

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРМАВИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт прикладной информатики, математики и физики
Кафедра математики, физики и методики их преподавания

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**ФОРМИРОВАНИЕ У УЧАЩИХСЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛА «МЕХАНИКА»**

*Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование,
направленность (профиль) «Физическое образование и информационные
технологии»*

Выполнила: студентка 3 курса
заочной формы обучения
Зарубина Анастасия Сергеевна

Руководитель:
д.п.н., профессор
ДЬЯКОВА Елена Анатольевна

Армавир – 2020

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«АРМАВИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт прикладной информатики, математики и физики
Кафедра математики, физики и методики их преподавания

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

_____ Деркач Д.В.

«17» января 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Гаргола Анастасии Сергеевны

студентки 1 курса заочной формы обучения,
направления подготовки 44.04.01 Педагогическое образование,
направленность (профиль) «Физическое образование и информационные
технологии», группа ЗММ-ФизИТ-1-1

1. Тема выпускной квалификационной работы: «Формирование у учащихся исследовательских умений при изучении раздела «Механика»».

2. Цель исследования: теоретически обосновать и разработать методику формирования исследовательских умений у учащихся класса физико-математического профиля в рамках раздела «Механика».

3. Задачи исследования:

- проанализировать современные подходы к реализации исследовательской деятельности по физике, рассмотреть понятие «исследовательские умения» и особенности их формирования;
- провести научно-методический анализ раздела «Механика», выявить его возможности в организации исследовательской деятельности учащихся;
- сформулировать требования и принципы организации самостоятельной (исследовательской) деятельности учащихся в обучении физике в физико-математическом классе;

- спроектировать систему исследовательских работ по теме «Кинематика и динамика вращательного движения» для классов физико-математического профиля;
- разработать методические рекомендации по формированию исследовательских умений у учащихся при изучении темы «Вращательное движение твердого тела» на основе физического эксперимента в классах физико-математического профиля;
- провести опытно-экспериментальную работу.

4. Ожидаемый результат: методической поддержки формирования исследовательских умений на основе физического эксперимента при изучении кинематики и динамики вращательного движения в классах физико-математического профиля.

5. Руководитель: д.п.н., профессор Дьякова Е.А.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов ВКР): отсутствуют (при наличии)

7. Срок сдачи законченной ВКР «26» января 2020 г.

8. Задание составил:

«17» января 2018 г.

9. Задание принял к исполнению:

«17» января 2018 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«АРМАВИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Институт прикладной информатики, математики и физики
Кафедра математики, физики и методики их преподавания

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

_____ Деркач Д.В.

«17» января 2018 г.

ПЛАН-ГРАФИК

подготовки выпускной квалификационной работы

Гаргола Анастасии Сергеевны

студентки 1 курса заочной формы обучения,
направления подготовки 44.04.01 Педагогическое образование,
направленность (профиль) «Физическое образование и информационные
технологии», группа ЗММ-ФизИТ-1-1

№	Выполняемые работы	Срок выполнения	Отметка о выполнении
1.	Представление на кафедру заявления и задания, согласованного с руководителем, с рабочим названием темы	17.01.2018 г.	
2.	Согласование плана написания и содержания работы с руководителем	25.01.2018 г.	
3.	Подбор источников. Составление библиографии. Написание введения	30.03.2018 г.	
4.	Написание и представление первой главы	29.10.2018 г.	
5.	Написание и представление второй главы	30.10.2019 г.	
6.	Формирование выводов и заключения и корректировка введения работы	02.12.2019 г.	
7.	Оформление ВКР и представление для написания отзыва руководителю	22.01.2020 г.	
8.	Окончательная проверка и размещение текста работы в вузовской системе «ВКР-ВУЗ»	26.01.2020 г.	
9.	Представление выпускной	29.01.2020 г.	

<p>квалификационной работы на кафедру для передачи в Государственную экзаменационную комиссию в соответствии с требованиями п.3.3.5 положения о выпускной квалификационной работе по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата и программам магистратуры в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Армавирский государственный педагогический университет»</p>		
---	--	--

ЗАКЛЮЧЕНИЕ КАФЕДРЫ
о выпускной квалификационной работе

Выпускная квалификационная работа *Зарубиной Анастасии Сергеевны*, студентки 3 курса заочной формы обучения, направления подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) «Физическое образование и информационные технологии», группа ЗММ-ФизИТ-3-1

рассмотрена на заседании кафедры математики, физики и методики их преподавания и может быть допущена к защите в Государственной экзаменационной комиссии

(протокол № 6 от «20» декабря 2019 г.).

Зав. кафедрой математики,
физики и методики их преподавания

Немых О.А.

« _____ » _____ 20 ____ г.

Содержание

Введение	8
ГЛАВА 1. Особенности изучения раздела «Механика» в 10 классе	13
1.1. Особенности обучения физике учащихся физико-математических классов.....	13
1.2. Научно–методический анализ раздела «Механика» программы курса физики для классов физико-математического профиля	19
1.3. Методические особенности изучения темы «Кинематика и динамика вращательного движения тела» в классах физико-математического профиля	26
1.4. Требования и принципы организации самостоятельной (исследовательской) деятельности учащихся в обучении физике в физико-математическом классе	40
Выводы по главе 1	48
Глава 2. Методика формирования исследовательских умений при изучении раздела «Механика»	50
2.1. Сущность понятия «исследовательское умение», его структура, этапы формирования.....	50
2.2. Особенности формирования исследовательских умений при проведении физического эксперимента в классах физико-математического профиля	56
2.3. Методические рекомендации по формированию исследовательских умений при изучении темы «Кинематика и динамика вращательного движения тела».....	61
2.4. Результаты опытно-экспериментальной работы.....	67
Выводы по главе 2	77
Заключение	79
Список источников	81
Приложения	84

Введение

Организация исследовательской работы учащихся является одним из требований школьных ФГОС. Исследовательская и проектная деятельность способствует формированию УУД, а также увеличению активности учащихся при изучении предмета.

При изучении предметной области «Естественнонаучные предметы» ученики должны овладеть «научным подходом к решению разнообразных задач; умением не только сформулировать новые гипотезы, но и сконструировать, и провести эксперименты, оценить полученные результаты, сделать выводы; умением сопоставить экспериментальные и теоретические знания с реальной жизнью» [34]. В основной школе для ее развития предназначена специальная метапредметная программа, в старших классах для базового уровня указано требование «владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы» [20], а для углубленного – сформированность умения исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и характеристики приборов и устройств, объяснять связь основных космических объектов с геофизическими явлениями; владение умениями выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования; владение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата [20].

Таким образом, исследовательская деятельность охватывает все этапы обучения и потому должна обеспечить эффективное формирование исследовательских умений. Она реализуется и на обычных уроках, и во

внеурочной деятельности, особенно большой потенциал для этого имеет физика, в основе которой лежат экспериментальные исследования и их используется в профильных классах немало. Но если в основной школе есть специальная метапредметная программа формирования проектно-исследовательских умений, то в старшей школе нужно выделять время на уроке.

Поскольку исследование часто занимает много времени, которого и так не хватает, т.к. материал курса для физико-математического профиля более сложный и объемный, то учитель стремится успеть его объяснить, в ущерб самостоятельной, в том числе, и исследовательской деятельности. Отсюда следует *первое противоречие*: между необходимостью формировать исследовательские умения у учащихся в обучении физике и в старших классах и недостаточной компетентностью учителя в эффективной организации такой деятельности вследствие недостаточностью специальных пособий и образовательных ресурсов Интернета.

В помощь учителю обычно методические пособия и рекомендации, но современных рекомендаций по организации исследовательской деятельности в обучении физике в классах физико-математического профиля нет, имеющиеся не учитывают особенности современных требований. Это приводит к возникновению *второго противоречия*: между необходимостью эффективно организовывать исследовательскую деятельность учащихся в классах физико-математического профиля и отсутствием методических рекомендаций и средств реализации учебных исследований в обучении физике в соответствии с современными требованиями.

Таким образом, существует **проблема исследования**: как организовать деятельность учащихся в профильных классах при изучении физики, чтобы обеспечить эффективное формирование у учащихся исследовательских умений.

Объект исследования – процесс формирования исследовательских умений у учащихся при изучении физики в старших классах.

Предмет исследования – особенности формирования исследовательских умений у учащихся в физико-математическом классе при изучении физики в 10 классе.

Цель исследования – теоретически обосновать и разработать методику формирования исследовательских умений у учащихся класса физико-математического профиля в рамках раздела «Механика».

Гипотеза исследования: процесс формирования исследовательских умений у учащихся при изучении раздела «Механика» будет эффективен, если сформулировать требования и принципы организации исследовательской деятельности учащихся в обучении физике в физико-математическом классе, разработать систему исследовательских работ к теме и методические рекомендации по ее реализации.

Цель и гипотеза исследования определили его **задачи:**

Проанализировать современные подходы к реализации исследовательской деятельности по физике, рассмотреть понятие «исследовательские умения» и особенности их формирования.

Провести научно-методический анализ раздела «Механика», выявить его возможности в организации исследовательской деятельности учащихся.

Сформулировать требования и принципы организации самостоятельной (исследовательской) деятельности учащихся в обучении физике в физико-математическом классе.

Спроектировать систему исследовательских работ по теме «Кинематика и динамика вращательного движения» для классов физико-математического профиля.

Разработать методические рекомендации по формированию исследовательских умений у учащихся при изучении темы «Вращательное движение твердого тела» на основе физического эксперимента в классах физико-математического профиля.

Провести опытно-экспериментальную работу.

В ходе исследования использовались **методы:** эмпирические: наблюдение; анкетирование; теоретические: анализ, синтез, систематизация, проектирование поиска информации, анализа, систематизации, проектирования.

Научная новизна исследования:

- ✦ сформулированы требования к организации самостоятельной учебно-исследовательской деятельности в учебном процессе по физике в классах физико-математического профиля;
- ✦ выявлены особенности формирования исследовательских умений при проведении физического эксперимента в классах физико-математического профиля;
- ✦ определены этапы процесса формирования исследовательских умений при изучении физики в физико-математических классах.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии теоретических основ методики организации самостоятельной (исследовательской) деятельности учащихся в обучении физике в физико-математическом классе, в частности, в разработке модели процесса формирования исследовательских умений при изучении физики в физико-математических классах.

Практическая значимость исследования состоит в уточнении тематического планирования раздела «Механика», разработке системы исследовательских работ по теме «Кинематика и динамика вращательного движения» и методических рекомендаций учителям по формированию исследовательских умений на основе физического эксперимента при изучении кинематики и динамики вращательного движения.

На защиту выносятся:

1. Требования к организации самостоятельной учебно-исследовательской деятельности в учебном процессе по физике в классах физико-математического профиля.

2. Этапы процесса формирования исследовательских умений при изучении физики в физико-математических классах.

3. Система исследовательских работ по теме «Кинематика и динамика вращательного движения».

Структура и содержание работы. Магистерская диссертация состоит из введения, двух глав, заключения и списка используемых источников и приложения. Работа содержит 4 таблицы, 2 диаграммы, 12 рисунков. Список источников включает 37 наименований.

В первой главе охарактеризованы особенности обучения физике учащихся классов физико-математического профиля, произведен научно-методический анализ раздела «Механика» программы курса физики для классов физико-математического профиля. Сформулированы методические особенности изучения темы «Кинематика и динамика вращательного движения тела» в классах физико-математического профиля. Определены требования и принципы организации самостоятельной (исследовательской) деятельности учащихся в обучении физике в физико-математическом классе

Во второй главе рассмотрены понятие «исследовательские умения» его структура и этапы его формирования, выявлены особенности формирования исследовательских умений при проведении физического эксперимента в классах физико-математического профиля. Приведены разработанные методические рекомендации по формированию исследовательских умений при изучении темы «Кинематика и динамика вращательного движения тела». Описан педагогический эксперимент.

ГЛАВА 1. Особенности изучения раздела «Механика» в 10 классе

1.1. Особенности обучения физике учащихся физико-математических классов

Физика является основой для развития других естественных наук - химии, биологии, и т.д. Ее изучение предполагает формирование научного мировоззрения, научной картины мира, а в профильных классах – еще и подготовку к дальнейшему обучению в технических вузах, на физических факультетах университетов, т.е. подготовку интеллектуальной и инженерной элиты общества.

Обучение в профилях – один из путей дифференциации обучения. *Профильное обучение* – это «способ дифференциации и индивидуализации обучения, позволяющий за счёт изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса более полно учитывать интересы, склонности, способности учащихся, создавать условия для обучения старшеклассников в соответствии с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования», оно направлено на реализацию лично ориентированного учебного процесса, выстраивание учеником индивидуальной образовательной траектории [5].

В старших классах ФГОС предусмотрено 5 основных профилей - естественнонаучный; гуманитарный; социально-экономический; технологический; универсальный [34], которые, в свою очередь могут быть представлены более конкретно. Направленность (профиль) образования – это ориентация образовательной программы на конкретные области знания и (или) виды деятельности, определяющая ее предметно-тематическое содержание, преобладающие виды учебной деятельности обучающегося и требования к результатам освоения образовательной программы образовательной организации.

В отличие от классов универсального профиля, физика в так называемых профильных физико-математических классах более сложная, многоаспектная, требует от учеников серьёзной, глубокой подготовки и большого труда. Физико-математические классы входят в естественнонаучный профиль, наряду с биолого-химическим, экологическим и пр. В классах физико-математического профиля на изучение физики отводится больше часов в учебном плане, чем в универсальном (2 часа в неделю), в профильных классах - 5 часов в неделю. При этом еще один час выделен на элективный курс для усиления профильной направленности.

