенную темы (хронологические синхронные связи);

3) длительность взаимодействия учебных тем при осуществлении МПС [14].

Следовательно, межпредметный подход к обучению на современном этапе является ведущим принципом образования, обеспечивающим целостность учебно-воспитательного процесса. Функции межпредметных связей достигаются в наибольшей степени, если педагог в учебном процессе использует все многообразие форм, типов и видов связей учебных предметов.

## **1.2 Планирование и развитие межпредметных связей математики и физики в общеобразовательной школе**

В повышении эффективности учебного процесса и улучшения качества знаний учащихся важную роль занимает взаимосвязь между учебными предметами школьной образовательной программы. МПС между учебными предметами углубляют полученные знания и делают их практичными [5].

Для построения дидактической модели связей между учебными предметами школьного цикла педагогу необходимо сделать структурно-логический анализ (внутренний и внешний) тематического содержания предметов образовательного учреждения. Внутренний анализ учебного предмета дает возможность изучить содержание изучаемой темы, как основной, а также, определить связеобразующие элементы, необходимые для осуществления МПС. Внешний анализ позволяет изучить тематическое содержание других дисциплин школьного цикла и возможность перекрыть содержание этих тем с содержанием ведущей изучаемой темой с помощью связеобразующих элементов [3].

Педагогу необходимо определить те предметы школьного цикла, с которыми можно установить МПС при изучении учебной темы, найти темы смежных дисциплин, помогающие раскрыть ведущую тему. Отбираемые темы должны соответствовать следующим критериям:

- 1) наибольшее значение тем для раскрытия ведущей темы учебного предмета;
- 2) высокий уровень обобщения и интеграции разнообразных знаний в содержании учебной темы [5].

МПС между учебными предметами могут быть целенаправленными и систематическими. В педагогической науке выделяют следующие виды МПС школьных предметов: синхронные многопредметные, асинхронные (или взаимные), понятийные, идейные, по методам науки, системно-синтетические связи школьных предметов.

1) *синхронные многопредметные связи*. Учащиеся, изучая учебную тему, формируют общие представления и знания по ней. Перенос этих знаний в разнообразные ситуации области науки из других областей, способствует тому, что учащиеся начинают понимать, что силой научного знания является логика построения какой-либо области науки, ее универсальность, единство основных ее положений. Благодаря базовым положениям науки, ее принципам, а также умений у учащихся получать из этих знаний частные случаи, умения использовать знания в других дисциплинах, формируется у школьников высокая степень осознанности, прочность и применимость знания в практической жизни [3];

2) *асинхронные (взаимные) связи* устанавливаются, не нарушая их логической структуры. Поэтому, МПС являются асинхронными, т.е. взаимными [3];

3) *понятийные связи* устанавливаются при разработке документов: учебных программ, планов, учебников [3];

4) *идейные связи* выражают «согласованность и взаимное дополнение каких-либо понятия, явлений, законов и теорий разных школьных дисциплин на основе единства» [3];

5) *связи по методам науки* способствуют «взаимному углублению содержания школьных предметов, если кроме своих специфических методов, используются методы смежных предметов» [3];

б) *системно – синтетические связи школьных предметов* реализуются, когда есть «единство понятийных, идейных связей и связей по методам науки» [3].

Содержание знаний из других учебных дисциплин, продолжительность и способы их использования при изучении учебной темы педагог определяет с помощью планирования. С этой целью ему необходимо изучить рекомендации учебных программ, тематическое планирование и содержание учебников смежных дисциплин.

Планирование в системе образования бывает четырех видов:

- 1) сетевое планирование;
- 2) курсовое планирование;
- 3) тематическое планирование;
- 4) поурочное планирование.

Рассмотрим каждый вид планирования более подробно.

*1) сетевое планирование;*

Данное планирование в образовательной деятельности осуществляет завуч или председатель методической комиссии образовательного учреждения. График (или план - карта) сетевого планирования отражает в себе МПС изучаемых тем смежных дисциплин, а также темы, имеющие наибольшую связь с другими предметами школьного цикла. Он представляет собой модель учебного процесса, состоящую из содержания и объема учебной деятельности в определенный период времени, с учетом МПС между школьными предметами. Такое планирование показывает МПС в цикле школьных предметов, однако не обеспечивает достаточно высокую активность школьников в учебно-познавательной деятельности.

*2) курсовое планирование;*

Данное планирование осуществляется в рамках одного школьного предмета на основе разнообразных подходов к анализу существующих МПС между дисциплинами школьного цикла. Благодаря данному плану педагог получает возможность изучить необходимый учебный материал смежных предметов, необходимый для изучения тем основного предмета. Это дает возможность педагогу дать учащимся домашнее задание на повторение необходимых знаний из курса смежных предметов до того как дети приступят к изучению учебной темы основного предмета. Также учитель заранее может посетить уроки учителей смежных предметов, сделать подборку методической и учебной литературы. Повышает эффективность учебного процесса и планирование узловых тем МПС, проведенное на основе курсового плана.

### *3) тематическое планирование;*

План имеет собой логическую структуру тем урока, включающую в себя необходимые знания смежных предметов, перспективные связи между ними. Педагог определяет объем знаний смежных дисциплин, необходимых для изучения учебных тем основного предмета, с какой целью будут использованы эти знания на уроке, устанавливает причинно-следственные связи изучаемой темы с ними, проводит обобщение знаний. Так педагог получает возможность подобрать необходимые методы и приемы для осуществления МПС на уроке, подбирает соответствующее задание для учащихся. Тематическое планирование учитывает все многообразие существующих видов связей между предметами, определяет направления активизации учебно-познавательной деятельности школьников в учебном процессе при изучении новой темы.

### *4) поурочное планирование.*

Планирование, составляемое на урок, указывает более конкретное использование МПС в образовательном процессе. Учитель указывает в поурочном плане, на каком этапе занятия он будет использовать необходимые знания других школьных дисциплин и способ их использования. Особенно тщательный подход требуется при составлении обобщающего урока с использованием связей между смежными предметами. Такие уроки выделяются на основе тематического планирования. Данный тип занятия имеет ряд преимуществ: во-первых, формулируются цели и задачи с учетом межпредметных связей, во-вторых, формулируются конкретные вопросы учащимся для воспроизведения базовых знаний других дисциплин, в-третьих, делаются мировоззренческие выводы, обобщающие знания основного предмета по теме и знания смежных дисциплин, в-четвертых, домашнее задание содержит знания не только по основному предмету, но и знания смежных предметов. Составляя планы на урок, педагог должен знать какой объем знания смежных дисциплин, необходимый для изучения темы, освоили учащиеся на уроках по другим предметам. При

необходимости, он должен согласовать с педагогом смежной дисциплины вопросы и задания, чтобы избежать повтора и выработать единый подход в изучении определенной темы. Формированию единого мировоззрения при изучении учебной темы способствуют посещение педагогом уроков смежных дисциплин, изучение планов, направленных на осуществление МПС, других педагогов. Планы могут рассматриваться и обсуждаться на методических комиссиях (советах) учебных дисциплин, согласовываться с завучем образовательного учреждения. Благодаря этому можно избежать возможных ошибок в использовании знаний других предметов на уроке, неточностей в формулировке вопросов и заданий, с учетом понимания темы смежных предметов, выработать единый подход в изучении определенной темы, выбрать наиболее рациональные методы и приемы обучения.

Как видим, планирование является важным звеном подготовки педагога к эффективному использованию связей между предметами школьного цикла в учебном процессе и средством реализации этих связей в образовательной деятельности.

Эффективное использование МПС в учебном процессе является очень сложной методической задачей педагога, для решения которой требуется у него наличия знаний о содержании образовательных программ и учебной литературы смежных предметов. Кроме этого необходимо взаимодействие педагога с коллегами, преподающих смежные дисциплины, посещение их открытых уроков, осуществление совместного планирования уроков и другое. На основе плана учебно-методической работы учитель разрабатывает план реализации связей между другими дисциплинами по своему предмету.

Методическая работа педагога по подготовке и реализации МПС в образовательной деятельности включает ряд этапов, которые показаны на рисунке 2.





Рисунок 2 – Этапы подготовки и использования МПС в учебной деятельности

Математика и физика являются наиболее сложными предметами из школьного цикла. Взаимосвязь между этими предметами проявляется в тесном сотрудничестве между их идеями и методами. Условно можно выделить несколько видов связей, которые существуют между данными предметами [29]:

1) физика ставит перед математикой определенные задачи, требующие решения, дает методы и приемы для их решения, благодаря этому математика получает ресурс для развития теоретической части данной науки;

2) физика берет весь математический ресурс для изучения и проведения анализа физических явлений, благодаря чему происходит развитие физики как науки, появляются новые физические проблемы;

3) физика использует для своего развития как науки, весь ресурс, имеющийся в математике, благодаря чему математика, как наука, также развивается и совершенствуется.

Данные связи нашли свое отражение во взаимодействии математики и физики, это связь носит двусторонний характер.

Объектом математики служит реально существующий материал, например, количественные отношения окружающего мира, его пространственные формы. Поэтому метод абстракции выступает основным методом математики. Математика, как наука, по способу отражения действительности является аспектной. Предметная область данной науки является вся проявленная действительность. Во всех материальных областях можно увидеть проявления математических закономерностей.

Физика, как наука, изучает свойства материи, которая проявляется в двух формах: в форме вещества и в форме поля, формы движения материи, взаимодействия природы, управляющие ее движением. В начале своего развития физика занималась исследованием окружающих нас тел, а также некоторые общие проблемы, такие как взаимодействие тел, строение вещества, механизмы тепловых, звуковых и оптических явлений. Исходя из этого, можно отметить, что физика в начале своего развития была в большей степени объектной наукой. С XX века физики исследуют фундаментальные явления природы и законы, описывающие их проявление.

Математика сформировалась как наука первой, однако по мере того, как развивались физические знания, ее методы все больше и больше находили свое применение в научных исследованиях в области физики.

Следовательно, взаимосвязь между математикой и физикой отражают взаимосвязь двух наук: физики и математики, которые имеют общую предметную область.

В ходе преподавания математики и физики учителю важно особое внимание обратить на тот факт, что две данные дисциплины тесно взаимосвязаны друг с другом. Математика дает физике весь имеющийся у нее ресурс для выражения закономерностей физики, открытия новых явлений. Физика ставит перед математикой задачи, требующие решения, находя ответ на них, математика развивается как наука.

Таким образом, МПС между математикой и физикой в учебном процессе помогают педагогу улучшить качество усвоения учебного материала школьниками, повысить их мотивацию к получению знаний, а также способствуют формированию у них научного мировоззрения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

### 2.1 Особенности изучения физики и математики в общеобразовательной школе

Сложности учебных курсов физики и математики имеют ряд противоречий в своем изучении.

В преподавании математики школьного курса наблюдается оторванность от потребностей физики. Это можно наблюдать в выборе учебного материала, в трактовках основных понятий, в постановках учебных задач, а также в развитии навыков, что значительно причиняет урон и самой математике. Учащиеся проявляют трудности в понимании предмета, теряют интереса к нему, принижают его роль, как фундаментальной науки.

В изучении учебных тем математики и физики наблюдаются противоречия, которые мешают обеспечить наиболее эффективное обучение данным предметам (таблица 2).

Таблица 2 – Основные противоречия в изучении физики и математики

Тема	физика	математика
1. Есть случаи, когда новые математические понятия изучаются раньше на уроках физики, чем на уроках математики		
Понятие аргумента и приращение функции	Изучается в 9 классе, имеет нечеткое выражение, время рассматривается как скалярная величина, перемещение – как векторная величина	Изучается в 10 классе, понятие приращения вводится только для скалярных величин
Измерение углов в радианах	Изучается в 9 классе при изучении угловой скорости	Изучается в 10 классе
Вектор	Рассматривается в 7 классе	Рассматривается в 9 классе на уроках геометрии

Продолжение таблицы 2

Тема	физика	математика
2. Есть случаи, когда математические понятия рассматриваются на уроках физики, но не изучаются на уроках математики		
вектор		Проекция вектора на ось не рассматривается
3. Не все понятия, изучаемые в математике, используются при изучении физики		
Понятия «противоположный вектор» и «нулевой вектор»	Не используется	Изучается на уроках геометрии
4. Наблюдается несоответствие между символикой физики и математики		

Как видим, происходит отставание изучения тем в курсе математики, от их изучения в курсе физики. Это является существенной проблемой. Педагог вынужден рассматривать новые математические понятия на уроках физики, не рассматривая их полностью со всех сторон. Параллельность изучения курсов физики и математики снижает эффективность изучения данных дисциплин.

В настоящее время учебный процесс «требует органического сочетания экспериментального и теоретического методов изучения физики, выявления сути физических законов на основе доступных школьникам понятий элементарной математики» [9], что позволяет школьникам получить следующие результаты:

- 1) повысить уровень знаний из области математики;
- 2) сформировать логическое мышление;
- 3) понять единства материального мира.

Благодаря наблюдению за тем, как применяются математические формулы и уравнений в физических процессах, у школьников повышается познавательный интерес к математике и физике.

Следовательно, лучшему усвоению знаний по физике и математике, на наш взгляд, будет способствовать интеграция этих предметов в учебном

процессе. Интегрирование физики и математики позволяет данным предметам помогать друг другу в изучении учебного материала, не теряя своей фундаментальности.

Методологическая основа ФГОС базируется на системно-деятельном подходе, который активизирует активную учебно-познавательную деятельность школьников с учетом их особенностей развития [34]. ФГОС направлен «на развитие личностных характеристик учащихся в процессе обучения и устанавливает новые требования к результатам обучения, в том числе, к освоению межпредметных понятий, которые являются основой для формирования универсальных учебных действий (регулятивных, познавательных, коммуникативных) и развитие способности использовать их в познавательной и социальной практике» [4].

ФГОС определяет результаты обучения математике и физике на базовом уровне, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты обучения математике и физике на базовом уровне, определенные в ФГОС

Результаты обучения математике на базовом уровне	Результаты обучения физике на базовом уровне
должны отражать:	
1. Сформированность представлений о математике как части мировой культуры и о месте математики в современной цивилизации.	1. Сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира.
2. Сформированность представлений о способах описания явлений реального мира на математическом языке	2. Понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений.
3. Сформированность представлений о математических понятиях, как о важнейших математических моделях, позволяющих описывать, изучать различные процессы, явления.	3. Понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач.
1) Понимание возможности аксиоматического построения математических теорий.	4. Владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями.

Продолжение таблицы 3

должны отражать:	
2) Владение методами доказательств и алгоритмов решения и умение их применять, проводить доказательные рассуждения в ходе решения задач.	5. Уверенное пользование физической терминологией и символикой.
3) Владение стандартными приёмами решения рациональных и иррациональных, показательных, степенных, тригонометрических уравнений и неравенств, их систем.	6. Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент.
4) Использование готовых компьютерных программ, в том числе для поиска пути решения и иллюстрации решения уравнений и неравенств.	7. Умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы.
	8. Сформированность умения решать физические задачи.
	9. Сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни.
	10. Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент.

Модель МПС физики и математики строится на основных положениях, представленных в таблице 4, и включает в себя два структурных элемента: 1) содержательный; и 2) организационный. Структура модели МПС представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Модель МПС физики и математики

На изучение математики (базовый уровень) в старших классах отводится 4 часа в неделю. Для изучения физики (базовый уровень) выделяется 2 часа в неделю. Методические особенности в изучении данных предметов зависят от логики изложения учебного материала.

Реализуя МПС физики и математики при изучении темы, эффективнее будет опираться на наглядность физики, чем математические доказательства. Например, изучать производную сумму на уроках математики «на основе закона сложения скоростей движения тел» [4].

Классификация МПС строится на уровне знаний и видов деятельности. Она представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схема МПС на уровне знаний и видов деятельности

Методика обучения с применением МПС в учебной деятельности представлена тремя ступенями (рисунок 5).



Рисунок 5 – Ступени обучения с применением МПС

Такой подход в обучении с использованием МПС решает следующие вопросы:

- 1) упорядочивает работу педагога по реализации МПС в обучении;
- 2) дает оценку достигнутым результатам обучения;
- 3) определяет степень овладения школьниками умениями переносить и использовать необходимые знания из смежных дисциплин для решения поставленных задач.

Таким образом, реализация МПС осуществляется благодаря специально организованному процессу обучения, направленного на их установление. МПС благоприятно влияют на результаты обучения физики и математики в среднем общем образовании. Факультативный межпредметный курс по физике и математике, на наш взгляд, позволит во внеурочное время рассмотреть понятия, изучаемые как в курсах физики и математики, с разных сторон.



## **2.2 Анализ тематического планирования курсов математики и физики в современной общеобразовательной школе**

Проблема взаимосвязанного изучения двух школьных дисциплин – физики и математики, очевидна, поскольку содержание этих курсов тесно переплетаются друг с другом. Так, знания которые учащиеся получили на уроках математики, используются на уроках физики при решении физических задач, что прекрасно иллюстрирует применение законов математики на практике.

Тот факт, что изучение физики нуждается в математическом аппарате, не вызывает никаких сомнений. Сложнее понять, каким образом в изучении математики могут быть использованы физические законы. Непонимание данного вопроса привело к тому, что в реализации межпредметных связей физики и математики существует односторонность. Так учитель физики успешно использует математический ресурс на уроках физики, в то время как учитель математики игнорирует использование физических знаний на уроках математики.

Поэтому вопрос о необходимости использования знаний из курса физики на уроках математики требует разъяснения.

Математику считают языком науки, поэтому она не может существовать и развиваться отдельно от содержания. Из-за возникшей оторванности математики от других наук, сделали ее абстрактной, лишенной практического содержания, и как следствием этого математика стала неинтересной. Такое преподавание не решает главные образовательные задачи: не формирует научное мировоззрение, не способствует всестороннему развитию личности учащихся.

Необходимость осуществления межпредметных связей физики и математики подтверждается научными исследованиями в данном направлении.

Приведем некоторые примеры осуществления МПС курсов физики и математики (таблица 4).

Таблица 4 – Примерное содержание тем реализации МПС физики и математики

№	Наименование темы реализации МПС физики и математики
1	Формирование понятия функции на уроках физики и математики
2	Элементы высшей математики в курсах физики и математики
3	Понятие вектора в курсах физики и математики
4	Геометрическое знание на уроках физики
5	Использование взаимосвязей физики и математики при формировании понятий приближенных вычислений
6	Измерения в курсах физики и математики, движение в курсах физики и математики
7	Изучение колебательных процессов в курсах физики и математики
8	Пропедевтическое введение математических понятий при изучении физики
9	МПС курсов физики и математики в системе задач по математике
10	Применение координатного метода при изучении механики
11	Математическое моделирование физических процессов и явлений
12	Графический метод как одно из средств обучения в курсе физики
13	Решение прикладных задач при изучении математики

Для реализации МПС по указанным темам необходимо рассмотреть вопросы взаимосвязи программного материала физики и математики, а также проблемы организации МПС физики и математики, методы их осуществления. Рассмотрим программное содержание курса математики, которое можно связать с курсом физики (таблицы 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Таблица 5 – Интегрированное изучение физики и математики в 5-6 классах

Математика (арифметик)	Физика
Приближенное значение числа, округление чисел, проценты, модуль числа, понятие о числе как о результате измерения	-
<p>Методические рекомендации:</p> <p>Физика в 5-6 классах не изучается, однако данный материал служит пропедевтикой для восприятия некоторых идей, необходимых для изучения физики:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) приближенный характер любого измерения;</li> <li>2) измерения с заданной точностью;</li> <li>3) использование в практике округленных чисел, выражающих результат измерения;</li> </ol> <p>Учащиеся знакомятся с простейшими измерительными приборами (линейкой, мензуркой, весами), получают первые навыки работы с ними.</p> <p>Работа с именованными числами готовит учащихся к пониманию единиц измерения физических величин.</p> <p>Понятие о процентах подводит к пониманию коэффициента полезного действия,</p>	

Продолжение таблицы 5

Математика (алгебра)	Физика
<p>который также выражается в процентах.                      Понятие о модуле числа использовать как подготовку к введению скалярных и векторных величинах.</p>	
<p>Числа на прямой, прямоугольная система координат, координаты точки, применение букв для записи выражений, вычисление по формулам, понятие прямой и обратной пропорциональности</p>	
<p>Методические рекомендации:                      Изображение физических величин на прямой (температуры, времени, длины, объема, массы и т.п.), подготовка к введению понятия системы отсчета, учащиеся готовятся к введению формул (скорости равномерного движения, плотности вещества).                      Использование простейших примеров из физики для усвоения понятий прямой и обратной пропорциональности.</p>	
Математика (элементы геометрии)	Физика
<p>Отрезок, луч, прямая, угол, треугольник, окружность, круг. Прямой угол. Длина. Площадь. Объем. Масштаб. Простейшие построения.</p>	-
<p>Методические рекомендации:                      Использование элементов физики: образ луча света, его демонстрация, прямолинейность распространения света, прокладка прямых с помощью лазерного луча. Отвес, вертикаль, тяготение к центру земного шара. Реальное практическое измерение длин, площадей, объемов. Использование различных масштабов для построения графиков различных величин</p>	

Таким образом, на уроках математики в 5-6 классах можно рассмотреть некоторые аспекты физических знаний, в то же время «оживить» преподавание математики привлечением реальных физических величин, законов, демонстраций опытов, проведением практических работ, измерений с помощью физических приборов.