В настоящее время проходит коррекция идей профильного обучения. Задача его организации должна была быть решена к 2010 году в рамках соответствующей ФЦП, но на периферии и особенно в сельской местности это не было сделано в полном объеме, затем началось внедрение новых ФГОС и к началу обязательного обучения по стандарту в старшей школе в 2020 году происходит уточнение подходов. В частности, возникло предложение об относительном сокращении объема часов непрофильных предметов, изучаемых с целью завершения базовой общеобразовательной подготовки учащихся, чтобы уменьшить нагрузку на учащихся (апробация намечена и в Краснодарском крае, причем в непрофильных классах предложено вообще убрать естественнонаучные предметы). Надеемся, что крайностей не будет.

В.А.Орлов отмечает, что к задачам обучения в физико-математических классах относятся [7]:

- формирование начальных экспериментальных умений (работа с приборами, оборудованием);
- формирование умений решать физические задачи повышенного уровня сложности с применением основ дифференциального и интегрального исчисления, векторного анализа;
- формирование исследовательских умений, направленных на познание физической картины мира;

▪ формирование общих методологических знаний о специфических методах физики (компьютерная обработка результатов эксперимента, моделирование физических процессов) и методологических умений: прогностических (постановка цели исследования), проективных (перевод целей в конкретные пути их достижения, проектирование деятельности), конструктивных (решение задач, размерностей, симметрии и др.).

Курс физики в физико-математических классах организован на базе фундаментальных физических теорий, ими являются классическая механика Ньютона, статистическая механика, классическая электродинамика, квантовая механика. В школе в базовых классах изучаются основы только двух теорий – механики и электродинамики (причем только для механики Ньютона записываются уравнения ядра теории), и элементы двух других [9]. Обобщения на уровне фундаментальных теорий в этих классах не проводятся, т.к. согласно ФГОС не предусмотрено формирование системных знаний. Изучение физики в физико-математических классах направлено на формирование системы знаний, классическая механика и классическая электродинамика изучаются в достаточно полном объеме, статистическая механика и квантовая механика – с элементами ядра теории, т.е. тоже существенно глубже. Таким образом, в физико-математических классах глубина освоения и уровень системности и обобщенности знаний учащихся будет выше.

В таких классах большую роль играет не просто усвоение физических понятий и закономерностей, а еще и овладение научным «физическим» языком. С первых занятий следует обращать внимание на ответы обучающихся на вопросы, учить их анализировать явления, выделять их суть, особенности, сравнивать и обобщать. Добиваться от учащихся чётких, логичных, достаточно кратких, но исчерпывающих ответов. Учащимся физико-математических классов, как и универсальных, можно предложить обобщенный план рассказа о понятии, законе, эксперименте, но именно для них такие планы станут инструментом познания.

Классическая физика построена на экспериментах, неклассическая использует их как способ проверки истинности теоретических выводов. Большинство учебников по физике начинаются со слов: «Физика - это наука опытная». Как бы хорошо не был изложен теоретический материал в учебнике или учителем, только эксперимент дает наглядное представление о явлениях и процессах. Поэтому эксперимент остается одним из базовых методов обучения физике. Этот метод нужно чаще использовать в физико-математических классах, причем эксперименты должны носить преимущественно исследовательский характер и выполняться учащимися самостоятельно, что позволит развивать исследовательские умения и навыки - измерительные умения и навыки, умение самостоятельно ставить опыты.

Психологами выявлены следующие психолого-педагогические особенности учащихся, выбирающих физико-математический профиль [7]:

- мотивированность на предмет за счет интересов и потребностей;
- хорошо развитое логическое и теоретическое мышление;
- гибкость мышления, способность к переносу знаний и умений в новые ситуации;
- готовность и способность к различным видам обучения, как в теоретическом плане, так и в практическом;
- стремление к самостоятельному поиску информации;
- высокая интеллектуальная и трудовая активность;
- лучше развито пространственное мышление (т. к. учащиеся физико-математических классов больше решают графические задачи, проводят сложные вычислительные процессы, логические операции).

Ведущим подходом в обучении учеников физико-математического класса является проблемный – эвристическая беседа, самостоятельный поиск решения проблемы, исследование должны стать основными видами деятельности учащихся. Современные технологии способствуют обеспечению самостоятельности учащихся в обучении – кейс-метод, проектирование,

ситуационные задачи и пр. Уровень самостоятельности учащихся в учебно-познавательной деятельности при изучении физики существенно выше, чем в классах других профилей. Некоторые учащиеся мотивированы настолько, что занимаются самоподготовкой, стремясь глубже понять материал, расширить его, подходят к учителю с вопросами за пределами программы. Важен индивидуальный подход, который реализуется здесь гораздо проще, т.к. слабых учеников практически нет. Учитель должен уметь организовать сопровождение индивидуальной образовательной траектории учащегося в профильном обучении, в том числе с помощью ИКТ.

В условиях введения ФГОС необходимо делать акцент на субъектность позиции школьника – ему нужно предоставлять выбор скорости освоения материала, вариативной составляющей, решаемых задач и т.д. в разумных пределах, приветствовать его инициативность, право на собственное мнение. Там же отмечается, что «структура, содержание и технологии урока по учебной дисциплине или учебное занятие профильного обучения поддерживают ученика в продвижении от самостоятельного целеполагания до рефлексии полученного результата». Это способствует формированию универсальных учебных действий (УУД), а предметное содержание урока, наряду с обязательным материалом, должно содержать информацию за пределами учебника – практико-ориентированную, профориентационную, позволяя организовать интересную активную и самостоятельную деятельность учащихся.

При рассмотрении особенно сложного материала в старших классах можно использовать урок-лекцию. За достаточно маленький промежуток времени лекция позволяет обсудить значительный объем информации, что очень важно в профильных классах, где он намного больше, чем в обычных. К тому же лекционные занятия способствуют сближению преподавателя с учащимися, помогает учитывать разный уровень их развития и восприятия.

Практические и лабораторные занятия являются важным звеном в процессе обучения. Лабораторные работы в физико-математическом классе

должны быть многоуровневые, т.е. содержать разный уровень сложности заданий, способов их выполнения. В лабораторных практикумах осуществляется интеграция теоретико-методических знаний и практических умений учащихся. Именно при самостоятельной постановке эксперимента учащиеся знакомятся с приборами, учатся самостоятельно получать результаты и на их основе делать выводы, все это способствует более глубокому усвоению теоретического материала. Лабораторный практикум заметно влияет на успешность дальнейшей учебно-исследовательской деятельности.

Решение задач по физике является важным средством, соединяющим теорию с практикой. Именно решение задач на уроке – качественных, вычислительных, экспериментальных - способствует развитию логического мышления учащегося, потому что задача в этом случае является побудителем и функционалом его мышления. Физическая задача содержит в себе причинно-следственные связи, которые для ее решения учащемуся нужно выявить и описать количественно. При этом роль учителя - направлять учащегося, правильно распределять нагрузку в процессе решения задачи. Практические занятия являются занятиями с преобладанием самостоятельной деятельности учащихся, которая помогает лучше усвоить теоретический материал. Контроль знаний учащихся с помощью физических задач, кейсов, практикоориентированных заданий имеет преимущество перед устным опросом – дает возможность проверить не формальные знания, а умение ими пользоваться.

Практические занятия проводятся сразу после лекционных занятий или уроков изучения нового материала комбинированного типа и в тесной связи с ними. Преподавателю необходимо правильно подобрать задачи, как по содержанию, так и по методам их решения, т.е. задачи должны соответствовать возможностям учащихся и переходить от простых к сложным. В классах физико-математического профиля программа включает больше занятий на решение задач, причем с необходимостью углубленных знаний по математике. На этих уроках разбирают не только анализ графиков, но и методы построения

графиков, работают с векторами, производными, в некоторых случаях – с дифференциалами и интегралами. Уровень сложности большинства задач соответствует задачам второй части ЕГЭ и выше.

К основным видам деятельности учащихся в физико-математических классах на уроке физики относятся:

- наблюдение;
- эксперимент;
- анализ учебных ситуаций;
- работа с книгой или другими источниками информации;
- решение задач;
- систематизация знаний.

Все эти виды деятельности учащихся связаны между собой и нельзя выделить тот или иной вид деятельности.

Важной составляющей процесса обучения физике в физико-математических классах является подготовка к ЕГЭ по физике, который сдают практически все учащиеся класса. Это один из самых сложных экзаменов по выбору, но, несмотря на это, его выбирает немало учащихся, ведь физика – обязательный предмет во все технические вузы. При этом в классах универсального профиля учащиеся вынуждены много заниматься дополнительно при подготовке к ЕГЭ по физике, а учащиеся физико-математического класса вполне могут подготовиться в рамках изучения самого курса на уроке, это главный плюс при выборе этого профиля.

1.2. Научно–методический анализ раздела «Механика» программы курса физики для классов физико-математического профиля

В 10 классе изучаются следующие разделы: Механика, Молекулярная физика и термодинамика, Электростатика, Постоянный электрический ток [20]. Курс физики в 10 классе начинается с введения «Зарождение и развитие

научного взгляда на мир» [16], описывающего методологию физики как исследовательской науки, отражающую процессуальный компонент (механизм) как становления, формирования, развития физических знаний, так и достижения современных образовательных результатов при обучении школьников физике (личностных, предметных и метапредметных). На изучение следующего раздела – «Механики» - отведено 68 (60) часов (в универсальном – 24) [20].

Механика - это раздел физики, изучающий движение и взаимодействие тел - их перемещение в пространстве с течением времени, влияние на перемещение сил, действующих на тела. Основные задачи механики – определение положения тел в любой момент времени, определение механических параметров состояния тела (системы тел) в любой момент времени.

Механику справедливо считают фундаментом физики, на ее основе строились многие другие теории. В школе она изучается в три периода – в 7 классе, в 9 классе, в 10 классе. Часть вопросов на базовом уровне изучается один раз – элементы статики и гидростатики (в 7 классе), что позволяет решать только простые задачи и приводит к трудностям в старших профильных классах, где раздел «Статика» отсутствует.

При обучении механике в классах физико-математического профиля по предыдущему стандарту традиционно решались образовательные, воспитательные задачи и задачи развития учащихся. Новый ФГОС определяет результаты обучения по-другому. В нем названы три группы результатов – предметные, метапредметные и личностные [30].

К основным предметным результатам изучения механики, на наш взгляд, относятся:

- ✓ формирование основных понятий: масса; сила; инерциальные системы отчета; траектория; равномерное, прямолинейное и вращательное движение; импульс тела; момент силы; ускорение и т.д.;

- ✓ формирование знаний о закономерностях механики: закономерности кинематики, законы Ньютона, закон сохранения импульса, закон сохранения энергии, принципах относительности, аддитивности;
- ✓ формирование умения решать задачи по механике;
- ✓ формирования умения проводить физических эксперимент по механике.

Как уже отмечалось, в связи с внедрением новых ФГОС стало обязательным формирование метапредметных результатов – универсальных учебных действий (УУД) и межпредметных понятий. УУД делятся на три группы – познавательные (сопоставлять, анализировать, обобщать и интерпретировать, объяснять, выделять главное, перекодировать информацию из одного вида в другой, устанавливать причинно-следственные связи и зависимости, объяснять факты, строить и преобразовывать модели, решать проблемы), регулятивные (ставить цели, составлять планы, прогнозировать, осуществлять самоконтроль и взаимоконтроль, оценивать результаты) и коммуникативные (сотрудничать, ставить вопросы, вести диалог).

УУД формируются и развиваются в деятельности: коммуникативные – в коллективной и групповой работе, при использовании диалоговых методов; регулятивные – в любой самостоятельной работе, а также при целеполагании, планировании деятельности; познавательные – практически во всех видах работы [5]. Межпредметные связи и понятия при изучении механики достаточно разнообразны: в первую очередь – с техникой, с математикой, но также с биологией, географией. Практически при изучении любой темы раздела можно найти примеры межпредметных понятий или применения законов механики.

Личностные результаты по ФГОС связаны с решением воспитательных задач, это: формирование готовности и способности обучающихся к саморазвитию, мотивации к обучению и познанию, ценностно-смысловых установок; формирование диалектико-материалистического взгляда на природу и ее познание, политехнических знаний и умений, а также воспитание

ответственности, самостоятельности, гражданственности, развитие собственного «Я» и других качеств личности. Одной из важных задач изучения физики является формирование у учащихся представлений о физической картине мира – одной из наиболее общих форм отражения природы физической наукой и одной из компонент научного мировоззрения. Другим компонентом личностных результатов является развитие в процессе обучения мышления. Для формирования теоретического мышления в механике присутствуют научные обобщения, которые способствуют формированию выделять связи, извлекать конкретные выводы, переходя от общего частному. Очень часто школьники при изучении механики встречаются с абстрактными понятиями – материальная точка, система отсчета, твердое тело, равномерное и равноускоренное движения и др.

Механика в физико-математическом профиле делится на основные разделы: основы кинематики, основы динамики (включая гидродинамику), статика и гидростатика, вращательное движение твердого тела, законы сохранения, механические колебания и волны [20].

Первый раздел изучает равномерное, равноускоренное, прямолинейное, криволинейное движения, их характеристики и уравнения. Вводятся основные понятия, такие, как траектория, путь, перемещение, ускорение и т.д. При его изучении учителю важно уделять внимание векторным величинам, повторив основы действий с векторами, при решении задач на определение пути и перемещения учащимся нужно напоминать, что одна из величин - скаляр, вторая – вектор, чтобы они не путали их. При изучении вращательного движения разбираются такие основные понятия, как период обращения, частота вращения, центростремительное ускорение, и т.д.