Таблица 6 – Интегрированное изучение физики и математики в 7 классе

Математика (алгебра)	Физика
<p>Функция, прямая и обратная пропорциональность, графики <math>y = kx</math>, <math>y = b + kx</math>. Степень с натуральным показателем <math>y=x^2</math>, <math>y=x^3</math>, их графики, свойства</p>	<p>Связь величин путь и время, вес и масса, масса и объем, давление и площадь и т.д.</p>
<p>Методические рекомендации для МПС (уроках алгебры):                      1) Рассмотреть примеры прямой и обратной пропорциональности на примерах связи пути и времени, веса и массы, массы и объема, давления и площади и т.д.                      2) график линейной функции рассмотреть на примерах формул:</p>	

Продолжение таблица 6

Математика (алгебра)	Физика
$S = S_0 + v_0 t, v = v_0 + at, P = P_0 + P_0 \propto t$ Методические рекомендации для МПС (на уроках физики): 3) Полезно получить простейшие зависимости между физическими величинами или сделать математическую обработку данных, полученных экспериментально на уроках физики 4) Функции $y=x^2, y=x^3$ рассмотреть на примерах формул пути в равноускоренном движении $S = \frac{at^2}{2}$ и $h = \frac{gt^2}{2}$ , потенциальной и кинетической энергии и т.п. $E_{п} = \frac{at^2}{2}, E_{к} = \frac{mv^2}{2}$	
Математика (геометрия)	Физика
Начальные понятия геометрии, аксиомы и теоремы, равенство треугольников, расстояние от точки до прямой	Физические задачи
Методические рекомендации для МПС (на уроках физики): Использовать геометрические закономерности для решения физических задач	

Таблица 7 – Интегрированное изучение физики и математики в 8

классе

Математика (алгебра)	Физика
Квадратные корни, функция $y=\sqrt{x}$ , её свойства, график, связь с функцией $y = x^2$ . Возрастание и убывание функций $y = kx + \beta$ , $y = x^2$ , $y=\sqrt{x}$ , $y = \frac{k}{x}$ их графики. Функция $y =  x $ . Степень с целым показателем, запись чисел в стандартном виде. Относительная погрешность приближенного значения. Исследование функций $y = kx + \beta$ , $y = x^2$ , $y = \sqrt{x}$ , $y = \frac{k}{x}$ .	Закон Ома, теплоемкость и т.д. Лабораторные работы, физические практикумы
Методические рекомендации для МПС (уроках алгебры): рассмотрение свойств, графиков, исследование функций $U = \frac{U}{R}, Q = Cm\Delta t, P = \frac{C}{V}$ , Методические рекомендации для МПС (на уроках физики): 1) $E_k = \frac{mv^2}{2}, T = 2\pi \sqrt{\frac{e}{g}}$ выяснение физического содержания постоянных $R, cm, mg$ . 2) Абсолютная и относительная погрешности в физических измерениях, класс точности электроизмерительных приборов, цена деления измерительного прибора. Математическая обработка результатов лабораторных работ и работ физического практикума.	
Математика (геометрия)	Физика
Теорема Пифагора, соотношения между сторонами и углами прямоугольного треугольника. Декартовы координаты на плоскости, уравнения прямой и окружности. Преобразование фигур на	Решение задач

плоскости	
<p>Методические рекомендации МПС (уроках физики):</p> <p>Использование полученных соотношений для решения физических задач. Равномерное движение по окружности, элементы круга, скорость движения по окружности, период, частота. Симметрия изображения в плоском зеркале, построения в геометрической оптике. Понятие о системах отсчета в связи с изучением декартовой системы координат.</p>	

Проведя анализ курсов физики и математики за 8 класс, мы пришли к выводу, что хотя можно наблюдать общие закономерности, присущие обоим курсам, однако установить МПС между ними крайне трудно.

Таблица 8 – Интегрированное изучение физики и математики в 9 классе

Математика (алгебра)	Физика
<p>Квадратичная функция <math>y = Ax^2 + Bx + C</math>, её свойства и график, простейшие преобразования графиков. Решение систем уравнений, составление систем по задачам, графический способ решения задач. Прогрессии. Тригонометрические выражения и их преобразования. Организация вычислений.</p>	<p>кинематика, закон равноускоренного движения, преобразование графика связать с выбором системы отсчета.</p>
<p>Методические рекомендации для МПС (на уроках физики):</p>	
<p>1) Исследование графика квадратичной функции сделать наглядным, путем исследования уравнения : <math>S = \frac{at^2}{2} + lit + S_0</math> .</p> <p>2) Составление систем уравнений при решении задач по кинематике и динамике, особенно с применением координатного метода.</p> <p>3) Графическое решение задачи по кинематике и динамике, как образцы практического использования графического метода в математике.</p> <p>3) Использование практической реализации формула арифметической прогрессии, на примерах формул: <math>U = U_{0+} + at</math> , <math>S = S_0 + Ut</math> , <math>P = P_0</math> , <math>P_0 = at</math> .</p> <p>4) Можно показать, как использовать формулу суммы <math>h</math> членов прогрессии для получения величины пути, пройденного в равноускоренном движении за <math>t</math> секунд:  <math>S = \frac{S_1+S_2}{2} \cdot t_1</math> , где <math>S_1 = U_{1cp} \cdot 1c</math> , <math>S_t = U_{tcp} \cdot 1c \cdot U_{1cp} = \frac{U_0+U_0+\alpha \cdot k}{2}</math>  <math>U_{tcp} = \frac{\sqrt{t+a(t-1)+U_0+at}}{2}</math> , откуда <math>S = U_0 + t + \frac{at^2}{2}</math></p> <p>5) Показ использования тригонометрических преобразований при решении практических задач (особенно при отыскании проекций на координатные оси).</p> <p>6) Практические приложения работы над приближенными числами, применение микрокалькуляторов, таблиц для расчётов в лабораторных работах.</p>	
математика (геометрия)	физика
<p>Векторы на плоскости. Параллельный перенос. Скалярное произведение векторов. Решение треугольников. Площади фигур.</p>	Решение задач
<p>Методические рекомендации для МПС</p>	
<p>1) Параллельное изучение векторов и действий над ними, векторные величины в физике, их изображение.</p>	

Продолжение таблицы 8

математика (геометрия)	физика
2) Параллельный перенос как переход в иную инерциальную систему отчёта. 3) Приведение примеров скалярного произведения, векторных физических величин, например, работа силы $A = (\vec{F} \cdot \vec{S})$ . 4) Примеры физических задач: сложение и разложение векторных величин, задачи по статике. 5) Нахождение площадей для определения давления, нахождения центра масс однородных плоских фигур.	

Таблица 9 – Интегрированное изучение физики и математики в 10 классе

Математика (алгебра)	Физика
Тригонометрические функции, их свойства, графики. Производная, её вычисление. Применение производной, её механический смысл. Исследование функций, возрастание и убывание функций, экстремум. Примеры гармонических колебаний, выраженных в дифференциальных уравнениях.	Изучение колебательных процессов в механике, электродинамике, оптике. Запись колебательного движения: механическая, с помощью осциллографа, многогранного зеркала. Физические характеристики колебательного процесса. Сложение колебаний, интерференция. Звуковые колебания, частота, высота тона, длина волны, громкость, амплитуда, скорость распространения и т.п.
Методические рекомендации для МПС:	
1) Введение производной на примере мгновенной скорости, ускорения. 2) Производная по времени как скорость протекания процесса, быстроте изменения некоторой величины ( $U = \frac{ds}{dt}$ , $a = \frac{dv}{dt}$ , $N = \frac{dA}{dt}$ , $i = \frac{dq}{dt}$ , $E_i = \frac{d\varphi}{dt}$ ). 3) Задачи физического содержания на максимум и минимум. 4) Приложения решения дифференциальных уравнений к колебательному движению и некоторым другим физическим задачам.	
Математика (геометрия)	Физика
Основы стереометрии. Координаты и векторы, действия над векторами в пространстве, симметрия.	Теория относительности
Методические рекомендации для МПС (на уроках физики):	
1) Трёхмерность реального пространства, обобщение полученных ранее закономерностей на трёхмерное пространство. 2) Запись принципов относительности Галилея и Эйнштейна для трёхмерного пространства. 3) Примеры векторов в пространстве и действия над ними. 4) Движение в пространстве как совокупность поступательного и вращательного движений.	

Таблица 10 – Интегрированное изучение физики и математики в 11 классе

Математика (алгебра)	Физика
Первообразная и интеграл. Показательная, логарифмическая, степенная функции.	Механика. Электродинамика
<p>Методические рекомендации для МПС (на уроках физики):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Введение понятия первообразной исходя из знания закона изменения скорости движения (ускорения), что является решением основной задачи механики.</li> <li>2) Использование понятия первообразной и определенного интеграла, их вычисления, для вывода формул скорости и пути в равноускоренном движении, нахождения работы и энергии переменной силы, потенциала электростатического поля точечного заряда, энергии заряженного конденсатора и магнитного поля дросселя и т. п.</li> <li>3) Показать практические приложения в физике показательной, степенной и</li> </ol>	
Математика (алгебра)	Физика
<p>логарифмической функций (закон радиоактивного распада, нарастание и спад силы тока в катушке индуктивности при её подключении к источнику тока и отключении, закон разряда конденсатора через сопротивление и т.п.).</p>	
Математика (геометрия)	Физика
<p>Методические рекомендации для МПС (на уроках физики):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Вычисления объёмов и площадей поверхности тел в связи с решением разнообразных задач по физике.</li> <li>2) Примеры тел вращения из области физики, техники.</li> <li>3) Вычисление моментов инерции тел.</li> </ol>	

Таким образом, изучив программное содержание курсов физики и математики в общеобразовательной школе, были выделены темы, в которых можно установить МПС между данными курсами. МПС физики и математики дают возможность практического применения знаний в преподавании смежных дисциплин. Благодаря чему у школьников происходит формирование научного целостного мировоззрения. Задача педагога заключается в том, чтобы показать учащимся единство и дополнение различных подходов в изучаемой теме.

### **2.3 Экспериментальная работа по формированию межпредметных связей физики и математики при решении физических задач математическими методами**

Для успешной сдачи единого государственного экзамена (ЕГЭ) по физике учащимся необходимо владеть физическими и математическими знаниями и умениями. Типичные математические ошибки, которые встречаются при сдаче ЕГЭ по физике: неумение читать графики, округлять ответы, находить прямую и обратную зависимости между величинами, выполнять действия с синусами и косинусами, решать системы уравнений. Большинство заданий ЕГЭ сформулировано так, что требует от учащихся умения «читать» графики. Однако большинство учащихся не умеют их анализировать. Данная проблема возникла из-за того, что в школьном курсе физики мало времени отводится на построение графиков при решении задач, редко рассматриваются задачи, в которых исходные данные необходимо найти из графика. «Графические упражнения позволяют учащимся перевести физическую ситуацию на геометрический язык и получать информацию о физических явлениях с помощью геометрической модели векторного пространства» [9]. Поэтому на уроках физики очень важно уделять подобным задачам особое внимание.

Факультативный курс «Математические методы решения физических задач» предназначен для учащихся 11 класса, сдающих ЕГЭ по физике. В основе данного курса лежат знания, полученные в курсе физики (базовый уровень) и математики (базовый уровень). В рассматриваемых темах факультативного курса излагаются «вопросы из курсов алгебры и математического анализа, необходимые для решения физических задач» [18].

Образовательная программа факультативного курса «Математические методы решения физических задач» рассчитана на 1 год. «Распределение часов для изучения тем может меняться в зависимости от подготовленности



и запросов учащихся» [18]. Занятия проводятся 1 раз в неделю, время занятия 40 - 45 минут.

Факультативный курс «Математические методы решения физических задач» направлен на достижение следующих цели и задач (таблица 11).

Таблица 11 – Цель и задачи ФК «Математические методы решения физических задач»

<b>Цель:</b>
Углубление, совершенствование и систематизация знаний и умений, полученных на уроках физики
<b>Задачи:</b>
1. Расширить знания обучающихся о видах физических задач, о приёмах и методах их решения.
2. Показать, какие понятия математики, и каким образом используются в физике.
3. Сформировать у учащихся умение пользоваться математическим аппаратом, необходимым для решения физических задач.
4. Способствовать развитию у школьников интереса к физике.

Планируемые результаты прохождения факультативного курса «Математические методы решения физических задач» представлены на рисунке 6.

личностные			метапредметные			предметные
самоопределение	смыслообразование	Морально-этическая ориентация	регулятивные	познавательные	коммуникативные	
внутренняя позиция уч-ся	мотивация	ориентация на выполнение моральных норм	управление своей деятельностью	речевая деятельность	работа с информацией	Получение основы знаний
самоидентификация	границы собственного знания и незнания	способность решения моральных проблем	контроль и коррекция	навык и сотрудничество	работа с учебными моделями	
самоуважение		оценка своих поступков	инициативность		использование ЗС средств, схем решения	
самооценка			самостоятельность			

Рисунок 6 – Ожидаемые результаты ФК

В курсе используются две организационные формы:

- 1) лекции;
- 2) решение задач.

После рассмотрения каждой темы, проводится проверочная работа (5).

В конце прохождения курса учащиеся выполняют итоговый текст. Содержание факультативного курса «Математические методы решения физических задач» представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Содержание факультативного курса «Математические методы решения физических задач»

№	Тема
1	Введение
2	Элементарные функции и их графики
3	Уравнения и системы уравнений
4	Неравенства и системы неравенств
5	Использование производной при решении физических задач
6	Первообразная и интеграл
7	Повторение

При изучении введения рассматриваются следующие вопросы (таблица 13):

Таблица 13 – Рассматриваемые вопросы в теме «Введение»

№	Название рассматриваемого вопроса
1	классификация задач по требованию, содержанию, способу задания;
2	определение вектора в математике;
3	векторные величины в физике;
4	связь между понятием координат вектора и проекции вектора на оси координат;
5	действия с векторами;
6	сложение, вычитание, скалярное и векторное произведение векторов;
7	математические преобразования при решении физических задач;
8	погрешности измерений;
9	использование векторов и их координат в физике при решении задач по кинематике, динамике (движение тел по наклонной плоскости), электростатике (нахождение кулоновской силы и напряжённости электрического поля, создаваемого несколькими зарядами);
10	примеры стереометрических задач с использованием координатного и векторного методов на примере физических величин

При изучении темы «Элементарные функции и их графики» рассматриваются два вопроса:

- 1) графики функций;
- 2) решение физических задач с использованием графиков.

При изучении темы «Уравнения и системы уравнений» рассматриваются вопросы, которые указаны в таблице 14.

Таблица 14 – Рассматриваемые вопросы при изучении темы «Уравнения и системы уравнений»

№	Название рассматриваемого вопроса
1	линейные уравнения при решении физических задач;
2	использование систем уравнений при решении физических задач;
3	квадратные, тригонометрические и показательные уравнения при решении физических задач;
4	координатный метод

При изучении темы «Неравенства и системы неравенств» рассматривается вопрос «об использовании линейных неравенств с одной переменной, неравенств второй степени при решении физических задач» [18].

При изучении темы «Использование производной при решении физических задач» рассматриваются следующие вопросы (таблица 15):

Таблица 15 – Перечень вопросов, рассматриваемых в теме «Использование производной при решении физических задач»

№	Название рассматриваемого вопроса
1	определение производной в математике;
2	физический смысл производной
3	примеры физических величин, являющихся производной по времени от других физических величин
4	таблица производных
5	вывод уравнения колебаний и его решение
6	применение производной при решении задач
7	погрешности измерения функций одной переменной
8	применение производной к решению задач на наибольшее и наименьшее значения
9	исследование функций с помощью производной

При изучении темы «Первообразная и интеграл» рассматриваются вопросы: «1) физический смысл интеграла; 2) применение интеграла при решении физических задач» [18].

При прохождении темы «Повторение» с учащимися повторяют и обобщают данный курс.

Учебно-тематический план факультативного курса «Математические методы решения физических задач» представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Учебно-тематический план ФК «Математические методы решения физических задач»

№	Тема	Количество часов	Контроль уровня учебных достижений	
		теория	практика	
1	Введение	2	3	Проверочная работа № 1
2	Элементарные функции и их графики	1	4	Проверочная Работа № 2
3	Уравнения и системы уравнений	2	9	Проверочная работа № 3
4	Неравенства и системы неравенств	1	2	Проверочная работа № 4
5	Использование производной при решении физических задач	2	4	Проверочная работа № 5
6	Первообразная и интеграл	1	1	Беседа
7	Повторение	-	2	Итоговый тест

Результаты прохождения факультативного курса педагог может фиксировать в таблицу (таблица 17).

Таблица 17 – Таблица результатов по прохождению факультативного курса «Математические методы решения физических задач»

№	Ф.И. учащегося	Оценка						Средняя оценка за прохождение ФК
		Проверочная работа № 1	Проверочная работа № 2	Проверочная работа № 3	Проверочная работа № 4	Проверочная работа № 5	Итоговый тест	
1								

Экспериментальная работа была проведена на базе МБОУ Средняя школа № 3 им. А.Н. Першиной г. Енисейска Красноярского края. Эксперимент был направлен на выявление роли межпредметных связей в развитии учебных компетенций учащихся, решать физические задачи, и формирование у них познавательного интереса. Респондентами выступили учащиеся 11 классов, сдающих ЕГЭ в 2021 году, в количестве 12 человек. Выборка была сделана по рекомендации учителя физики.

Апробация курса прошла при изучении темы «Введение». Вопросы, которые были рассмотрены в рамках данной темы, указаны в таблице 6. На изучение темы ушло 5 часов, из них 2 часа составили теоретическую часть, 3 часа – практическую.

Перед началом изучения темы учащимся была дана самостоятельная работа, состоящая из 10 заданий (ЕГЭ). Работы были оценены по пяти балльной системе. Были получены следующие результаты:

- 1) по 0, 1, 2 – 0 % учащихся;
- 2) 3 балла – 58,3 % учащихся;
- 3) 4 балла – 33,3 % учащихся;
- 4) 5 баллов – 8,4 % учащихся.

Результаты вводной самостоятельной работы представлены на рисунке 8.

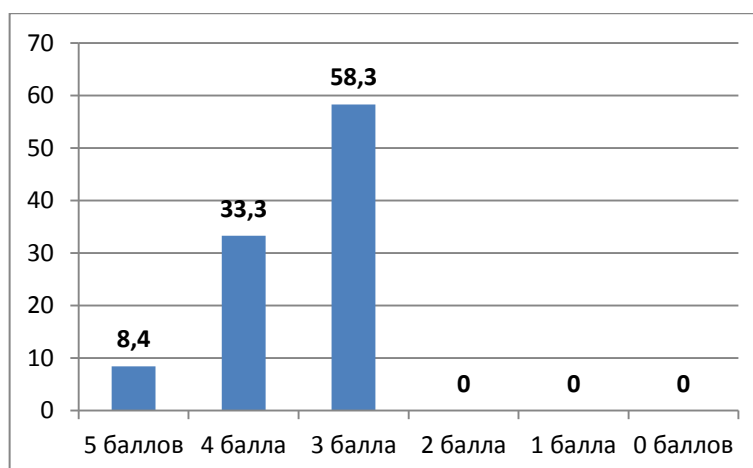


Рисунок 8 – Итоги вводной самостоятельной работы (%)

Далее в течение 5 занятий проводилось изучение темы и практическое решение физических задач. В конце последнего занятия учащимся было предложено выполнить самостоятельную работу № 1, состоящую из 10 заданий (ЕГЭ). Работа была оценена по пяти бальной системе. Были получены следующие результаты: 3 балла получили 33,3 % учащихся, что на 25 % меньше, чем было на вводной самостоятельной работе, 4 балла – 41,7 % учащихся (на 8,4 % больше), 5 баллов – 25 % учащихся (на 33,3 % больше). Результаты сравнительного анализа результатов двух самостоятельных работ представлены на рисунке 9.

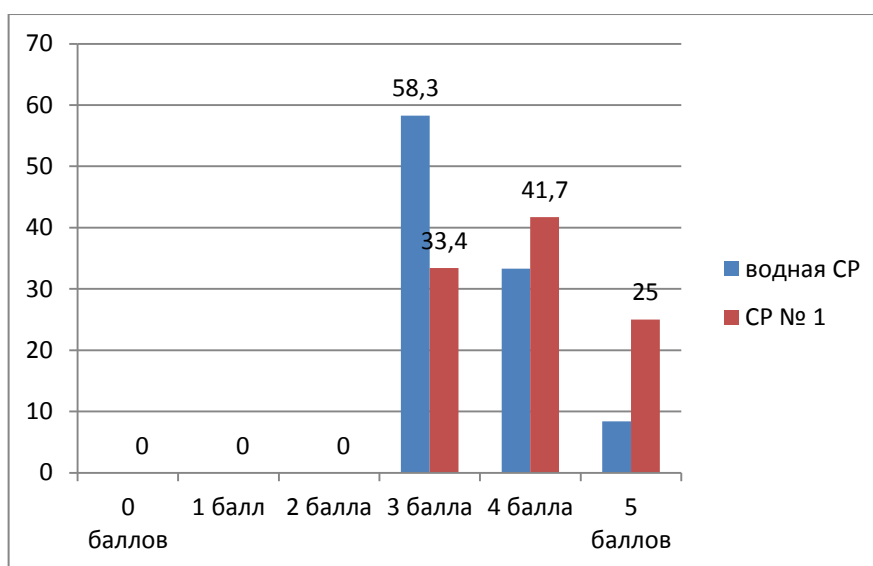


Рисунок 9 – Сравнительный анализ результатов двух самостоятельных работ (%)

Таким образом, у учащихся после прохождения темы «Введение» факультативного курса «Решение физических задач математическими методами» наблюдается улучшение знаний и умений решать задачи, что указывает на эффективность применения данного курса в образовательной практике.