Второй раздел начинают с изучения законов Ньютона. Законы Ньютона являются фундаментальными законами механики, их легко подтвердить экспериментом. Также в этом подразделе изучаются закон всемирного тяготения, закон Гука, формулы сил трения, веса, тяжести. При решении задач по динамике нужно учитывать расстановку сил, действующих на тела, характер

движения. Задач по динамике так много и они настолько разнообразны, что можно использовать общие алгоритмы решения только для нескольких их групп – на второй закон Ньютона, на закон сохранения энергии, на закон сохранения импульса. Алгоритм решения должен обязательно предполагать выполнение чертежа с расстановкой сил, ускорения, с координатными осями, а также полную запись уравнений движения – от векторной формы, только в этом случае учащиеся будут понимать, что и как следует учитывать при решении. Рисунок следует делать в большинстве задач динамики.

Раздел «Статика» в программе общеобразовательных классов, в том числе, физико-математических, отсутствует (но есть раздел в учебнике [17]), однако элементы статики рассматриваются в основной школе. Например, рассматриваются такие понятия, как сложение сил, центр тяжести, момент силы, правило моментов, условия равновесия. На базовом уровне в 7 классе изучаются элементы гидростатики – закон Архимеда, условия плавания тел (в теме «Давление твердых тел, жидкостей и газов»). Далее к этим знаниям обращаются как к уже усвоенным. В старших профильных классах раздел лучше повторить, т.к. задачи по нему разнообразны и часто достаточно сложны.

Законы сохранения связаны с понятиями пространства и время, поэтому их использование при решении задач часто начинается с выбора системы отсчета (системы координат) – это обязательно для определения потенциальной энергии. Преподавателю нужно подчеркнуть, что законы сохранения энергии и импульса справедливы в электродинамике и в квантовой механике. Большинство задач по динамике эффективнее решать именно на основе законов сохранения, поэтому учащиеся должны хорошо понимать, как выбирать замкнутую систему отсчета, какое место в определении потенциальной энергии играет выбор начала отсчета, в каком случае закон сохранения механической энергии как бы нарушается и как учесть работу сил трения.

Далее школьники знакомятся с механическими колебаниями и волнами, в этом разделе изучаются понятия: виды колебаний, виды волн, период и частота

колебаний, скорость и длина волны. Учитель должен обязательно рассмотреть уравнение гармонического колебания, научить работать с графиками колебаний. В профильных физико-математических классах можно использовать элементы дифференциального исчисления – производные координаты и скорости.

В программе для физико-математического класса намного больше лабораторных работ. Например, при изучении механики выполняется 6 лабораторных работ: «Определение ускорения свободного падения», «Изучение движения тела, брошенного горизонтально», «Изучение движения тела по окружности», « Движение тела по окружности под действие сил тяжести и упругости», « Измерение коэффициента трения скольжения», «Изучение закона сохранения механической энергии». Две из них отсутствуют в программе базового уровня, но и сложность заданий в остальных больше.

При изучении раздела необходимо руководствоваться принципами научности и системности. Именно они раскрывают сущность законов, принципов, явлений, и связи между ними. В обычных классах эти связи отсутствуют. Например, при изучении законов Ньютона не указываются границы их применимости, не освещается роль начальных условий, когда не связываются понятия импульса, силы энергии и работы. Мы считаем, что в профильных классах при изучении механики это необходимо обсуждать.

Наиболее трудно учащимися усваиваются понятия: момент силы, момент импульса, момент инерции, а так же векторный характер угловой скорости. Поэтому необходимо выделять на их рассмотрение как можно больше времени, для полного усвоения.

Умениями формируемые у учащихся по разделу механика: проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практического использования физических знаний.

Проанализировав содержание раздела и результаты решения в ЕГЭ задач по статике, мы пришли к выводу, что больше внимания нужно уделить теме «Кинематика и динамика вращательного движения тела», выделив ее в отдельную в программе. Так, задачи по статике входили во вторую часть в 2017, 2019 годах и в демоверсию 2020 года, и в анализе 2019 года, в частности, опять указывается, что «сложными оказались задачи: по статике с палочкой, частично погруженной в жидкость; на равновесие двух грузов на стрелке, закрепленном на двух опорах; на отскок свободно падающего тела от наклонной плоскости с последующим движением под углом к горизонту; на абсолютно неупругое столкновение двух тел с последующим их отскоком от сжатой пружины» [6]. Таким образом, тема остается проблемной в подготовке к ЕГЭ. Мы считаем, что активное использование исследовательской деятельности при ее изучении улучшит понимание материала.

По программе вопросы темы разделены между несколькими другими – «Кинематикой», «Динамикой» и «Законами сохранения», что при недостаточном количестве часов не позволяет обеспечить глубокое понимание и умение решать задачи, в том числе - сложные. Количество часов на кинематику вращательного движения мало, т.к. формируются только основные понятия и ускоренное движение по окружности не рассматриваются. Многие понятия темы достаточно сложны в освоении (момент инерции твердого тела, основное уравнение динамики вращательного движения), поэтому по динамике необходимо много уроков решения задач.

Основная цель этого подраздела – сформировать знания об основных законах движения тел, на которые действуют силы. Для понимания этих законов вводятся такие понятия, как: «момент силы», «момент инерции», «момент импульса». Целесообразно проводить внеурочные элективные занятия по этой теме.

По динамике есть опыты, но на их подготовку недостаточно времени, поэтому можно предложить учащимся проекты на самостоятельную

подготовку и проведение опытов, с видеозаписью. Для учащихся профильного класса это вполне по силам.

1.3. Методические особенности изучения раздела «Механика» темы «Кинематика и динамика вращательного движения тела» в классах физико-математического профиля

При изучении механики в физико-математических классах преподаватель опирается на первоначальные знания по механике, полученные ранее. В 10 классе эти знания углубляются и дополняются. На изучение физики в профильных физико-математических классах выделяют 5ч в неделю, на изучение Механики из них отводится 68 часов.

При изучении кинематики, как в физико-математических классах, так и в обычных, учитель на первом уроке вводит основные положения, такие как: движение как форма существования материи; формы движения многообразны; самой простой формой движения является механическое движение и т.д. Далее преподаватель демонстрирует на опытах различные движения тел (движение по наклонной плоскости, вращательное движение, колебание маятника).

Сначала рассматривается равномерное движение тела. Повторяется такое понятие как «скорость» и дополняется выяснением векторного характера скорости. Но при этом учитель должен привести основания для признания векторного характера скорости, сопоставляя понятия о векторной и скалярной величинах и приводя примеры этих величин. Рассматриваются закономерности простейшего вида движения - равномерного и прямолинейного. Обязательно решаются задачи на прямолинейное равномерное движение. Следом разбирается и поступательное движение тела, причем лучше его разбирать на примере равномерного движения, т.к. противопоставление ведет к лучшему усвоению материала.

Что касается решения задач по кинематике, мы предлагаем следующий алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитать предложенную задачу.
2. Анализ условия:
 - выбрать систему отчета;
 - выяснить какой вид движения разбирается в этой задаче;
 - определить начальные условия;
 - определить дополнительные условия задачи;
3. Составить систему уравнений и решить ее.
4. Провести вычисления.
5. Проверить решение.

При изучении раздела «Динамика» преподаватель должен четко знать, какие понятия он должен здесь объяснить или углубить (инерция, масса, сила, импульс силы); какой новый материал он должен сообщить в углубленном изучении (три закона динамики, закон сохранения количества движения); какие умения он должен закрепить (умение применять теоретические знания при решении задач). Этот раздел имеет большое методологическое значение, потому что именно в этом разделе мы имеем яркий пример проявления великого закона диалектики – единство противоположностей – в виде третьего закона динамики. В этом разделе рассматривается один из основных законов природы - закон сохранения; вводится понятие массы как меры инерции, это имеет весомое значение для изучения природы.

Раздел «Динамика» важен для учащихся, которые поступают в технические вузы, т.к. законы динамики неразрывно связаны со всеми областями техники. При изучении в этом разделе реактивного движения в технике, преподавателю необходимо рассказать о достижениях наших советских ученых в этой области. Тем самым учитель будет развивать у учащихся чувства патриотизма

Алгоритм решения задач по динамике [18]:

1. Внимательно прочитать предложенную задачу.

2. Анализ условия:

- выбрать систему отсчета;
- найти все силы, действующие на тело, построить чертеж;
- записать уравнение второго закона Ньютона в векторной форме, в проекциях;
- выразить силы через величины, от которых они зависят;
- если требуется - записать кинетические выражения;

3. Решить полученную систему уравнений.

4. Провести вычисления.

5. Проверить решение.

Статика - один из самых сложных разделов механики, к сожалению, в старших классах изучается фрагментарно. К основным вопросам, рассматриваемым в этой теме, относятся: условия равновесия сил, действующих на тело; направление движений, которые может получить тело при нарушении условий равновесия. На изучение этого раздела необходимо выделять больше часов, чем есть на самом деле. В этом разделе учащиеся знакомятся с применением законов физики для решения вопросов равновесия и устойчивости инженерных конструкций. Еще одной важной частью этого раздела является то, что он изучает машины и механизмы, а это является неотъемлемой частью политехнического обучения в университетах. Можно сказать, что статика охватывает большой круг технических приложений, органически с ним связанных.

Алгоритм решению задач по статике [18]:

1. Внимательно прочитать предложенную задачу.

2. Анализ условия:

- выбрать систему отчета;
- найти все силы, приложенные к телу, которое находится в равновесии;
- написать уравнение, выражающее первое условие равновесия в векторной форме, и потом перейти к скалярному виду;

- выбрать ось, относительно которой будем находить момент сил;
 - определить плечи сил и написать уравнение, выражающее второе условие равновесия;
 - выразить силы, через величины от которых они зависят;
3. Решить полученную систему уравнений.
 4. Провести вычисления.
 5. Проверить решение.

Основной задачей изучения раздела механики «Законы сохранения» в 10 классе является: формирование понятий «работа сил», «мощность», «кинетическая энергия», «потенциальная энергия» «полная механическая энергия», знаний о законе сохранения энергии и его применении в различных процессах.

Алгоритм решения задач на закон сохранения импульса [18]:

1. Внимательно прочитать предложенную задачу.
2. Анализ условия:
 - выбрать систему отсчета;
 - выделить взаимодействующие тела;
 - рассмотреть внешние и внутренние силы для этих тел;
- определить импульсы взаимодействующих тел;
- записать закон сохранения импульса;
3. Полученную систему уравнений решить математически.
4. Провести вычисления.
5. Проверить результат.

Алгоритм решения задач на закон сохранения механической энергии [18]:

1. Внимательно прочитать предложенную задачу.
2. Анализ условия:
 - выбрать систему отсчета;
 - выбрать несколько состояний тел системы, чтобы в число их параметров входили как известные, так и искомые величины;
 - выбрать нулевой уровень отсчета потенциальной энергии;

-определить силы, действующие на тело;
- записать закон сохранения энергии;
- выяснить значения энергии в каждом состоянии и подставить их в уравнение закона сохранения энергии.

3. Решить полученное уравнение математически.

4. Провести вычисления.

5. Проверить результат.

К задачам раздела «Механические колебания и волны» относится: расширение знаний об ускорении, распространив его на случай периодически переменного ускорения; ввод таких понятий как амплитуда, период и фаза колебания; вывести законы колебаний математического маятника. Именно эти законы и понятия помогут учащимся изучить особенности колебательного движения. На законах этого раздела основываются такие виды техники, как практическая акустика, электротехника переменного тока, радиотехника, рентгентехника и т.д. Отдельный урок необходим для того, чтобы рассмотреть, от каких величин и от чего зависит период колебания математического маятника. Рекомендуется для закрепления каждой темы в этом разделе решать качественные и количественные задачи.

В механике проводятся лабораторные работы [17]:

1. Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести;

2. Изучение закона сохранения механической энергии.

Знание механики широко используется в других разделах физики, например: при изучении небесной механики, теории колебаний физического маятника, теорий теплоемкости веществ и поляризации диэлектриков, движении заряженных частиц в магнитном поле, магнитных свойств веществ, классической и квантовой моделей атома.

Остановимся на изучении кинематики и динамики вращательного движения.

Тематическое планирование во многом определяет качественную подготовку учителя к уроку и его проведению. Для обеспечения требований ФГОС оно предполагает деятельностное описание и должно включать ожидаемые результаты.

При составлении тематического планирования по разделу «Механика» (для профильного уровня) за основу взяты Программа по физике для 10-11 классов общеобразовательных учреждений (автор программы Г.Я.Мякишев) и Примерная программа среднего (полного) общего образования по физике (профильный уровень), проанализировано содержание учебников физики для углубленного изучения [14-16, 20, 30]. В результате составлено планирование курса механики (Приложение 1), далее приведен его фрагмент (таблица 1.1).

Таблица 1.1. Примерное планирование тем «Кинематика движения материальной точки по окружности» и «Вращательное движение твердого тела» (на 5+12 часов)

№№	Тема урока	Задачи урока	Приемы и методы	Планируемые результаты
	Кинематика движения материальной точки по окружности- 5ч.			
1.	Равномерное и неравномерное движение точки по окружности.	Актуализировать понятия основных характеристик криволинейного движения материальной точки по окружности – период, частота, центростремительное ускорение, линейная скорость, перемещение.	Фронтальное повторение. Рассказ.	Освоение приемов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем.
2.	Л/р.: «Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести».	1.С помощью эксперимента сформировать знания о движении тела по окружности; 2.Вспомнить понятия силы упругости и силы тяжести.	Постановка и обсуждение эксперимента. Беседа. Работа с учебником.	1.Умение пользоваться методами научного исследования явлений природы: проводить и фиксировать наблюдения, планировать и выполнять эксперименты. 2.Умение работать

				в группе, отстаивать свои взгляды, вести дискуссию.
3.	Решение задач на движение точки по окружности.	Сформировать умения решать задачи.	Записи в тетради. Работа с учебником.	1. Умение применять полученные знания на практике для решения физических задач.
4.	Нормальное, тангенциальное и полное ускорения материальной точки. Угловая скорость и угловое ускорение.	Сформировать основные понятия «ускорение при движении по окружности», «угловая скорость», «угловое ускорение», «угловое перемещение»	Устный опрос. Постановка опыта. Работа с учебником. Рассказ.	Освоение знаний о поступательном и вращательном движении твердого тела.
5.	Решение задач на кинематику вращательного движения материальной точки тела. Самостоятельная работа	Сформировать умение решать задачи нахождение кинематических характеристик вращательного движения материальной точки	Работа с методическим материалом. Записи в тетради.	Умение применять полученные знания на практике для решения физических задач.