При изучении темы курса нами было отмечено, что использование графического способа облегчает решение задач по физике. Именно решение таких задач вызывает трудности у школьников. Поэтому в рамках факультативного курса решению подобных задач следует уделять большое внимание. Приведем несколько примеров решения задач графическим

методом, которые можно рассматривать в рамках факультативного курса «Математические методы решения физических задач»

### Задача № 1

«Если в сосуд объемом  $V_0$ , доверху заполненный жидкостью, опускать камни плотностью  $\rho = 2,2 \text{ г/см}^3$ , то в зависимости от их объема  $V$  ( $V < V_0$ ) средняя плотность содержимого сосуда будет изменяться, как показано на графике (рисунок 10). Определите объем сосуда  $V_0$  и плотность жидкости  $\rho_0$ » [20, с. 33]

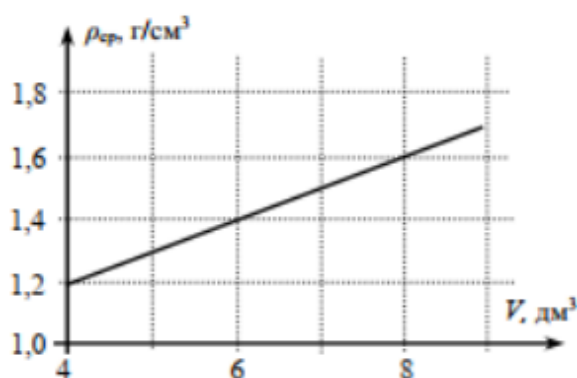


Рисунок 10 – Условие к задаче 1

Чтобы решить задачу необходимо «продлить график, представленный на рисунке до объема  $0 \text{ дм}^3$  и до плотности равной  $\rho = 2,2 \text{ г/см}^3$ » [20] (рисунок 11).

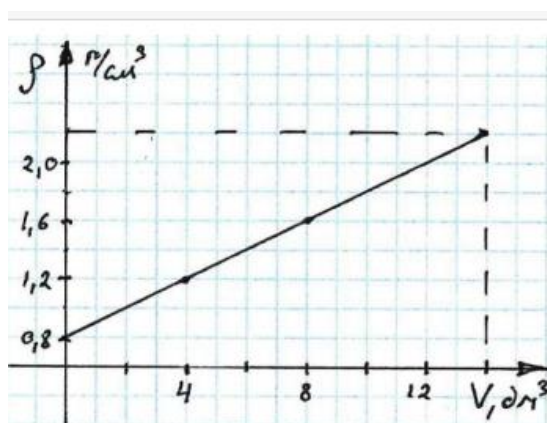


Рисунок 11 – Решение задачи 1

Из полученного графика имеем:

- 1)  $\rho_0 = 0,8 \text{ г/см}^3$ ;
- 2)  $V_0 = 14 \text{ дм}^3$ .

## Задача № 2

«На графике (рисунок 12) представлена зависимость средней скорости машины от пройденного пути. Определите среднюю скорость машины на участке, где она разгонялась» [20, с. 34]

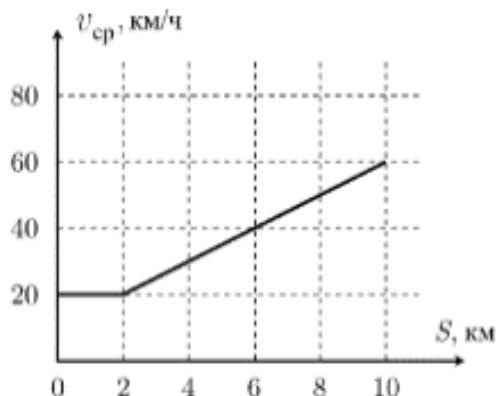


Рисунок 12 – Условие задачи 2

Данная задача является примером такой задачи, для решения которой не нужно выполнять дополнительное построение. Достаточно правильно прочесть рисунок.

На графике видно, что машина разгонялась на участке между вторым и десятым километром ([2 км; 10 км]). Если бы машина двигалась с постоянной или уменьшающейся скоростью, то угол наклона графика средней скорости уменьшился. Время, за которое было пройдено некоторое расстояние, находится по формуле:  $t = S / v_{\text{ср}}$ . По графику, изображенному на рисунке 12, находим:

1) *Время, пройденное машиной до начала разгона:* из графика определяем значение величин -  $S = 2$  км,  $v_{\text{ср}} = 20$  км/ч, следовательно,  $t = 2 / 20 = 0,1$  ч (или 6 минут).

2) *Время, пройденное машиной до окончания разгона:* из графика имеем, что  $S = 10$  км,  $v_{\text{ср}} = 60$  км/ч, тогда  $t = 10 / 60 = \frac{1}{6}$  ч (или 10 минут).

3) *Время разгона:*  $t = 10 - 6 = 4$  минуты (или  $\frac{1}{15}$  ч)

4) *Средняя скорость на этапе разгона:*  $v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}$ ,



$S = 10 - 2 = 8$  км,  $t = \frac{1}{15}$  ч, подставим значение величин в данную формулу, тогда имеем:  $v_{\text{ср}} = 8 / \frac{1}{15} = 8 * 15 = 120$  км/ч.

### Задача № 3

«В лаборатории провели измерения массы и объема пяти тел, изготовленных из четырех материалов: березы,  $\rho_{\text{б}} = 0,7$  г/см<sup>3</sup>, алюминия,  $\rho_{\text{Ал}} = 2,7$  г/см<sup>3</sup>, железа,  $\rho_{\text{ж}} = 7,8$  г/см<sup>3</sup> и свинца,  $\rho_{\text{с}} = 11,3$  г/см<sup>3</sup>. Затем результаты нанесли на график (рисунок 13), по одной оси которого отложили объемы тел  $V_i$ , а по другой их массы  $m_i$ . Здесь индекс  $i$  может принимать значения 1, 2, 3, 4, 5 – соответственно номерам точек на графике. К сожалению, со временем масштаб по осям был утрачен, а эксперименты в спешке забыли записать, какому веществу какая экспериментальная точка соответствует.

Определите:

- 1) Из какого материала изготовлено тело самой большой массы.
- 2) У тела, с каким номером была самая маленькая плотность? Чему она равна?
- 3) Какой точке соответствует тело, изготовленное из свинца?
- 4) Какие тела сделаны из одинакового материала? Определите из какого.

Примечание! Применять свои линейки для нанесения на график масштаба нельзя. Подобные решения будут оценены в нуль баллов» [20, с. 35]

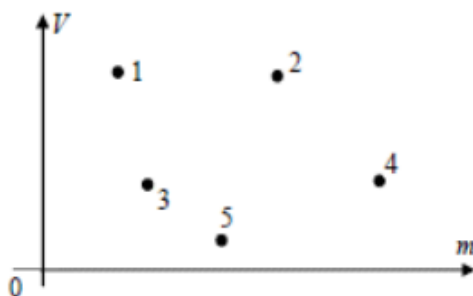


Рисунок 13 – Условие к задаче 3

Пояснение к задаче 3 представлено на рисунке 14:

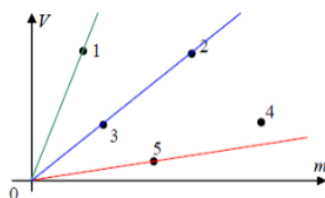


Рисунок 14 – Пояснение к задаче 3

Как видно на рисунке, самой большой массой обладает тело № 4, так как его значение (координата) по оси  $m$  самая большая. Плотность находится по формуле:  $\rho = m / V$ . На осях  $m$  и  $V$  точки для всех тел, имеющих равную плотность, «лежат на одной прямой, проходящей через начало координат: для них автоматически равно отношение  $m / V$ » [20]. Следовательно, на рисунке видим, что тела № 3 и № 2 имеют одинаковую плотность. Для тела, имеющего большую плотность, характерно большее отношение  $m / V$ . А прямая, которая идет из начала координат через данные точки, должна идти под меньшим углом. Если посмотреть на рисунок, то видим, что тело № 1 имеет самую маленькую плотность, тело № 5 – самую большую. Тело № 4 имеет меньше плотность, чем у тела № 5, но больше, чем у тел № 2 и № 3. Следовательно, тело № 5 изготовлено из свинца, тело № 4 – из железа, тела № 2 и № 3 – из алюминия, тело № 1 – из березы.

#### Задача № 4

«Машина половину пути ехала равномерно; затем, въехав на плохой участок дороги, стала двигаться медленнее, но тоже с постоянной скоростью. На графике (рисунок 15) приведена зависимость средней скорости машины от времени движения. К сожалению, при движении по плохой дороге на график пролили кофе, и часть информации пропала. Определите:

- 1) путь, пройденный машиной за все время движения;
- 2) время движения на первой половине пути;
- 3) величину скорости машины на втором участке;
- 4) значение средней скорости через 60 с после начала движения» [20, с. 36].

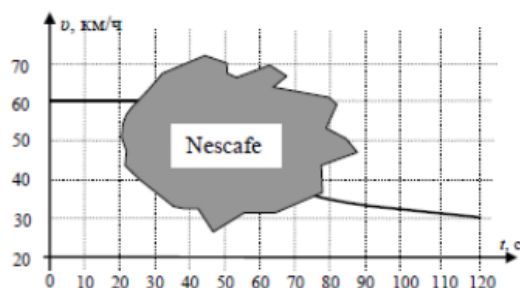


Рисунок 15 – Условие к задаче 4

Для решения данной задачи дополнительных построений не требуется. Достаточно правильно прочитать рисунок.

Для того чтобы найти весь путь ( $S$ ), необходимо умножить значение средней скорости ( $v_{\text{ср}}$ ) на все время движения машины ( $t$ ). Найдем из графика  $v_{\text{ср}}$ , она равна:  $v_{\text{ср}} = 30 \text{ км/ч} = 25/3 \text{ м/с}$ . Тогда путь можно найти:

$$S = v_{\text{ср}} * t_0 = 25/3 \text{ (м/с)} * 120 \text{ с} = 1000 \text{ м.}$$

Половина пути соответствует:  $1000 / 2 = 500 \text{ м}$ .

Скорость на первом участке (по рисунку):  $60 \text{ км/ч} = 50/3 \text{ м/с}$ . Время движения на нем (по рисунку):  $t_1 = 30 \text{ с}$ .

Время движения на участке 2 составит:  $t_2 = t_0 - t_1 = 120 - 30 = 90 \text{ с}$  ( $1/40$  ч). Скорость движения на нем составляет  $v_2 = 20 \text{ км/ч}$ .

К моменту времени 60 с половину времени машина ехала со скоростью  $v_1$  и половину со скоростью  $v_2$ . Средняя скорость будет равна:

$$v_{\text{ср}} (60 \text{ с}) = 40 \text{ км/ч.}$$

### Задача № 5

«Приведен график (рисунок 16) зависимости координаты движущегося тела от времени движения. К сожалению, масштаб по осям оказался утерян. Но сохранилась информация, что по ходу движения максимальное значение средней путевой скорости на  $20 \text{ м/с}$  превышало ее минимальное значение. Определите, с какой максимальной скоростью двигалось тело. Движение тела происходило вдоль одной прямой.

Примечание: средняя путевая скорость – отношение всего пройденного пути ко всему времени движения (включая остановки)» [20, с. 37].

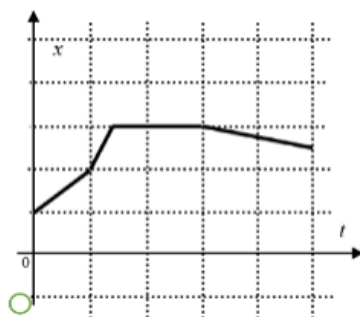


Рисунок 16 – Условие к задаче 5

Для решения данной задачи требуется провести несколько дополнительных построений: чтобы определить значение средней скорости в разное время.

Сделаем преобразования исходного графика «в зависимость пути  $l$  от времени  $t$ » [20]. Чтобы их выполнить, необходимо:

- 1) вверх сместить на одну клетку ось времени;
- 2) отобразить зеркально (относительно горизонтальной оси, которая совпадает с участком графика  $x = const$ ) участок с уменьшением координаты.

Чертеж будет иметь следующий вид (рисунок 17):

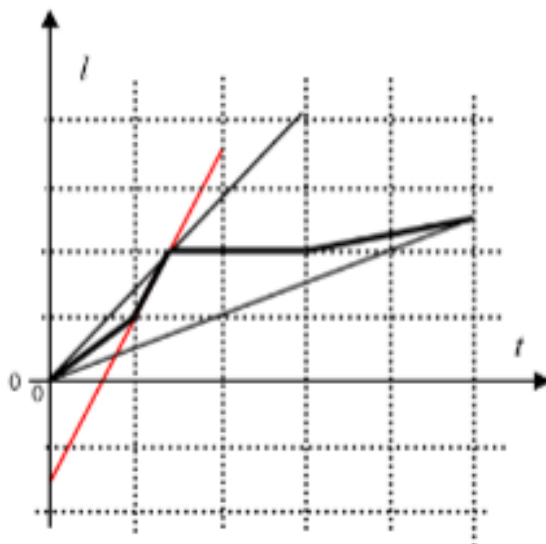


Рисунок 17 – К решению задачи 5

Средняя скорость тела в любой момент времени зависит от углового коэффициента наклона прямой, которая проведена из начала координат в

необходимую точку графика. Следовательно, прямая, имеющая наибольший угол наклона, определяет максимальную среднюю скорость. Прямая, имеющая наименьший угол наклона – минимальную среднюю скорость.

Расчет угловых коэффициентов дает: значение максимальное скорости составляет 50 м/с.

### Задача № 6

«Теоретик баг предложил экспериментатору Глюку определить схему электрического черного ящика (ЧЯ) с двумя выводами. В ящике находятся два одинаковых диода и два резистора. Вольтамперная характеристика (ВАХ) черного ящика приведена на рисунке 18, а ВАХ диода – на рисунке 19. Восстановите схему ЧЯ и определите сопротивление каждого из резисторов» [20, с. 43].

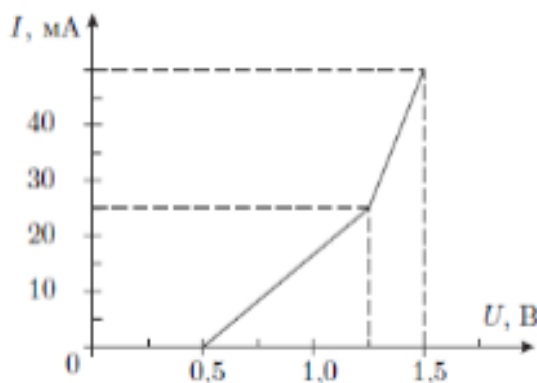


Рисунок 18 – ВАХ черного ящика

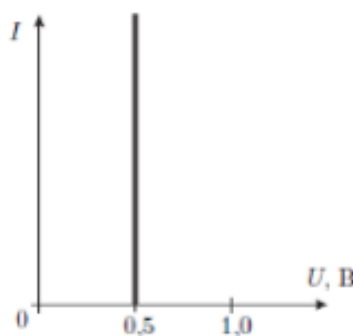


Рисунок 19 – ВАХ диода

Чтобы решить задачу, необходимо провести анализ информации, представленной на графике. Так как на ВАХ имеются два излома, то тогда в цепи диоды в цепи включены последовательно. Из рисунка 14 видно, что ток через ЧЯ начинает течь тогда, когда достигается напряжение, равное 0,5 В, следовательно, к одному из диодов параллельно не были подключены резисторы.

Чтобы было удобнее выполнить дальнейший анализ, перерисуем ВАХ ЧЯ, исключая из него из него участок с одиночным диодом. Полученный график ВАХ представлен на рисунке 20.

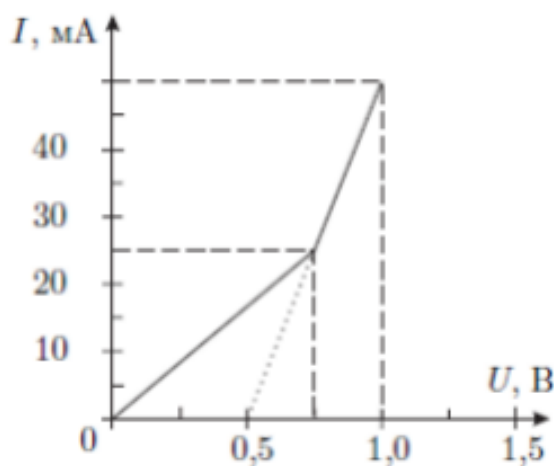


Рисунок 20 – ВАХ ЧЯ без участка с одиночным диодом

Теперь получаем, что ВАХ содержит излом, и, учитывая, линейную зависимость силы тока от напряжения, делаем следующий вывод: «в цепи есть резистор, включенный параллельно диоду или диоду с последовательно соединенным с ним резистором» [20]. Так как излом ВАХ происходит при напряжении больше, чем  $U_0 = 0,5$  В, следовательно вторая схема не будет соответствовать фрагменту ЧЯ. Теперь остается найти значение сопротивлений, зная, каким образом они соединены. Для этого необходимо найти «котангенс угла наклона на участке от 0 до 0,75 ( $R_1+R_2$ ) и котангенс угла наклона на участке от 0,75 В до 1,0 В ( $R_1$ )» [20].

Далее рассмотрим примеры задач, в которых дана таблица зависимости одной величины от другой. Работа со значениями таблицы считается

трудной, поэтому построение графика зависимости одной величины от другой помогает легче понять особенности протекания физического процесса. Рассмотрим несколько задач подобного типа, решение которых может быть включено в ФК «Математические методы решения физических задач».

### Задача № 7

«Экспериментатор Глюк исследовал движение солнечного зайчика, который изначально покоился, затем с постоянной скоростью перемещался вдоль прямой, а в конце пути опять замер. Глюк раз в минуту записывал в таблицу координату зайчика. Правда, несколько раз он отвлекся и пропустил несколько измерений (Таблица 18)» [20, с. 47].

Таблица 18 – к условию задачи 7

t, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x, м	0	0	-	7	-	-	-	47	-	-	50

«Помогите экспериментатору определить, в какой момент зайчик начал движение. С какой скоростью зайчик перемещался? Как долго он перемещался? Кроме этого, заполните пропуски в таблице 18» [20, с. 47].

Из таблицы трудно определить когда зайчик начал движение, а когда он остановился. Чтобы облегчить решение задачи необходимо построить график зависимости координаты ( $x$ ) от времени ( $t$ ) (рисунок 21).

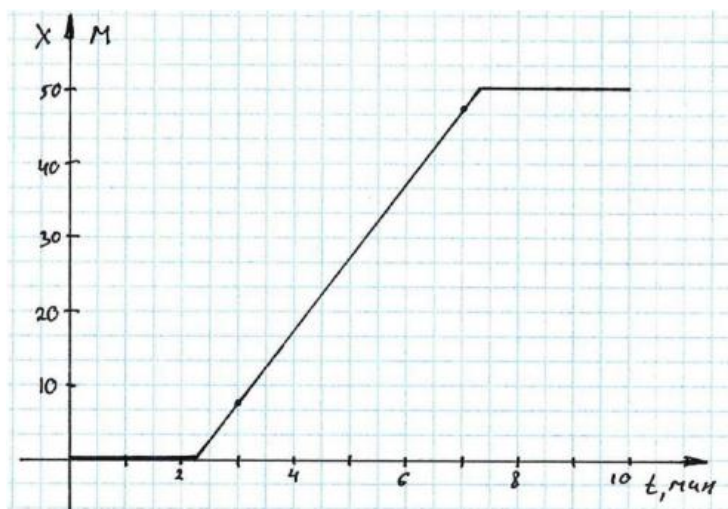


Рисунок 21 – График к задаче 7

По графику найдем время движения ( $t$ ). Сначала найдем скорость движения зайчика по коэффициенту наклона графика. Скорость, с которой двигался зайчик, составляет:  $v = 10$  м/мин. Теперь найдем полное время движения, для этого разделим перемещение зайчика ( $x = 50$  м) разделим на скорость ( $v$ ). Получаем, что полное время движения зайчика составляет:

$t_0 = 50 / 10 = 5$  мин. Теперь найдем время начала движения. Его найдем по перемещению за третью минуту. Оно равно 7 м. Значит, зайчик двигался 0,7 минут. Зайчик начал движение в 2,3 минуты от начала измерения. Теперь восстановим пропуски таблицы по графику, получаем соответственно числа: 0 м, 17 м, 27 м, 37 м, 50 м и 50 м.

#### Задача № 8

«Экспериментатор Глюк проводил опыт по погружению кубика изготовленного из неизвестного материала в жидкость неизвестной плотности (рисунок 22). В таблицу 19 он занес показания динамометра, соответствующие различным глубинам погружения кубика. Некоторые значения силы он забыл и не стал их вносить в таблицу. По результатам измерений определите плотность кубика и плотность жидкости» [20, с. 48].

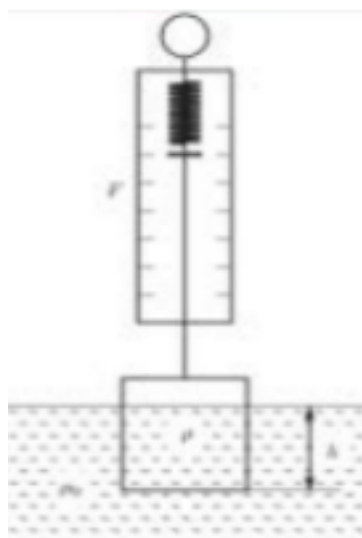


Рисунок 22 – К условию задачи 8



Таблица 19 – Данные к задаче 8

h, см	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, Н	8,74	8,09	-	-	-	-	4,48	4,19	3,93	3,93

Задача № 8, как и задача № 7 имеет неполные данные. Поэтому чтобы решить данную задачу необходимо построить график зависимости силы натяжения от глубины погружения. График представлен на рисунке 23. По нему можно найти высоту кубика. Так как значения силы динамометра в точках 0, 1, 6, 7 лежат на одной прямой, следовательно, высота кубика будет больше 7 см. Значение силы натяжения в точках 8 и 9 лежат на горизонтальной прямой, что указывает на то, что кубик на глубине 8 см полностью погружен в жидкость.