Можно провести лабораторные работы по изучению динамики вращательного движения на приборе Обербека; изучению динамики поступательного и вращательного движений на машине Атвуда; измерению ускорения свободного падения; изучению движения конического маятника [6].

Часто у учащихся возникают трудности при решении задач на вычисление момента инерции тела относительно его оси вращения. Если у учащихся нет достаточной математической подготовки для такого вычисления, то можно без вывода дать значения моментов инерции таких тел как шар, диск. С затруднениями усваиваются понятия о векторном характере угловой скорости, момента силы, момента импульса, поэтому стоит уделить больше времени на рассмотрение этих понятий, разобрать больше примеров, решить больше задач (или рассматривать эти темы на внеклассных занятиях).

*Методические рекомендации по изучению темы
«Вращательное движение твердого тела»*

Понятия темы «Динамика вращательного движения» мы начинаем разбирать с введения таких понятий, как «твердое тело», виды его движения. При рассмотрении вращательного движения твердого тела преподавателю для начала следует рассказать о поступательном виде движения, т.к. оно лучше усваивается учащимися. В дальнейшем при изучении материала в некоторых случаях можно проводить аналогию с поступательным движением. И уже на этом этапе можно включать исследовательскую работу «Изучение поступательного движения на машине Атвуда». Для перехода к этому понятию мы тело как бы разбиваем на части (материальные точки), но движение твердого тела только при определенных условиях можно свести к движению материальной точки. В других случаях рассматривают поступательное движение твердого тела. Что касается вращательного движения, то первоначально нужно разобрать вращательное движение вокруг неподвижной оси. И для этого можно провести лабораторную работу «Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести». После этого нужно рассказать о кинематическом описании вращательного движения твердого тела. И только теперь мы объясняем детям, что для описания вращательного движения вокруг неподвижной оси достаточно лишь одной величины – угла φ (угол, который описывают точки тела при вращении). Так же по изучению вращательного движения можно провести лабораторные на приборе Обербека,

При описании движения твердого тела учащиеся должны уметь находить координаты всех точек тела. Поэтому на следующем этапе вводится понятие «центр масс» и изучается теорема о центре масс. Для этого нужно разобрать пример (Рис.1.1.).

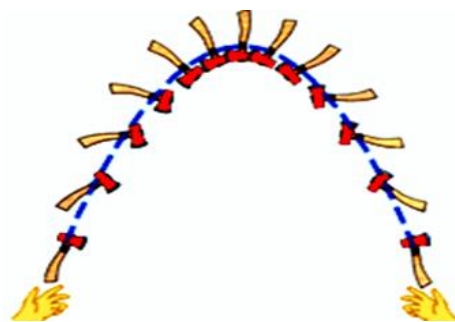


Рис.1.1.Траектория полета топора.

Допустим, что человеку нужно подбросить топор так, чтобы он вращался в вертикальной плоскости. Точка, расположенная в центре топора будет двигаться по плавной линии – такой, по которой летел бы брошенный камень, сам же топор вращается вокруг этой точки. После чего к одному концу топора прикрепим груз и снова его так же бросим. Движение топора будет неизменным, но точка, движущаяся по плавной кривой, будет теперь расположена не в центре топора, а ближе к грузу.

Из данного примера мы можем вывести новое понятие, такое как центр масс тела - это точка тела, движущаяся как будто на нее действуют только внешние силы, и ее расположение зависит от того, как распределена масса внутри тела.

Формула центра масс твердого тела имеет вид:

$$r_c = \frac{\sum_{k=1}^n m_k r_k}{\sum_{k=1}^n m_k}, \text{ где } \sum_{k=1}^n m_k$$

- суммарная масса системы;

r_k - радиус-вектор k-ой материальной точки тела.

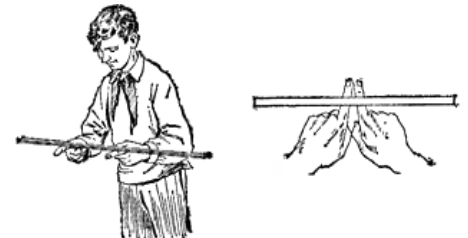


Рис.1.2.: Центр масс

Далее можно рассмотреть опыт (Рис.1.2.). Кладем палку на пальцы так, чтоб ее предполагаемый центр тяжести находился между пальцев. Затем плавно перемещаем пальцы навстречу друг другу, в точках соприкосновения пальцев и палки будут действовать сила реакции опоры, тяжести и сила трения, и одновременно скользить будет в той точке, где сила трения меньше, а чем ближе к центру, тем она будет больше, так поочередно проскальзывая пальцы, сойдутся в центре тяжести.

Обязательно нужно обсудить способы нахождения центра масс различных тел, а также объяснить учащимся, что в однородных телах центр масс симметрии находится в центре масс самого тела. Для других случаев можно воспользоваться

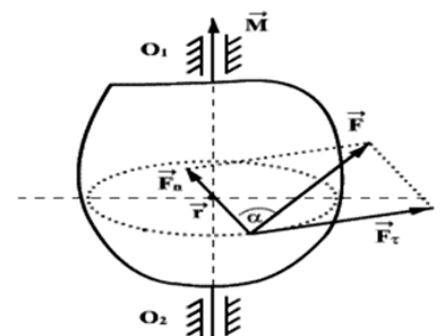


Рис.1.3. Разложение силы на две

теоремой центра масс. После изучения центра масс можно дать экспериментальное задание на определения центра масс любой плоской фигуры, для того чтобы сформировать исследовательские умения учащихся.

После того, как изучили понятие «центр масс», разберем, что такое импульс твердого тела и момент силы. Импульс твердого тела равен импульсу материальной точки, масса, которой равна массе тела, а скорость равна скорости центра масс.

Допустим, к материальной точке прикладывается сила, действующая в плоскости движения (Рис.1.3.). Разложим эту силу на две составляющие. Из рисунка мы видим, что тело начинает вращаться, потому что на него действует тангенциальная сила. Таким образом, произведение тангенциальной силы на радиус равно моменту силы.

Момент силы имеет направление, может увеличивать или уменьшать угловую скорость. Это означает, что при вращении точки одно из направлений, по часовой стрелке, будем считать положительным и приписывать моменту силы знак «плюс», а при противоположном вращении - знак «минус».

Формула момента силы твердого тела:

$$M_i = m_i r_i^2 \varepsilon, \text{ где}$$

ε – угловое ускорение тела;

$m_i r_i^2$ - момент инерции.

Например, при рассмотрении момента силы можно продемонстрировать опыт с послушной или непослушной катушкой (Рис.1.4.). Далее можно показать опыт «физический маятник» (Рис.1.5.).

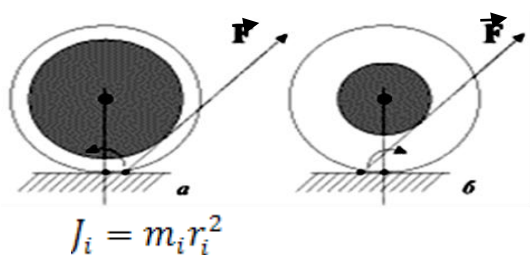


Рис.1.4. Послушная и непослушная катушка

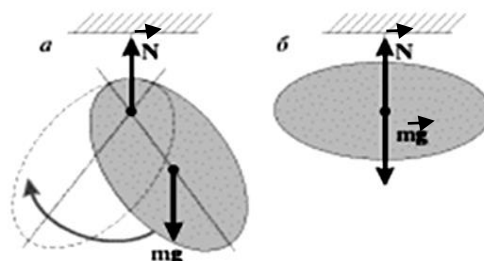


Рис.1.5. Физический маятник.

Для определения момента инерции нужно знать формулу момента силы. Момент инерции материальной точки относительно оси вращения равен произведению массы материальной точки тела на квадрат ее расстояния до оси вращения.

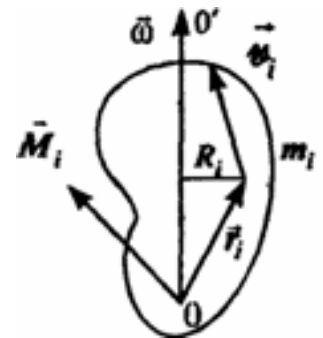


Рис.1.6.: Момент инерции твёрдого тела.

Момент инерции твердого тела лучше всего разобрать следующим образом: Разбиваем тело на материальные точки и представляем, что это тело вращается вокруг оси, которая проходит через центр масс (Рис.1.6.). После этого, находим для каждой материальной точки тела момент инерции. Таким образом, мы находим общий момент инерции твердого тела.

Далее определяем зависимость момента инерции от массы тела и от характера распределения этой массы. Следует отметить, что момент инерции зависит и от длины тела, чем длиннее тело по оси вращения, тем меньше момент инерции, т. к. отдельные части тела будут располагаться ближе к оси вращения.

Это демонстрируют с помощью скамьи Жуковского, причем вполне можно использовать при этом работа (рис.1.7.). После изучения

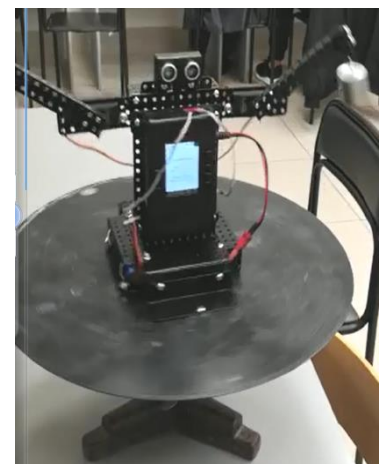
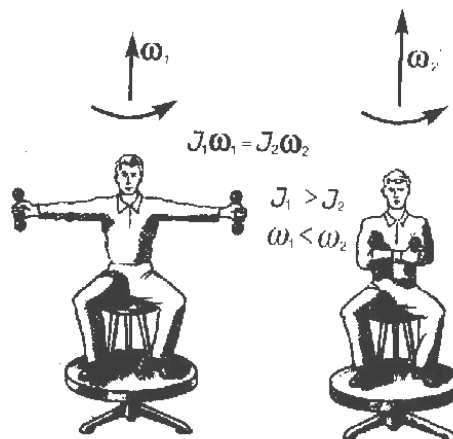


Рис.1.7. Человек и робот на скамье Жуковского

момента инерции необходимо

момента инерции тела и проверка теоремы Штейнера методом «крутильного маятника» для формирования исследовательских умений учащихся.

Нужно сказать, что для того чтобы изменить момент инерции, мы должны изменить ось вращения. Для того чтобы изменить момент импульса,

мы изменяем угловую скорость. Момент инерции у твердых тел - величина постоянная.

На основе второго закона Ньютона можно сказать, что при вращательном движении твердого тела вокруг неподвижной оси угловое ускорение прямо пропорционально вращающему моменту и обратно пропорционально моменту инерции относительно этой оси.

Радиус-вектор тела, умноженный на импульс этого тела, равен моменту импульса.

Момент импульса относительно точки:

$$L = \sum_{i=1}^n L_i = \sum_{i=1}^n [r_i m_i V], \text{ где}$$

$\sum_{i=1}^n L_i$ - суммарный импульс систем;

m_i - масса материальной точки тела;

r_i - расстояние от материальной точки тела до оси вращения;

v - скорость тела.

С учетом связи линейных и угловых величин, получим:

$$L_i = m_i r_i^2 \omega, \text{ где}$$

$m_i r_i^2$ - момент инерции материальной точки тела;

ω - угловая скорость тела.

Момент импульса относительно оси вращения:

$$L = I\omega, \text{ где}$$

I - момент инерции тела;

ω - угловая скорость тела.

Из формулы видим, что момент инерции тела, умноженный на угловую скорость вращения тела, равен моменту импульса относительно оси вращения.

Твердое тело разобьем на множество материальных точек. Когда тело начинает вращаться - ускорение и скорость этих точек одинаковые. Для того, чтобы вывести уравнение динамики вращательного движения, запишем для каждой материальной точки уравнения и потом сложим их. По третьему закону

Ньютона силы взаимодействия равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны, а значит, сумма моментов материальных точек в результате сложения уравнений окажется равной нулю. Учитывая то, что у всех точек тела при вращении будут одинаковые угловые перемещения с одинаковыми скоростями и ускорениями, запишем уравнение вращательного движения всего тела: $\frac{dL}{dt} = M$

Изменение момента количества движения твердого тела равно импульсу момента всех внешних сил, действующих на это тело.

В механике существует три закона сохранения: импульса, энергии и момента импульса. Все они являются следствиями законов движения.

Момент импульса остается постоянным в том случае, если при вращательном движении твердого тела вокруг неподвижной оси момент внешних сил и производная момента импульса тела равны нулю.

$L = \text{const}$ - это уравнение показывает то, что в замкнутой системе тел полный момент импульса остается постоянным.

Если момент внешней силы, действующей на тело, равен нулю, то уравнение выполняется в том случае, когда тело не является твердым, т.е. когда момент его инерции может изменяться. Причем в этом случае закон сохранения момента импульса позволяет простым путем получить важные заключения о характере вращения тела.

Кинетическая энергия тела при движении складывается из энергии поступательного движения со скоростью, равной скорости центра инерции, энергии вращения вокруг оси, проходящей через центр инерции тела.

Сумма кинетических энергий всех материальных точек тела равна кинетической энергии движущегося тела

$$W_k = \sum_{i=1}^n \frac{m_i v_i^2}{2}, \text{ где}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{m_i v_i^2}{2} - \text{сумма кинетических энергий всех материальных точек тела.}$$

Если учесть, что твердое тело движется поступательно и вращательно, то формула кинетической энергии примет другой вид:

$$W_k = \frac{mv\omega^2}{2} + \frac{I_c\omega^2}{2}, \text{ где}$$

I_c - момент инерции тела относительно мгновенной оси вращения, проходящей через центр инерции;

ω^2 - угловая скорость тела;

$\frac{m\vartheta}{2}$ – кинетическая энергия.

Работа внешних сил, действующих на вращающееся твердое тело(Рис.1.8.), равна:

$$A = \int_0^\varphi M d\varphi$$

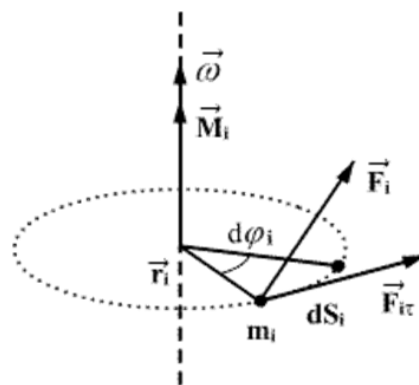


Рис.1.8. К работе внешних сил.

Различия между задачами на динамику материальной точки и на движения центра масс как такого нет. Только в данном случае такой точкой является центр масс. Следует помнить, что масса тела, умноженная на скорость центра масс равна импульсу системы. Целесообразно использование формул по определению координат центра масс, законов сохранения, кинетической энергии.

Существует несколько видов задач на динамику абсолютного твердого тела [3]:

- по определению линейной скорости твердого тела;
- по определению угловой скорости твердого тела;
- по определению мгновенной оси вращения при плоском движении;

Только после того, как были введены такие понятия как: «момент силы», «момент инерции» и «момент импульса», мы переходим к изучению следующей темы «Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела».

Не стоит выводить основное уравнение динамики вращающегося движения - оно очень большое. Учителю достаточно просто пояснить, о схожести этого

уравнения с уравнением для материальной точки, которая движется по окружности.

Существует несколько видов задач на динамику вращения твердого тела [3]:

- по определению углового ускорения для плоского движения твердого тела;
- по определению ускорения центра масс твердого тела для одновременно вращательного и поступательного движения твердого тела;
- по определению сил взаимодействия между твердыми телами при их движении;
- по определению момента инерции тела
- по определению закона сохранения импульса
- по определению закона сохранения энергии
- по определению центра масс тела.

В конце изучения всей темы выполняется лабораторная работа «Проверка основного закона вращения твердого тела на крестообразном маятнике», которая показывает успешность усвоения материала пройденной темы.

Мы подробно рассмотрели содержание темы «Кинематика и динамика вращательного движения» и определили возможность проведения 3 лабораторных исследовательских работ и выполнения экспериментальных задания.

1.4. Требования к организации самостоятельной исследовательской деятельности учащихся в обучении физике в физико-математическом классе

Организация учебно-исследовательской деятельности по профильным предметам в физико-математическом классе имеет свои особенности. Они связаны с содержанием материала – он имеет расширенный и более углубленный характер, в курсе больше лабораторных работ, есть возможность

решать экспериментальные задачи; кроме того, учащиеся обладают хорошими способностями, мотивированы на изучение курса и потому могут выполнять достаточно сложные исследования, в том числе – теоретические. Естественно, учащиеся профильных классов проявляют больше самостоятельности при выполнении любой учебной деятельности по профильному предмету, более самостоятельны они и в исследовании, особенно, если оно вызывает интерес.

Как и любой компонент учебного процесса, учебно-исследовательская деятельность подчиняется принципам дидактики. Наиболее значимыми являются следующие.

1. Принцип научности и развития теоретического мышления учащихся.
2. Принцип сознательности и познавательной активности учащихся.
3. Принцип систематичности и последовательности.
4. Принцип развития эмпирического и теоретического мышления.
5. Принцип прочности результатов обучения и развития познавательных сил учащихся.
6. Принцип сотрудничества (учащегося с другими учащимися, учащимся и педагога) в исследовательской деятельности.
7. Принцип рационального сочетания коллективных и индивидуальных форм обучения.
8. Принцип целостности учебного процесса при организации исследовательской деятельности.
9. Принцип междисциплинарной интеграции.

Охарактеризуем их действие применительно к рассматриваемому процессу.

Принцип научности при изучении физике выражается в раскрытии структуры научных знаний, логике науке, построении содержания учебного материала на базе ведущих физических теорий. При изучении физических теорий используются эмпирические и теоретические методы исследования, которые помогают сформировать у школьников методологические знания,

исследовательские умения в процессе организации исследовательской деятельности.

Принцип сознательности и познавательной активности - это один из основных принципов в дидактической системе, потому что новые стандарты основаны на системно-деятельностном подходе, которые предполагает формирование готовности к саморазвитию и непрерывному образованию, активную учебно-познавательную деятельность обучающихся. По отношению к организации исследовательской деятельности в учебном процессе по физике это значит, что учащиеся должны обладать внутренней мотивацией к исследовательской деятельности, понимать ее значимость, понимать исследовательскую задачу на уроке.

Принцип систематичности и последовательности предполагает логическое построение процесса обучения, помогает проектировать систему уроков. В исследовательской деятельности учащихся должна быть сформирована ориентированная основа, которая включает в себя ранее развитые умения (предметные, метапредметные, личностные), требуется поэтапное включение учащихся в исследовательскую деятельность с целью сформировать новые исследовательских умения. Учитель проектирует исследовательскую деятельность в курсе физики в целом, по мере усвоения учащими возрастает и самостоятельность в исследовательской работы у учащихся, уменьшается прямое руководство со стороны учителя.

Принцип развития эмпирического и теоретического мышления учащихся. При организации исследовательской деятельности на уроках физики учитель формирует исследовательские экспериментальные умения, учитывая возрастные особенности. Начиная с 7 класса, мы используем эмпирические методы, учим детей вести наблюдение, проводить измерения физических величин, затем планировать и выполнять эксперимент. Потом постепенно вводим теоретические методы (моделирование, мысленный эксперимент), индукцию и дедукцию. Таким образом, учитель рационально сочетает индуктивные и дедуктивные методы в обучении. Любой переко в

использовании индуктивных и дедуктивных методов, на наш взгляд, недопустим. Сошлемся на А.Н. Поддьякова, который справедливо замечает, что преобладающая система психолого-педагогических взглядов требует опережающего изучения теоретических обобщенных знаний более высокого уровня, считая индуктивную деятельность, метод проб и ошибок более низким уровнем [2]. Однако именно эта деятельность и является основой, началом любого завершённого исследовательского процесса.

Принцип прочности результатов обучения и развития познавательных сил учащихся. Когда учитель организует учебную деятельность, он перед собой ставит два типа задач:

1. Усвоение предметного содержания образования;
2. Усвоение способов исследовательской деятельности.

Таким образом, усвоение содержания образования и усвоение способов деятельности – две взаимодействующих и взаимосвязывающих стороны учебного процесса. Но известно, что знания, получаемые в процессе исследования, лучше усваиваются, чем знания, полученные в готовом виде от учителя.

Основной смысл принципа сотрудничества учащихся и учителя, учащихся между собой в том, что учитель включается в исследовательскую деятельность, организуемую на уроке и при этом осуществляя функцию управления. Этот принцип помогает сформировать сотрудничество, как один из видов взаимоотношений в процессе исследовательской деятельности «учитель-ученик» и «ученик – ученик». Но надо помнить, что при формировании исследовательских умений учитель сначала играет ведущую роль, потом эта роль смещается, учащиеся принимают и осваивают позиции учителя. А к основным функциям учителя относятся: исследователь, ведущий, координатор, эксперт.

Формирование исследовательских умений будет эффективным, если сочетать фронтальные и групповые формы обучения. В зависимости от того, формирование какого исследовательского действия учитель планирует на

данном уроке, этапы фронтальной и групповой работы будут чередоваться. Именно на этапе работы в группах происходит усвоения способа деятельности «работа в сотрудничестве». Возможны различные способы конструирования групп - они могут быть однородными и неоднородными, могут быть разделены по разным основаниям. Но нужно помнить при формировании разнородных групп, в этих группах должны быть учащиеся, способные инициировать исследовательскую деятельность, т.е. повести группу за собой. Если делить группы на однородные, то необходимо дифференцировать задания для разных групп, потому что выполнять исследовательскую работу они будут с различной степенью самостоятельности.

Сначала постановка исследовательской задачи, выдвижение гипотезы происходят фронтально, под руководством учителя, после чего учащиеся в группах планируют эксперимент по проверке гипотезы. Если учитель хочет сэкономить время, он может использовать коллективно-распределительную деятельность, т.е. каждая группа вырабатывает план эксперимента, позволяющего проверить одну из гипотез. Затем следует этап фронтального обсуждения этапов эксперимента каждой группы. Важно, чтобы учащиеся сами пытались объяснить получившиеся результаты и самостоятельно сделать выводы.

Для того, чтобы дать возможность каждому учащемуся выйти на максимально возможный для него уровень учебной исследовательской деятельности, необходимо сочетание исследовательской деятельности на уроках и во внеурочной формах обучения. На уроке в учебное исследование вовлечены все учащиеся, при этом формируются все основные исследовательские умения. Однако для учащихся более мотивированных к этому виду деятельности можно предоставить возможность развивать исследовательские умения во внеурочных формах работы: факультативах, кружках, мастерских.

Принцип целостности учебного процесса при организации исследовательской деятельности позволяет освоить как целостную систему

знаний, так и методологические знания, исследовательские умения. Как отмечает В.Г. Разумовский, простого ознакомления учащихся с методами научного познания недостаточно, необходимо активное участие школьника в исследовательской деятельности [21]. Именно этот принцип раскрывает соотношения и взаимосвязь образовательной и развивающей функции обучения. На каждом уроке проектируется три аспекта:

- предметное содержание, логика его развертывания;
- исследовательская деятельность учащихся: включение учащихся в учебное исследование и его развитие;
- необходимые формы взаимодействия «учитель- ученик» и «ученик – ученик», групповые, индивидуальные, фронтальные формы обучения.

Стандарты второго поколения предписывают формирования умений исследовательской и проектной деятельности при изучении всех предметов, на всех ступенях обучения. Проектируя исследовательскую деятельность при изучении физики, необходимо учитывать, какие способы и приемы исследовательской деятельности используются при изучении других дисциплин. Во внеурочной деятельности может быть исследование на материале задач междисциплинарного естественнонаучного содержания.

Выделенная система принципов позволяет спроектировать и организовать исследовательскую деятельность в учебном процессе по физике, обеспечивающую эффективное освоение как предметных результатов образовательной программы по физике, так и формирование у учащихся основ культуры исследовательской деятельности.

На основе этих принципов, психолого-педагогических особенностей обучения физике учащихся физико-математических классов и содержания профильного курса физики нами сформулированы *требования к организации самостоятельной учебно-исследовательской деятельности в учебном процессе по физике в классах физико-математического профиля:*

- Учебно-исследовательская деятельность должна быть и значима для учащихся, и реализовывать требования ФГОС и рабочей программы в плане достижения образовательных результатов.
- Проблема исследования должна быть понятна учащимся, ее решение доступно, но вызывать затруднения.
- Степень самостоятельности учащихся при выполнении исследовательских работ должна увеличиваться постепенно.
- Виды исследовательских работ должны быть разнообразными и чередоваться.

Для реализации выше перечисленных требований нужно спроектировать целостный учебный процесс, в котором все учащиеся систематично и последовательно включаются в исследовательскую деятельность, в первую очередь, на уроке, а потом и во внеурочное время. Необходимо разработать теоретическую модель проектирования и организации исследовательской деятельности в учебном процессе, которая должна обеспечивать преемственность при переходе от одного уровня школьного образования к другому, а также учитывать вклад каждой учебной дисциплины в формирование исследовательских умений учащихся и повышение учебной мотивации.

На первом уровне исследовательская деятельность в виде отдельных ее элементов организуются на уроке, в учебное исследование вовлечены все учащиеся, формируются основные исследовательские умения, которых требуют образовательные стандарты.

На втором уровне происходит развитие исследовательских умений уже во внеурочной деятельности. Внеурочные формы работы позволяют учителю развивать в учащихся больше самостоятельности.

Для того, чтобы сформировать последний уровень исследовательских умения (III уровень), необходимо выполнение учащимися индивидуального исследовательского проекта (до итогового). В этом случае исследование воплощается в наиболее полном варианте, при выполнении учащийся

полноценно проходит все этапы исследования, причем в том темпе, который ему удобен.

Таким образом, модель процесса формирования исследовательских умений при изучении физики в физико-математических классах выглядит следующим образом (рис.1.9.).