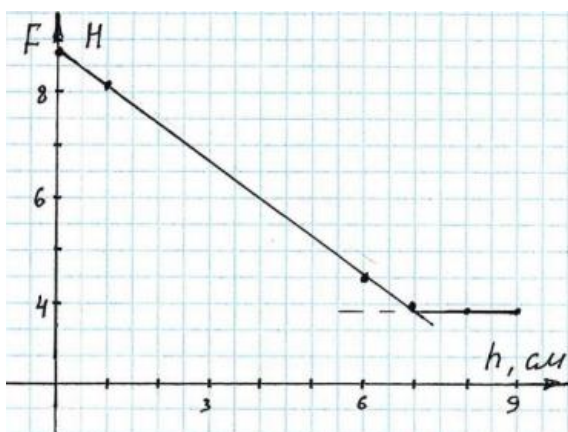


Рисунок 23 – График к задаче 8

Теперь определим точку пересечения данных прямых, и, таким образом, найдем высоту кубика: 7,4 см. Благодаря чему найдем плотность материала кубика:  $\approx 2,2 \text{ г/см}^3$ . По мере того, как кубик будет погружаться в жидкость, сила Архимеда будет увеличиваться, показания динамометра, наоборот, уменьшаться. Так будет происходить до полного погружения кубика в жидкость. Максимальная сила Архимеда составляет 4,48 Н, и она оказывает действие на весь объем кубика. Значит, плотность жидкости будет равна  $1,19 \text{ г/см}^3$ .

#### Задача № 9

«Тело, склеенное из трех соосных цилиндров (рисунок 24) разного поперечного сечения и разной высоты, погружают в некоторую жидкость и

снимают зависимость силы Архимеда  $F$ , действующей на тело, от глубины  $h$  его погружения (таблица 20). Известно, что площадь сечения самого узкого (не факт, что самого нижнего) цилиндра  $S = 10 \text{ см}^2$ . Постройте график зависимости  $F(h)$  и с его помощью определите высоту каждого из цилиндров, площади сечения двух других цилиндров и плотность жидкости. В процессе эксперимента ось вращения цилиндров оставалась вертикальной,  $g = 10 \text{ м/с}^2$ » [20, с. 51].

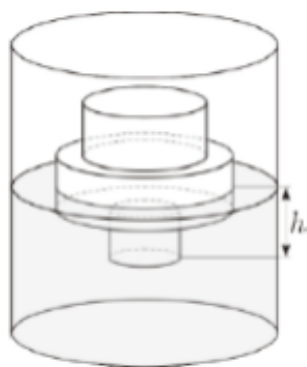


Рисунок 24 – К условию задачи 9

Таблица 20 – Таблица данных к задаче 9

$h, \text{ см}$	0	1	3	6	8	11	12	13	15	17	18	20	21	22	23	25	27
$F_a, \text{ Н}$	0	0.3	0.9	1.8	2.4	3.6	4.2	4.8	6.0	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.9

Построим график зависимости  $F(h)$  (рисунок 25). Как видим, график имеет три излома. Эти изломы соответствуют изменениям площади сечения тела, а также полному его погружению в жидкость.

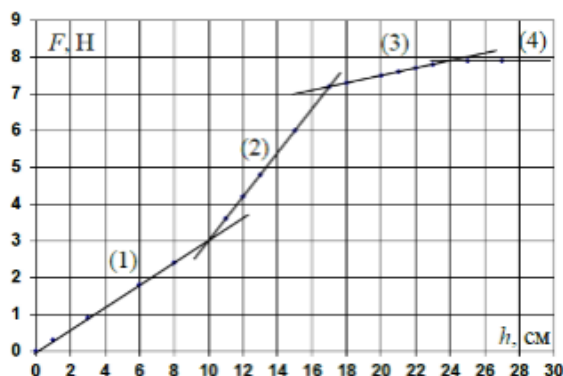


Рисунок 25 – График к задаче 9

График построен на основе табличных данных, поэтому опираться только на них при определении высот цилиндров не достаточно. Если рассмотрим область с  $h < 24$  см, то увидим, что самый пологий участок графика будет третий. Значит, имеем на нем наименьшую площадь поперечного сечения ( $S$ ). Первый участок имеет угловой коэффициент наклона в три раза больше, значит его сечение равно:  $3S = 30 \text{ см}^2$ . Вторым участком имеет «угловой коэффициент наклона больше в 6 раз, его площадь сечения» [20] составляет:  $6S = 60 \text{ см}^2$ . Цилиндры имеют соответственно длину: 10 см, 7 см, 7 см. Плотность жидкости можно найти по третьему участку:  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

### Задача № 10

«В результате проведенного эксперимента получена зависимость мощности  $N$  постоянной горизонтальной силы от времени  $t$  ее действия на изначально покоящийся на гладком горизонтальном столе брусок массы  $m = 2 \text{ кг}$  (таблица 21). Некоторые измерения могли оказаться не очень точными. Определите мощность силы в момент времени  $t = 6 \text{ с}$ . Найдите значение силы  $F$ » [20, с. 52].

Таблица 21 – Данные к задаче 10

N, Вт	1,4	2,8	4,5	5,0	6,0	10,4	14,7	16,6	18,3
t, с	1,0	1,5	2,0	2,5	3,2	5,0	7,2	8,4	9,0
Таблица 6									

При постоянной силе  $F$  мощность определяется по формуле:

$$N = Fv = Fat = \frac{F^2}{m} t$$

Следовательно, имеем линейную зависимость  $N(t)$ . Используя табличные данные (таблица 20), построим график зависимости  $N(t)$ . Полученный график изображен на рисунке 26.

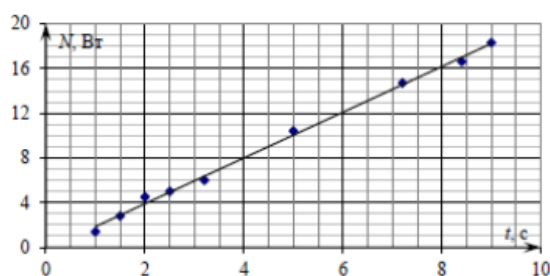


Рисунок 26 – График к задаче 10

Используя метод медиан, проведем из начала координат наилучшую прямую. По графику определяем, что в момент времени  $t = 6$  с мощность будет составлять 12 Вт.

Угловым коэффициентом наклона графика равен  $k = \frac{F^2}{m} = 2 \text{ Bm/c}$ .  
Значение силы  $F$  соответственно равно:  $F = 2 \text{ Н}$ .

Следовательно, если в условиях задачи дается таблица с данными, то наиболее целесообразно будет при решении такой задачи построить график зависимости величин, указанных в таблице. Это позволит получить дополнительную информацию: точки перегиба, коэффициент углового наклона и другие данные.

ФК «Математические методы решения физических задач», как отмечалось выше, служит подготовкой учащихся к сдаче ЕГЭ по физике. Следовательно, в рамках курса целесообразно включать задачи, которые включены в КИМ ранее. Рассмотрим пример такой задачи.

### Задача 11

«На рисунке 27 приведен график зависимости проекции скорости тела от времени» [14]

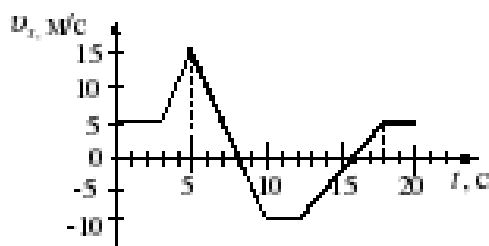


Рисунок 27 – График к задаче 11

Проекция ускорения тела в интервале от 12 до 16 с представлена графиком:



Для решения задачи учащиеся должны знать формулу ускорения:

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

Выделим участок, данный в условии, на графике. Выдим, что за 4 с (16 с – 12 с) скорость изменилась с –10 м/с до 0 м/с, то есть  $v_0 = -10$  м/с,

$v = 0$  м/с. Теперь найдем ускорение:  $a = \frac{0 - (-10)}{4} = \frac{10}{4} = 2,5$  м/с<sup>2</sup>.

Таким образом, правильный ответ указан под цифрой 4.

### Задача № 12

«На графике (рисунок 28) показана зависимость скорости тела от времен. Каков путь, пройденный телом к моменту времени  $t = 4$  с ?» [14]

1) 7 м; 2) 6 м; 3) 5 м; 4) 4 м.

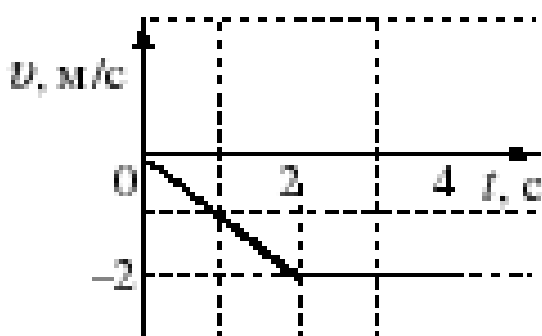


Рисунок 28 – График к задаче 12

Путь можно найти по формуле кинематики, но это займет много времени. Целесообразней найти путь как площадь полученной трапеции, у которой верхним основанием будет отрезок времени равный 4 с, нижним основанием – отрезок равный 2 с, высотой - отрезок равный 2 м/с. Используя формулу площади трапеции, находим площадь:  $S = \frac{(4с+2с)*2 м/с}{2} = 6$  м. Значит путь пройденный к моменту времени 4 с составляет 6 м. Правильный ответ указан под цифрой 2.

### Задача № 13

«Сравните графики движения тел и определите, какое из них имеет наибольшую скорость (рисунок 29)» [14]

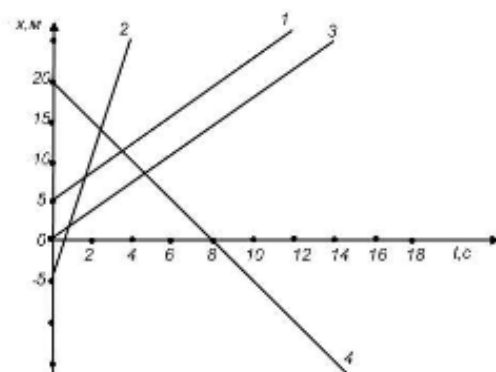


Рисунок 29 – Графики к задаче 13

Наиболее рациональный способ решения задачи заключается в том, сравнить угол наклона графиков. Так, чем больше угол наклона графика к оси  $t$ , тем больше скорость ( $v$ ) движущегося тела. Это утверждение подтверждается формулой:

$$v = \frac{x - x_0}{t}$$

Потому что отношение  $(x - x_0)$  к отрезку времени  $t$  есть тангенс угла наклона графика движения к оси  $t$ . Рассмотрев 4 графика на рисунке 28, можно однозначно утверждать, что график 2 имеет наибольшую скорость.

Таким образом, факультативный курс «Математические методы решения физических задач» способствует формированию у 11-классников умения решать задачи из курса физики, используя не только знания из области физики, но и математические методы. Курс помогает учащимся подготовиться к сдаче ЕГЭ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

МПС физики и математики являются отражением не только связи между данными науками, но и связи науки с практической деятельностью человека. Данная тема актуальна в настоящее время в связи с новыми требованиями поставленными перед образованием, а также с прохождением процедуры итоговой аттестации учащимися. Кроме этого, использование МПС в образовательной деятельности позволяет сформировать у детей целостное представление об окружающем мире, подготовить их к практической деятельности.