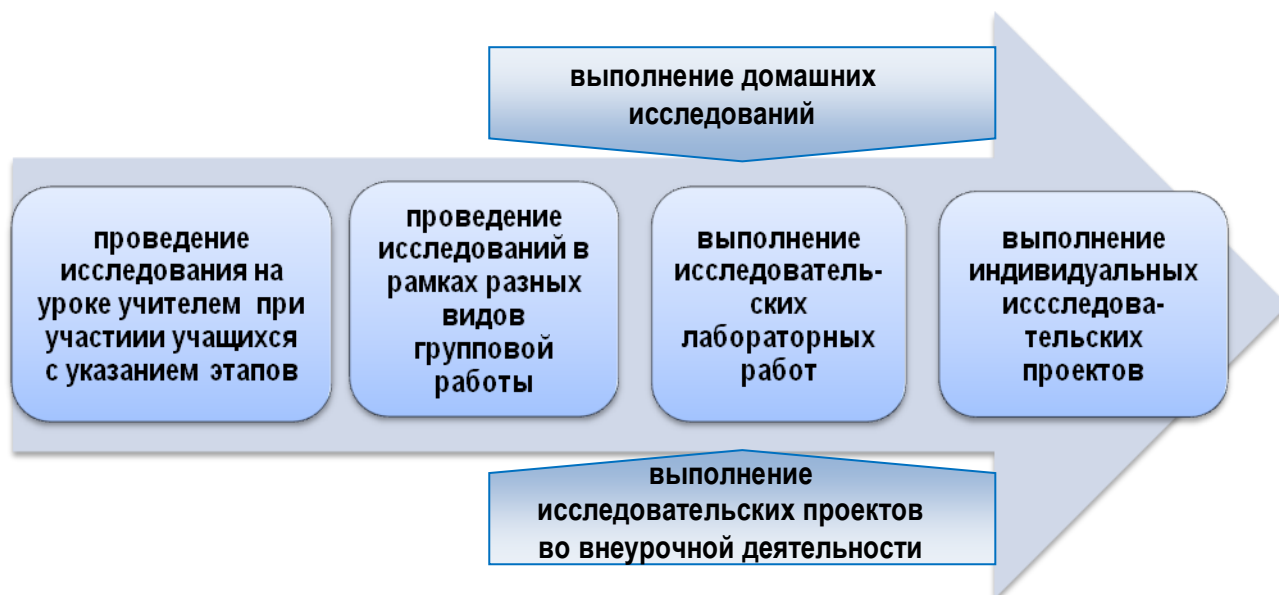


Рис.1.9. Модель формирования исследовательских умений при изучении физики в физико-математических классах

Исследовательская деятельность по физике не является совсем новой для учащихся - они знакомы с ней с основной школы, но все же нужно повторить этапы. Далее исследовательская работа может и должна осуществляться и в проектной деятельности, при выполнении кейсов, в ТРИЗ и т.д. Групповая работа более эффективна в формировании исследовательских умений, но только в индивидуальном исследовании можно проверить их сформированность, поэтому выполнение индивидуальных исследовательских проектов обязательно. Домашняя и внеурочная исследовательская деятельность – в помощь общему процессу формирования исследовательских умений.

Выводы по главе 1

1. Обучение в профилях – один из путей дифференциации обучения. *Профильное обучение* – это «способ дифференциации и индивидуализации обучения, позволяющий за счёт изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса более полно учитывать интересы, склонности, способности учащихся, создавать условия для обучения старшеклассников в соответствии с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования», оно направлено на реализацию лично ориентированного учебного процесса, выстраивание учеником индивидуальной образовательной траектории

2. Особенности обучения в физико-математическом классе связаны как с особенностями учащихся - они мотивированы на изучение физики, могут поддерживать высокий темп, поэтому учителю необходима более серьезная подготовка к урокам, так и с особенностями содержания учебного курса – объем учебного времени более чем вдвое больше, материал рассматривается глубже и шире, больше лабораторных работ и уроков решения задач, причем с разбором сложных задач.

3. К особенностям организации самостоятельной учебно-исследовательской деятельности в учебном процессе по физике в классах физико-математического профиля отнесены следующие:

- Учебно-исследовательская деятельность должна быть и значима для учащихся, и реализовывать требования ФГОС и рабочей программы в плане достижения образовательных результатов.
- Проблема исследования должна быть понятна учащимся, ее решение доступно, но вызывать затруднения.
- Степень самостоятельности учащихся при выполнении исследовательских работ должна увеличиваться постепенно.
- Виды исследовательских работ должны быть разнообразными и чередоваться.

4. Модель процесса формирования исследовательских умений при изучении физики в физико-математических классах состоит из 4х основных и 2х дополнительных блоков и описывает содержание этапов развития исследовательских умений.

Глава 2. Методика формирования исследовательских умений при изучении раздела «Механика»

2.1. Сущность понятия «исследовательское умение», его структура, этапы формирования

На сегодняшний день государственный стандарт обязывает учителей проводить и выполнять такие работы с учащимися, которые бы способствовали формированию исследовательских умений. Т.е к требованиям государственного стандарта относятся «приобретение опыта применения научных методов познания, наблюдения физических явлений, проведения опытов, простых экспериментальных исследований..», «формирования компетенций и компетентностей в предметных областях, учебно-исследовательской и проектной деятельности..», «формирование готовности учащихся к саморазвитию на основе активной учебно-познавательной деятельности» [30]. Кроме того, для основной школы стандарт включает программу формирования компетенций и компетентностей в предметных областях, учебно-исследовательской и проектной деятельности.

Известно, что исследовательские умения учащихся включают в свой состав универсальные учебные действия (УУД). УУД – это, прежде всего, умение учиться, т.е. способность учащихся к самообразованию, саморазвитию на основе знаний и собственного опыта. Физика предоставляет огромные возможности для организации и проведения исследовательской деятельности, эта наука построена на экспериментах.

Способом формирования исследовательских умений по государственным стандартам является поэтапное и систематическое включение учащихся в исследовательскую деятельность. Чтобы выстроить правильный процесс формирования исследовательских умений, нужно разобраться в содержании и структуре понятия «исследовательские умения», также необходимо выяснить дидактическую суть этого понятия.

Для начала разберемся, что такое «умение». На сегодняшний день в психолого-педагогической литературе нет единого толкования понятия «умение». Но изучив множество источников, мы пришли к определению: *умение* – это освоенный субъектом способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретенных знаний и навыков. Умение – это владение или правильное применение знаний для выполнения заданий различного характера. Что касается понятия «исследовательские умения» его можно трактовать так: исследовательские умения – это умения применять общепринятые методы научного познания при выполнении учебных заданий. *Исследовательские умения* – это система интеллектуальных и практических умений учебного труда, способность самостоятельных наблюдений, опытов, приобретаемых в процессе решения исследовательских задач [7].

Для лучшего понимания понятия «исследовательские умения» нужно выявить основные признаки учебных исследований, так, большинство исследовательских умений формируется в рамках учебного исследования:

1. Учебное исследование – это поисково-познавательная деятельность учащегося.
2. Учебное исследование всегда предполагает получение учащимся новых знаний.
3. Учебное исследование направлено на самостоятельное выполнение задания учеником.
4. Учебное исследование должно быть направлено на реализацию дидактических целей обучения.

Существует несколько классификаций учебных исследований, а именно [4]:

1. по количеству учащихся: групповые и индивидуальные;
2. по месту проведения: урочные и внеурочные;
3. по времени: кратковременные и долговременные;
4. по теме: предметные и свободные.

В свою очередь сама исследовательская деятельность включает в себя следующие компоненты:

1.Целевой компонент – подразумевает определение проблемы, целей, постановка задач, выдвижение гипотезы исследования.

2.Мотивационный компонент – помогает создать положительные мотивы, определить интересы и потребности учащихся в проведении исследования.

3.Содержательный компонент – определяется планом исследования и включает в себя: повторение теоретического материала, изучение основных свойств исследуемого объекта, выбор способа фиксации и форм отчетности, оборудования.

4.Операционный компонент - определяет сущность исследования, и осуществляется при взаимодействии учителя с учащимися при проведении исследовательской работы. Этот компонент реализуется с помощью средств и способов, влияющих на результат исследования.

5.Управленческий компонент – определяет взаимосвязь прогнозирующей, организаторской, консультирующей, корректирующей деятельности учителя и активно исполнительской и самостоятельной деятельности учащихся.

6.Оценочный компонент – представляет осознание и самооценку учащимися результатов, определение соответствия между предположениями и полученными результатами, формирование выводов и обобщений по итогам проведенного исследования.

Если будет отсутствовать один из перечисленных компонентов, или если один из компонентов будет недостаточно сформирован, развитие исследовательских умений не будет происходить.

А.П.Гладкова выделяет четыре группы исследовательских умений, формируемые в процессе обучения [3]:

1. Организационно-практические, т.е. умение учащегося планировать свою работу, задавать и отвечать на вопросы, перерабатывать получаемую информацию.

2. Поисковые, т.е. умение учащегося самостоятельно выбирать тему своего исследования, умения ставить проблему исследования, выдвигать самостоятельно гипотезы и приходить к определенным результатам.

3. Информационные, т.е. умение учащегося работать с источниками информации, работать с определениями понятиями, понимать и интерпретировать любой текст, умение самостоятельно найти недостающую информацию.

4. Оценочные, т.е. умение учащегося оценить свою работу, выявить плюсы и минусы своих результатов, обосновывать свою оценку.

В основном *обобщенные исследовательские умения* считаются сформированными, если у учащегося сформированы следующие умения:

- умение работать с источниками и документами;
- умение работать с компьютерными поисковыми системами;
- умение осуществлять основные логические операции;
- умение проводить наблюдения;
- умение проводить различного вида эксперименты;
- умение организовывать свою работу;
- умение грамотно формулировать выводы;
- умение представлять результаты исследования.

В *состав исследовательских умений*, формируемых в науках, связанных с экспериментом или работой с оборудованием, входят следующие действия (частные умения, входящие в деятельностьную их часть):

- ✓ умение поставить проблему исследования и аргументировать ее;
- ✓ умение сформировать гипотезу исследования;
- ✓ умение распланировать свои действия и выбрать необходимое оборудования для своего исследования;
- ✓ умение провести исследования самостоятельно, но обязательно под поэтапным присмотром преподавателя;
- ✓ умение сделать самостоятельные выводы по своему исследованию;
- ✓ умение записать результаты исследования.

К основным функциям исследовательских умений учащихся в обучении относятся:

- Формирование познавательного интереса в процессе исследовательской деятельности, овладения новыми знаниями.
- Овладения учащимися таких качеств личности как: заинтересованность, наблюдательность, трудолюбие, сообразительность, самостоятельность, изобретательность.
- Расширение способностей учащихся, при которых формируется исследовательская деятельность, умение организовывать и проводить эксперименты самостоятельно.
- Развитие таких умений учащихся как, умение анализировать получаемые знания, устанавливать причинно-следственные связи, применять свои знания на практике.
- Целенаправленное усвоение приемов и действий, позволяющее учащемуся совершенствовать учебную деятельность.

Исследовательские умения как любые умения состоят из трех основных компонентов:

- ✓ мотивационного, т.е. познавательный интерес учащегося.
- ✓ содержательного, т.е. знания учащегося об исследовательской деятельности и особенностях ее реализации в научной области.
- ✓ операционного, т.е. имеющиеся умения и навыки у учащегося.

Выделим основные этапы формирования исследовательских умений при выполнении исследовательской работы:

1 этап - учитель знакомит учащихся с техникой и этапами проведения исследования на примерах (в ходе демонстраций, лабораторных работ в 7 классе).

2 этап – учащиеся вместе с учителем составляют общий алгоритм экспериментального исследования (без формулировки проблемы и

гипотезы) и проводят простые самостоятельные экспериментальные исследования на его основе.

3 этап – учащиеся при проведении демонстрационных и фронтальных опытов учатся постановке проблемы, цели и формулировке гипотезы.

4 этап – учащиеся проводят сложные исследования под контролем учителя, простые, включая домашние, - самостоятельно (все формы экспериментального исследования).

5 этап – учащиеся любое учебное исследование (экспериментальное или теоретическое) осуществляют самостоятельно, включая анализ и обработку результатов, формулировку выводов (все формы экспериментального исследования, включая исследовательские проекты).

К старшей школе относятся 3-5 этапы, рассмотрим подробнее эти три последних этапа формирования исследовательских умений учащихся, средства их формирования и развития (табл. 2.1.).

Таблица 2.1. Этапы формирования исследовательских умений в старших классах

<i>№ этапа формирования исследовательских умений</i>	<i>Виды и показатели исследовательских умений</i>	<i>Средства формирования и развития</i>
3 этап	1. Умение выводить предположения из общих принципов, теорий; 2. Умение планировать последовательность действий; 2. Умения выводить предположения на основе известных фактов, явлений, собственных наблюдений. 3. Умение выдвигать возможные варианты исследования; 4. Умение выяснять условия в которых может проводиться эксперимент;	Методы эвристики: прогнозирования, выдвижения гипотез, моделирования, конструирования теорий.
4 этап	1. Умение принимать решения по поводу метода решения проблемы и проверки гипотезы; 2. Умение отбирать необходимые приборы и материалы для эксперимента; 3. Умение собирать экспериментальную установку;	Технология педагогических мастерских. Технология кооперативного обучения. Методы планирования, анализа, сравнения, конструирования правил.

	<p>4. Умение проводить наблюдения и измерения;</p> <p>5. Умение фиксировать результаты поиска информации и результатов опыта.</p>	<p>Школьный лабораторный эксперимент.</p> <p>Образцы и примеры выполненных учащимися исследований.</p> <p>Задания на:</p> <ul style="list-style-type: none"> - развитие творческого воображения, - придумывание опытов
5этап	<p>1. Умение осуществлять математическую обработку результатов;</p> <p>2. Умение измерять и сводить результаты измерений в таблицы, строить графики;</p> <p>3. Умение оценивать достоверность и погрешности полученных результатов;</p> <p>4. Умение интерпретировать полученные результаты, делать выводы;</p> <p>5. Умение соотносить полученные результаты с гипотезой;</p>	<p>Лабораторные работы. Задания на:</p> <ul style="list-style-type: none"> - описание характеристик и процессов, - сравнение, - обобщение, - классификацию, - структурирование текстов, - категоризацию, - формулировку умозаключений и выводов, - построение графиков, - схематизацию, - расчёт погрешностей измерений <p>Выполнение и оформление проектов</p> <p>Выполнение домашних заданий с помощью компьютера.</p> <p>Изучение образцов отчётов</p>

2.2. Особенности формирования исследовательских умений при проведении физического эксперимента в классах физико-математического профиля

Внедряя новые ФГОС, современная школа проходит этап модернизации вместе со всем образованием, т.е. разрабатываются новые средства и технологии, а так же вместе с тем меняются подходы к организации процесса обучения. Согласно этим требованиям ученик должен овладеть «умениями формулировать гипотезы, конструировать, проводить эксперименты, оценивать полученные результаты» [30]. Более подробно это расписано в требованиях к

предметным результатам по физике «...приобретение опыта применения научных методов познания, наблюдения физических явлений, проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов».