В ходе выполнения данной исследовательской работы нами были выполнены все поставленные задачи.

Проведен анализ существующих подходов в педагогической литературе к определению «межпредметные связи». Рассмотрели функции МПС, которые они выполняют в образовательной деятельности, изучили классификацию МПС (по составу, по направлению, по способу взаимодействия).

Нами рассмотрены особенности планирования и осуществления МПС в общеобразовательной школе, виды планирования МПС (сетевое, курсовое, тематическое, поурочное), используемые в организации учебного процесса. Были изучены существующие виды МПС (синхронные многопредметные, асинхронные, понятийные, идейные, по методам науки, системно-синтетические). Были рассмотрены этапы подготовки и использования МПС в учебной деятельности.

Мы проанализировали тематическое планирование курсов математики и физики в современной общеобразовательной школе и дали методические рекомендации по формированию МПС.

Были рассмотрены особенности формирования межпредметных связей физики и математики на примере решения физических задач математическими методами.

Благодаря проделанной работе был разработан факультативный курс «Математические методы решения физических задач» для учащихся 11 классов, собирающихся сдавать ЕГЭ по физике (параграф 2.2). Данный курс рассчитан на 32 часа. Особое внимание при прохождении тем курса уделяется задачам, которые решаются графическим методом. Курс был апробирован на учащихся 11 класса (12 человек) МБОУ Средняя школа № 3 им. А.Н. Першиной г. Енисейска Красноярского края. Результаты проведения эксперимента подтвердили наше предположение, что факультативный курс «Решение физических задач математическими методами» способствует развитию у школьников умения решать физические задачи.

Таким образом, задачи выполнены в полном объеме. Цель, которую мы поставили перед собой, достигнута. Нами был рассмотрен методический подход к решению физических задач математическими методами на основе реализации МПС физики и математики. Использование данной методики в образовательной деятельности способствует углублению, совершенствованию и систематизации знаний, приобретенных на уроках физики, формированию у школьников практических умений применять эти знания при решении физических задач с помощью математических методов и приемов.

Также можно отметить, что использование МПС физики и математики повышает качество усвоения учебного материала обеих курсов, что является важным фактором в образовательной деятельности.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алгебра и начала математического анализа. 10 – 11 классы: учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый уровень / Ш. А. Алимов [и др.]. – Москва : Просвещение, 2012. – 464 с.
2. Андрюхина, М. И. Межпредметная связь на уроках математики / М. И. Андрюхина // Проблемы и перспективы развития образования в России. – Краснодар, 2013. – № 22. – С. 50 – 56.
3. Афанасьева, И. А. Реализация межпредметных связей как одно из направлений повышения качества образования [Электронный ресурс] / И. А. Афанасьева. – 2009. – Режим доступа: <https://urok.1sept.ru/articles/527712>.
4. Белов, С. В. Межпредметные связи математики и физики в системе обучения в старших классах / С. В. Белов // научный поиск. – Шуя, 2012. – № 4. – С. 55 – 58.
5. Бирюкова, А. В. Реализация межпредметных связей [Электронный ресурс] / А. В. Бирюкова. – 2008. – Режим доступа: <https://urok.1sept.ru/articles/514055>.
6. Блинова, Т. Л. Подход к определению понятия «Межпредметные связи в процессе обучения» С позиции ФГОС СОО / Т. Л. Блинова, А. С. Кирилова // Педагогическое мастерство. – Екатеринбург, 2013. – С. 65 – 67.
7. Борзова, И. Б. Наглядность и межпредметные связи на уроках математики / И. Б. Борзова // Современное образование: актуальные вопросы и инновации. – Казань, 2019. – № 3. – С. 1 – 8.
8. Бурзалова, Т. В. Межпредметные связи в преподавании математики / Т. В. Бурзалова // Вестник Бурятского государственного университета. Педагогика. Филология. Философия. – Улан-Удэ, 2011. – С. 15 – 18.
9. Вакулова, Л. А. Межпредметные связи физики и математики [Электронный ресурс] / Л. А. Вакулова. – 2019. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2019/09/26/mezhpredmetnye-svyazi-fiziki-i-matematiki>.

10. Гнитецкая, Т. Н. История развития проблемы межпредметных связей / Т. Н. Гнитецкая, Е. Б. Иванова // Философия образования. – Владивосток, 2013. – № 1(52). С. 166 – 170.
11. Елегиева, Е. Д. Межпредметные связи математики с физикой при изучении темы «Производная и ее применение» в 10-11 классах / Е. Д. Елегиева. – Якутск, 2014. – С. 652 – 657.
12. Жигалова, С. В. Формирование межпредметных связей на уроках математики для повышения мотивации к изучению дисциплины / С. В. Жигалова, Е. Г. Зиганшина. – Прокопьевск, 2018. – С. 41 – 43.
13. Журавлева, Н. С. Межпредметные связи физики и математики в рамках компетентностью подхода в школьном образовании / Н. С. Журавлева, О. А. Среднева. – Ишим, 2017. № 2(53). – С. 90 – 92.
14. Исхаков, Х. М. Решение графических задач по физике [Электронный ресурс] / Х. М. Исхаков. – 2016. – Режим доступа: <https://multiurok.ru/files/riesheniie-ghrafichieskikh-zadach-po-fizikie.html>.
15. Калинин, С. И. К проблеме межпредметных связей в школьных курсах физики и математики / С. И. Калинин, Д. В. Перевощиков. – Киров, 2016. – С. 19 – 23.
16. Кравченко, В. В. Межпредметные связи физики и математики / В. В. Кравченко. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 206 – 210.
17. Коваленко, А. П. Межпредметные связи физики и математики / А. П. Коваленко, Е. В. Яковлева. – Челябинск, 2019. – С. 312 – 316.
18. Конушкина, Т. Ю. Математические методы решения физических задач [Электронный ресурс] / Т. Ю. Конушкина. – 2013. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2013/12/18/programma-elektivnogo-kursa-matematichieskie-metody-resheniya>.
19. Кыштообаева, Ч. А. О сущности реализации межпредметных связей математики с другими предметами [Электронный ресурс] / Ч. А. Кыштообаева, М. Т. Раева // Молодой учёный. – 2017. – № 4.1. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/138/39098/>.

20. Ладных, М. С. Графические методы решения задач по физике / М. С. Ладных // методическое пособие для учителей и учащихся. – Белгород, 2019. – 79 с.

21. Мухамедов, Т. Т. Межпредметные связи физики и математики / Т. Т. Мухамедов, Л. Р. Мухамедова: научный журнал. – Янгиюль – 2016. – № 5. – С. 56 – 57.

22. Мякишев, Г. Я. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций с прил. на электрон. носителе: базовый уровень / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский / под. ред. Н. А. Парфентьевой. – Москва : Просвещение, 2014. – 416 с.

23. Мякишев, Г. Я. Физика. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций с прил. на электрон. носителе: базовый и профил. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин / под. ред. Н. А. Парфентьевой. – Москва : Просвещение, 2014. – 399 с.

24. Нырко, М. В. Межпредметная связь физики и математики в средней школе / М. В. Нырко. – 2020. – № 2(42). – С. 89 – 93.

25. Понятие и классификация межпредметных связей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studwood.ru/1817317/pedagogika/ponyatie\\_klassifikatsiya\\_mezhpredmetnyh\\_svyazey](https://studwood.ru/1817317/pedagogika/ponyatie_klassifikatsiya_mezhpredmetnyh_svyazey).

26. Рзаев, М. Т. Решение математических задач как способ систематизации знаний у учащихся / М. Т. Рзаев // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – Азербайджан, 2015. – № 4(13). – С. 86 – 89.

27. Савченко, Т. Л. Межпредметные связи в педагогике [Электронный ресурс] / Т. Л. Савченко. – 2013. – Режим доступа : <https://nsportal.ru/shkola/raznoe/library/2013/12/13/mezhpredmetnye-svyazi-v-pedagogike>.

28. Смирнова, А. С. Реализация межпредметных связей на уроках математики / А. С. Смирнова // Мир науки. Педагогика и психология. – Биробиджан, 2020. – № 4. – 34 с.

29. Снигирева, Л. Н. Формирование познавательных универсальных учебных действий при установлении межпредметных связей математики и физики в условиях реализации образовательной программы среднего общего образования: монография / Л. Н. Снигирева. – Чебоксары : ИД «Среда», 2020. – 104 с.

30. Сотникова, Т. Н. Методические аспекты межпредметных связей на уроках физики и математики [Электронный ресурс] / Т. Н. Сотникова // всероссийский педагогический журнал «Современный урок». – 2020. – Режим доступа: <https://www.lurok.ru/categories/16/articles/25350>.

31. Сухова, Т. М. Методика решения задач по физике ЕГЭ [Электронный ресурс] / Т. М. Сухова. – 2016. – Режим доступа : <https://nsportal.ru/npo-spo/estestvennye-nauki/library/2016/08/18/metodika-resheniya-zadach-po-fizike-ege-chasti-s>.

32. Сычева, В. А. Методика осуществления межпредметных связей математики с физикой в условиях обучения решению задач на проценты в основной школе: выпускная квалифицированная работа по направлению подготовки: 44.04.01 / Сычева Виктория Андреевна. – Челябинск, 2019. – 75 с.

33. Федеральный государственный стандарт среднего (полного) общего образования от 17.12. 2010 № 1897 / Министерство образования и науки Российской Федерации. – Москва, 2010.

34. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования от 17. 05. 2012 N 413 [Электронный ресурс] информационно правовой портал. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70088902/>.

35. Функции межпредметных связей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studbooks.net/1852613/pedagogika/funksii\\_mezhpredmetnyh\\_svyazey](https://studbooks.net/1852613/pedagogika/funksii_mezhpredmetnyh_svyazey).

36. Цукарь, А. Я. Изучение функций в IX–XI классах // Математика в школе. – 2002. – № 7. – С. 30 – 35.

37. Шипченко, М. И. Межпредметные связи курсов физики и математики / М. И. Шипченко // Физика. Первое сентября. – Ирбит, 2010. – № 21. – С. 3 – 6.

38. Шульга, Т. К. Актуальность использования межпредметных связей в курсах математики и физики в средней школе / Т. К. Шульга // Вестник : Таганрогский институт имени А. П. Чехова». – Таганрог, 2017. – С. 282 – 286.

39. Шурыгин, В. Ю. Активизация межпредметных связей физики и математики как средство формирования метапредметных компетенций школьников / В. Ю. Шурыгин, И. В. Шурыгина // Карельский научный журнал. – Петрозаводск, 2016. – Т. 5. № 5(17). – С. 41 – 43.

40. Шурыгина, И. В. Дифференциальное исчисление как один из аспектов межпредметных связей школьной физики и математики / И. В. Шурыгина // Влияние науки на инновационное развитие : Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа : АЭТЕРНА, 2016. – С 165 – 168.