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что одним из важных концептуальных положений современной методики обучения физике является обязательность использования эксперимента – не только как средства обучения, но и объекта изучения, способа освоения экспериментального метода познания природы.

Выявим особенности формирования исследовательских умений при проведении физического эксперимента в классах физико-математического профиля.

Уже на первых уроках учащиеся узнают, что знания по физике можно получить несколькими способами, одним из которых является эксперимент. Практически весь курс физики построен на том, что учащиеся могут на уроках вести наблюдение и делать выводы о полученных учителем результатах, а также выполнять самостоятельные постановки опытов, осуществлять экспериментальные исследования. Этапы процесса формирования исследовательских умений следующие:

Программа курса физики для физико-математического профиля предполагает более глубокое рассмотрение материала, включение дополнительных тем. Для этого предусмотрено большее количество часов. Это предоставляет большие возможности для реализации разных видов деятельности, в том числе – исследовательской. Лучший вариант – планировать ее заранее, т.е. включить в программу исследовательские лабораторные работы, предусмотреть исследовательские проекты и домашние задания.

Организация физического эксперимента обычно основывается на возбуждении и поддержании постоянного и устойчивого интереса учащихся к физике. Для того чтобы сформировать интерес у учащихся учитель должен как

можно больше проводить опыты, но для устойчивости этих интересов необходима самостоятельная исследовательская деятельность с возрастающей сложностью экспериментов.

Выполнение исследовательского физического эксперимента будет иметь лучшие результаты, если будут выполняться следующие методические условия:

- тщательное распределение заданий по темам программы;
- чередование с другими видами деятельности;
- обязательность и сознательность выполнения заданий;
- выполнение эксперимента в соответствии со структурой исследования.

Необходимо также учитывать, что:

- лабораторная работа, проект должен дополнять и расширять основной курс,
- проведение физического эксперимента должно быть тщательно организовано и подготовлено,
- важно формулировать правильно задания и обсуждать в классе результаты, полученные учащимися.

На первых порах перед тем, как учащиеся приступят к выполнению лабораторной работы, нужно актуализировать порядок выполнения эксперимента:

1. Сформулировать цели наблюдения (Для чего мы наблюдаем?);
2. Правильно найти объект наблюдения (Что мы будем наблюдать?);
3. Исследовать условия наблюдения (Где будем наблюдать?);
4. Составить план наблюдения (Как происходит наблюдение?);
5. Выбрать способы фиксации информации (Чем мы будем наблюдать?);
6. Провести наблюдение;
7. Анализ данных полученных в ходе наблюдения (Что получилось?);
8. Сформулировать выводы.

Нельзя не сказать о внеурочной работе, так как школьная программа устроена таким образом, что на уроках учитель не успевает обеспечить каждому ученику оптимальные условия для формирования исследовательских умений. Поэтому организацию экспериментальных исследований лучше частично перенести в домашнюю работу или во внеурочную деятельность (кружки, факультативы). Для этого определим особенности организации исследовательской деятельности во внеурочное время.

Внеурочная исследовательская деятельность преимущественно должна быть связана с учебным материалом, который учащиеся осваивают на уроке. Т.е. внеурочная работа должна дополнять или углублять основной материал, а ее организация должна удовлетворять дидактическим требованиям, а именно:

- ✓ способствовать формированию экспериментально-исследовательских умений учащихся;
- ✓ должна являться частью системы организации учебно-познавательной деятельности учащихся;
- ✓ соответствовать целям, содержанию изучения учебного материала, при возможности – быть связанной с другими дисциплинами;
- ✓ включать экономичные и простые в выполнении опыты и бытовые или самодельные приборы;
- ✓ иметь методическую поддержку (краткие рекомендации по выполнению эксперимента).

Однако для продвинутых учащихся, тех, кто имеет устойчивые интересы в какой-то области физики, вполне допустимо выполнять внеурочные исследования по интересующей их проблематике. Таким образом, основными особенностями организации исследовательской деятельности учащихся во внеурочное время, на наш взгляд, являются:

- ❖ систематичность заданий исследовательского характера для домашней работы и внеурочной деятельности;
- ❖ наличие подобранных к каждой теме курса исследовательских проблем,
- ❖ возможность для учащихся предложить свою проблему исследования,

- ❖ отсутствие подробных инструкций и возможность получить консультацию у учителя.

Данный вид деятельности будет способствовать формированию экспериментально-исследовательских умений, если учащиеся сами составляют план и определяют этапы выполнения эксперимента, отбирают необходимое оборудование, находят пути решения поставленных задач, делают выводы.

Остановимся на сочетании эмпирических (экспериментальных) и теоретических исследований, что является обязательным условием развития исследовательских умений в физико-математических классах. Необходим постепенный переход от индуктивных методов к дедуктивным, поэтому осваиваются сначала экспериментальные методы исследования, затем теоретические, усложняется предмет исследования. Возможно сочетание и тех, и других в одном исследовании. Примером может служить изучение колебаний математического маятника – в 9 классе преобладает первый тип, в 11 – второй. При этом для эмпирических исследований важны расчет и оценка погрешностей, поэтому в физико-математических классах теория погрешностей рассматривается достаточно серьезно и во всех лабораторных работах обязательно есть расчет погрешностей.

Итак, можно выделить следующие особенности формирования исследовательских умений при проведении физического эксперимента в классах физико-математического профиля

1. Исследовательская деятельность разного рода должна быть запланирована при составлении рабочей программы по физике – на уроке с исследованиями (кейсы, ситуационные задачи), на уроке – лабораторные работы или фронтальные эксперименты, вне урока – домашние исследования, практико-ориентированные задачи с элементами исследования, проекты, во внеурочной деятельности – кружки, факультативы.

2. Проблематика исследований должна поддерживать основное содержание курса физики, решаемые проблемы должны вызывать у учащихся

затруднения (простые исследования в профильном классе неинтересны). Необходимо минимизировать число исследований «по инструкции».

3. Лабораторные работы по физике должны носить преимущественно исследовательский характер – позволять получить новое знание по теме самостоятельно либо расширять и углублять уже полученные знания. Обязательно проведение физических практикумов, на которых учащиеся получают навыки работы с приборами, научатся оценивать погрешности.

4. Экспериментальные исследовательские работы должны дополняться теоретическими, обеспечивая развитие разных сторон мышления, разных УУД.

5. Целесообразно проводить межпредметные исследования (физика и химия, физика и биология и др.), а также исследования по физике, готовящие к дальнейшему профессиональному обучению.

Формирование опыта и навыков исследовательской деятельности, исследовательских умений, становление и развитие личностных качеств и мотивационных установок учащихся необходимо для дальнейшего обучения в технических вузах, а физических факультетах университетов.

2.3. Методические рекомендации по формированию исследовательских умений при изучении темы «Кинематика и динамика вращательного движения тела»

Исходя из новых стандартов современный ученик должен овладеть системой фундаментальных и специальных знаний, навыками, быть готовым постоянно повышать свои знания, осваивать новые сферы используя свой интеллектуальный и творческий потенциал. Одним из таких направлений является исследовательская деятельность, она включает в себя:

1. Проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов.
2. Проведение технических измерений, составление и описание проводимых исследований.

3. Выполнение проектно- исследовательской деятельности.

Исследовательская деятельность может осуществляться как в урочное, так и внеурочное время. В значительной степени формированию исследовательских умений способствует физический эксперимент. Он позволяет отрабатывать такие элементы исследовательской деятельности, как планирование исследования, его проведения, обработка и анализ результатов, их представление. Это может быть демонстрационный или фронтальный эксперимент, лабораторная или практическая работа.

Разберем глубже место лабораторных уроков в изучении физики, потому что в большей степени именно они формируют исследовательские умения.

Место лабораторных уроков в модуле определяется в зависимости от задачи, которую имеет намерение решить учитель с их помощью:

1. Организация изучения нового материала;
2. Иллюстрация или проверка теоретически обоснованных положений;
3. Развитие умений решать экспериментальные задачи.

В первом случае лабораторное исследование учащихся направлено на получение важных экспериментальных данных, которые являются, в сущности основным содержанием в новом учебном материале. При этом лабораторная работа проводится на первых уроках модуля. Во втором случае лабораторный урок занимает вторую позицию в последовательности уроков модуля. Лабораторная работа в форме решения экспериментальной задачи проводится на предпоследних уроках в учебном модуле.

В зависимости от типа лабораторного урока цели будут разные. Но они все определяются через действия, которыми учащиеся овладевают на уроке. Эти действия связаны с соответствующим учебным материалом.

Рассмотрим структуру лабораторных работ (табл.2.2.) Она является инвариантной для всех типов лабораторных работ, только совокупность задач на этапах зависит от целей. Выделяют *три этапа урока с лабораторной*

работой: ориентировочно-мотивационный, операционно-познавательный, контрольно-коррекционный и рефлексивный [13].

Таблица 2.2. Структура лабораторных работ.

Этапы урока	Ориентировочно-мотивационный (вводный)	Операционно-познавательный (основной)	Контрольно-коррекционный и рефлексивный
Задачи учителя	1. Организовать повторение опорных знаний. 2. Предложить варианты ориентировочных основ деятельности учащихся. 3. Создать условия для самоопределения учащихся на метод выполнения работы. 4. Обратить внимание на правила техники безопасности.	1. Организовать целенаправленную репродуктивную или эвристическую деятельность учащихся. 2. Организовать образовательные ситуации развивающего типа.	1. Проанализировать, насколько близко полученный учащимися результат к имеющемуся в теории. 2. Создать условия для самоконтроля, самооценки и коррекции деятельности учащихся и ее результатов.

При этом содержание работы учащихся на каждом из этапов определенным образом зависит как от темы лабораторной работы, так и от ее типа.

Целью первого этапа (Ориентировочно-мотивационный) является: психологическая и познавательная готовность учащихся к выполнению лабораторной работы. Достичь названных целей возможно, благодаря: предоставлению учащимся возможности выбора целей, а именно:

- представлению вариантов выполнения работы: по готовой инструкции или на основе применения исследовательских процедур.

Показателем успешного выполнения задач первого урока является самоопределение учащихся на познавательную исследовательскую деятельность.

На втором этапе (операционно-познавательный) учащиеся выполняют лабораторную работу, т.е овладевают умениями работать с приборами, выполнять измерения, рассчитывать погрешность и т.д., формируют исследовательские умения. На этом этапе важнейшими условиями достижения целей является:

- наличие ориентировочной основы деятельности учащихся;
- наличие познавательных препятствий для учащихся, которые определились на исследовательский метод выполнения работы;
- наличие необходимых приборов и материалов;
- выполнение учителем ролей консультанта.

На последнем этапе урока происходит самоконтроль и самооценка и выяснение степени сформированности исследовательских умений.

Выполнение лабораторных работ следует проводить после изучения некоторого блока материала. В этом случае эксперимент проводится по заданному описанию и основной целью будет проверка изученных ранее закономерностей протекания явлений или измерения какой-либо величины.

Интересным для учащихся будет проведение фронтального эксперимента на этапе изучения нового материала, а именно: выяснении зависимости одной величины от другой, выяснении особенностей протекания того или иного явления.

Рассмотрим, как это можно реализовать, например, на уроке физики по теме «Кинематика и динамика вращательного движения тела».

Сначала с учащимися обсуждаются понятия «вращательное движение», «момент инерции», «момент силы», «угловая скорость при вращательном движении», объясняется основной закон вращательного движения твёрдого тела. Затем учащимся предлагается выполнить лабораторную работу «Проверка основного закона вращения твёрдого тела на крестообразном маятнике» (рис.2.1.). На этом этапе

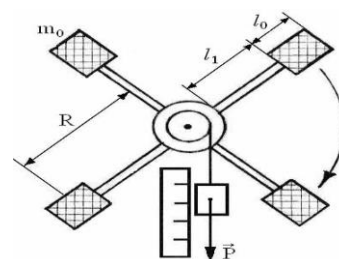


Рис. 2.1. Крестообразный маятник.

учащимся предоставляется возможность рассказать, какими способами проверить основной закон вращения твердого тела. Далее класс можно разбить на группы и каждая группа проводит свое исследование в рамках кейсового задания. На этом этапе уровень сформированности исследовательских умений учащихся группы и их самостоятельность может быть разной:

1. Группа может получить чёткие инструкции по выполнению, формулируя лишь только выводы.
2. Группа может сама спланировать эксперимент (поставить задачи, цели, вывести гипотезу и распланировать ход исследования), отобрать приборы для его проведения, провести опыт и необходимые измерения, сформулировать выводы.

После этого происходит поочередное представление исследований:

- 1) Сообщается, какая цель была поставлена перед группой;
- 2) рассказывают о том, как было проведено исследование, с помощью каких приборов;
- 3) рассказывают о полученных результатах;
- 4) делаются выводы о проверке основного закона вращения твердого тела.

В итоге учащиеся приходят к выводам, что прибор, с помощью которого можно проверить основной закон вращения твердого тела, - это крестообразный маятник, что из основного закона следует, что угловое ускорение твердого тела относительно неподвижной оси вращения прямо пропорционально суммарному вращающему моменту сил и обратно пропорционально моменту инерции твердого тела относительно оси вращения.

В конце урока обязательно проводится рефлексия – учащиеся формулируют для себя, что они узнали, чему научились, на какие вопросы смогли ответить на какие не смогли.

Подобный подход можно использовать и при изучении других понятий и закономерностей. Это дает возможность построить процесс изучения физических явлений и формирования понятий в соответствии с методом

научного познания: от наблюдений, анализа наблюдаемых фактов, высказывания гипотезы к планированию и проведению специально поставленных опытов, установления закономерностей, формулировке выводов и законов. Систематическое формирование исследовательской деятельности на уроках физики в значительной степени развивает мышление ученика и такие предметные умения, как:

- вести наблюдение;
- планировать исследование;
- производить измерения и подсчеты;
- представлять результаты исследования в различных знаковых системах: с помощью таблиц, графиков, схем, формул.

- пользоваться специфическим языком данной науки;
- работать в команде;
- навыки публичного выступления.

Кроме эксперимента на уроке, учащиеся могут выполнять домашний физический эксперимент. Сначала домашний физический эксперимент должен сопровождаться чёткими инструкциями.

Также важно, чтобы была чёткая организация системы домашних экспериментальных работ. Начиная с организационных моментов, ознакомление с основными видами домашней экспериментальной работы, выполнение измерений и изготовления простейших приборов, переходя к заданиям с точным предписанием учителя, необходимо постепенно увеличивать долю самостоятельности при планировании и проведении эксперимента.

Систематическая, последовательная работа в классе и дома создает предпосылки для формирования как обобщенных знаний и умений, так и непосредственно умение вести самостоятельно исследование в соответствии с логикой научного познания.

Нами была составлена *система исследовательских работ по теме «Кинематика и динамика вращательного движения»*:

□ *Выполнение лабораторных работ:*

- 1) Л/р.: «Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести».
- 2) Л/р.: «Определение момента инерции тела и проверка теоремы Штейнера методом крутильных колебаний».
- 3) Л/р.: «Проверка основного закона вращения твёрдого тела на крестообразном маятнике».

□ *Решение ситуационных задач и практико-ориентированных задач*

1. на движение точки по окружности;
2. на кинематику вращательного движения материальной точки тела;
3. на момент инерции твёрдого тела и теорему Штейнера;
4. на нахождение кинетической энергии вращающегося тела;

□ *Выполнение проектов:*

1. Изготовление и исследование параметров маятника Максвелла»;
2. Изготовление и исследование параметров крутильного маятника.

Последовательная реализация этой системы позволит внести вклад в формирование исследовательских умений у учащихся физико-математических классов, причем на достаточно сложном для изучения материале.

2.4. Результаты опытно-экспериментальной работы

Педагогический эксперимент проходил в течение месяца, в школе №10 г.Лабинска, п.Прохладного, участвовали ученики 9 и 10 классов, количество учащихся 47 человек.

Главной целью педагогического эксперимента была проверка *гипотезы*: процесс формирования исследовательских умений у учащихся при изучении раздела «Механика» (на примере темы «Кинематика и динамика вращательного движения») будет эффективен, если сформулировать требования и принципы организации исследовательской деятельности учащихся в обучении физике в

физико-математическом классе, разработать систему исследовательских работ к теме и методические рекомендации по ее реализации.

Опытно-экспериментальная работа проводилась в три этапа (таблица 2.3.).

Таблица 2.3. Этапы опытно-экспериментальной работы.

Этапы опытно-экспериментальной работы	Проведенная работа на этапах
1 этап - констатирующем этап	Входной контроль: анкетирование и экспериментально исследовательское задание.
2 этап – поисковой этап	- Сформулированы требования и разработаны материалы к экспериментальному обучению.
3 этап – формирующий этап	- Объяснение нового материала; -Выполнение лабораторных работ; - Выполнение домашнего исследования; - контроль на выходе.

На констатирующем этапе был проведен входной контроль, т.е. учащимся была предложена анкета на понимание сущности исследовательской деятельности и экспериментальное исследовательское задание по динамике по пройденной им теме («Зависимость ускорения шарика от угла наклона желоба»).

Анкета на понимание сущности исследовательской деятельности

1. *Какие формы научно - исследовательской работы вы знаете?*
 - A. Написание статей;
 - B. Выполнение лабораторной работы;
 - C. Выполнение проектов;
 - D. Решение практико-ориентированных задач;
 - E. Другие варианты (указать).
2. *Как часто вы занимаетесь исследовательской деятельностью?*

A. Очень часто;

B. Редко;

C. Никогда.

D. Не занимаюсь, но хотел бы принимать участие в исследовательской деятельности.

3. Назовите основные этапы исследовательской работы?

4. Объясните, что такое «цель исследования»?

5. Объясните, что такое «задачи исследования»?

6. Объясните, что такое «гипотеза исследования»?

7. Выполните экспериментальное задание по теме «Зависимость ускорения шарика от угла наклона желоба»:

1. Запишите цель и задачи исследования:

2. Укажите гипотезу исследования:

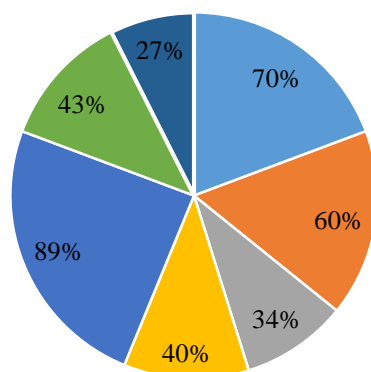
3. Запишите этапы исследования:

4. Написать какое оборудование нам понадобится для выполнения данного исследования:

Результаты анкетирования представлены на диаграмме 2.1. Они показали, что: 70 % учеников знают, что такое исследование; 60 % учеников знают, что такое гипотеза; 34 % утверждают, что часто занимаются учебно-исследовательской деятельностью на уроках в школе; 40 % затрудняются перечислить основные этапы исследования; 89 % ребят хотели бы чаще принимать участие в исследованиях. С заданием успешно справилось 43% учащихся, но только 27% смогли назвать этапы исследования.

Это означает, что большинство учащихся имеют представления об исследовательской деятельности, но затрудняются пока самостоятельно планировать и выполнять исследование.

Диаграмма 2.1: Результаты анкетирования



- Знают что такое исследования
- Знают что такое гипотеза
- Часто занимаются учебно-исследовательской деятельностью
- Затрудняются перечислить этапы исследования
- Хотели бы чаще принимать участие в исследованиях
- Справились с заданиями
- Назвали этапы исследования

На поисковом этапе были сформулированы требования и разработаны материалы к экспериментальному обучению. На уроках обсуждается необходимый теоретический материал, один из конспектов урока представлен в приложении 2, по теме «Центр масс». На формирующем этапе при изучении динамики вращательного движения проведены 1 лабораторная работа, выполнены 2 домашних экспериментальных исследования, представлены и обсуждены их результаты.

Лабораторная работы на тему «Проверка основного закона вращения твёрдого тела на крестообразном маятнике»

Сформулируйте цель исследования:

Сформулируйте задачи исследования:

Сформулируйте гипотезу исследования:

Необходимое оборудование:

Краткая теория

Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела:

$$M = \varepsilon I \quad \text{где,}$$

M - момент силы; (это векторная физическая величина, равная произведению радиус- вектора (проведенного от оси вращения к точке приложенной силы) на вектор этой оси)

I - момент инерции тела относительно оси вращения; (тела относительно оси вращения равен сумме моментов инерции материальных точек , из которых состоит это тело)

ε - угловое ускорение (прямо пропорционально суммарному вращательному моменту сил и обратно пропорционально моменту инерции твердого тела относительно оси вращения).

Теорема Гюйгенса-Штейнера – момент инерции тела относительно произвольной оси равен сумме моментов инерции этого тела относительно параллельной ей оси, проходящей через центр масс тела, и произведения массы тела на квадрат расстояния между осями.

$$I = I_c + ma^2$$

Схема установки:

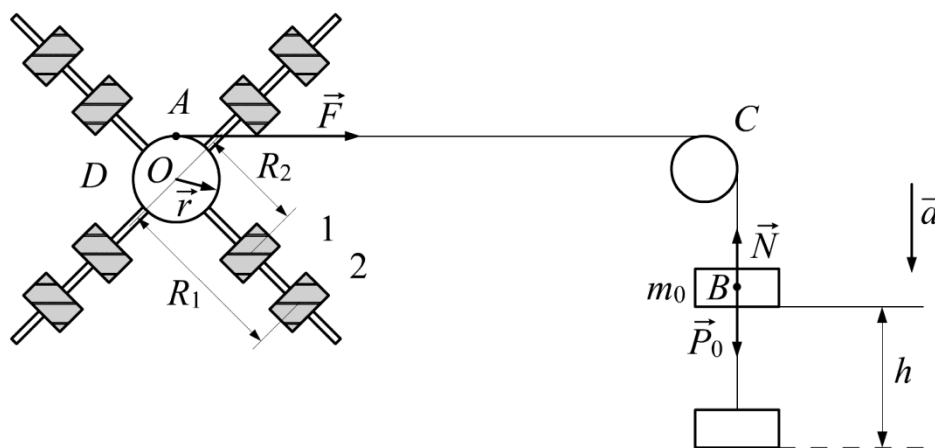


Рис.1. «Маятник Обербека».

Из рисунка видно, что:

A - точка приложения силы к валику со стороны нити;

a - ускорение падающего груза;

r - радиус валика;

C - общая ось с маховиком;

H - высота падения груза;

R_1 - первое расстояние груза от оси вращения маятника;

R_2 - второе расстояние груза от оси вращения маятника;

F - сила натяжения нити;

N - реакция нити приложенная к грузу;

m_0 - масса груза;

P_0 - проекция на направление движения груза по второму закону Ньютона.

Вспомогательные формулы:

$$\varepsilon_1 : \varepsilon_2 = M_1 : M_2 \text{ (при } I_0 = \text{const)}$$

1. Момент силы:

$$M_1 = m_0(g - a_1) r$$

$$M_2 = (m_0 + m_1)(g - a_2) r$$

2. Угловое ускорение:

$$\square_1 = \frac{a_1}{r}; \quad \square_2 = \frac{a_2}{r}$$

3. Момент инерции:

$$\varepsilon'_1 : \varepsilon'_2 = I_2 : I_1 \text{ (при } M = \text{const)}$$

$$I_1 = I_0 + I'_1, \quad I_2 = I_0 + I'_2,$$

$$\square_1 = \frac{a'_1}{r}; \quad \square_2 = \frac{a'_2}{r}; \quad a'_1 = \frac{2h}{t_1^2}$$

Порядок выполнения

Часть I:

1. Сняв со стержня грузы m ? Подвешивают на нить груз m_0 и наматывают ее на валик D, нить перекидывают через неподвижный блок C.

2. Заметив положение груза m_0 (например, от кромки консоли или стола), включают секундомер в момент начала падения m_0 и выключают в момент достижения грузом пола. Определяют время падения груза t_1 .

3. Добавляют груз m_1 к m_0 и повторяют измерения, указанные в предыдущем пункте. Определяют время t_2 падения груза ($m_0 + m_1$).

4. Измеряют рулеткой расстояние h , от кромки консоли (или стола) до пола.

5. Измеряют штангенциркулем диаметр d валика, на который была намотана нить, и вычисляют радиус валика $r = d/2$.

6. Взвешивают на технических весах грузы m_0 и m_1 .

7. Все измерения повторяют 3 раза и данные измерений записывают в таблицу 1.

8. По формулам $a = \frac{2h}{t^2}$ и $\varepsilon = \frac{a}{r}$ определяют ускорения a_1 и a_2 , угловое ускорение \square_1 и \square_2 .

Таблица 1

№	t_1 (с)	t_2 (с)	h (м)	m_0 (кг)	m_1 (кг)	d (м)	r (м)
1							
2							
3							
Ср. зн.							

По формуле $M_1 = m_0(g - a_1)r$ определяют моменты силы M_1 , а по формуле $M_2 = (m_0 - m_1)(g - a_2)r$ – определяют момент силы M_2 и записывают в таблицу.

Таблица 2

a_1 м\с ²	a_2 м\с ²	\square_1 с ⁻²	\square_2 с ⁻²	M_1 Нм	M_2 Нм

9. Находят отношения $\square_1 : \square_2$ и $M_1 : M_2$ и убеждаются, что они приблизительно равны.

II часть

1. Повторить измерения с одним, двумя и тремя грузами, наматывая нить на второй шкив.

2. Построить график зависимости $\varepsilon = f(M)$ при $I = \text{const}$.
3. Определить, пользуясь графиком, момент инерции маятника I.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сформулировать основной закон динамики вращательного движения.
2. Дать определения «момент силы», «момент инерции», «момент импульса тела».
3. Дать определение понятиям «угловая скорость» и «угловое ускорение».
4. Записать формулу для расчета углового ускорения ε маятника Обербека.
5. Вывести формулу для расчета вращающего момента M.
6. Изменится ли момент инерции маятника Обербека, если грузы передвинуть ближе к оси вращения, дальше от оси вращения?
7. Влияет ли момент инерции на величину углового ускорения вращающегося тела?

8. Домашнее задание: Выполнить проект по темам:

1. Изготовление и исследование параметров маятника Максвелла»; (Расписать ход исследования. Изготовить устройство. Указать источники. Представить результаты в виде презентации).

С домашним заданием справилось большинство учащихся, работа вызвала большой интерес и много эмоций у учащихся. Было предложено несколько моделей маятника Максвелла. Например, некоторые из учащихся изготовили маятник Максвелла из диска и пластиковой трубки (рис.2.2), а некоторые из вентиля и железного стержня (рис.2.3) или велосипедного колеса и трубы.

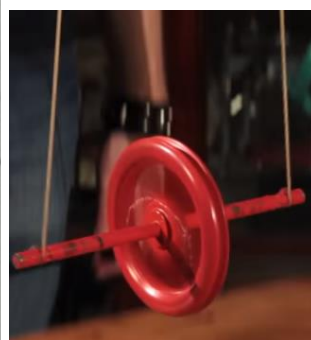
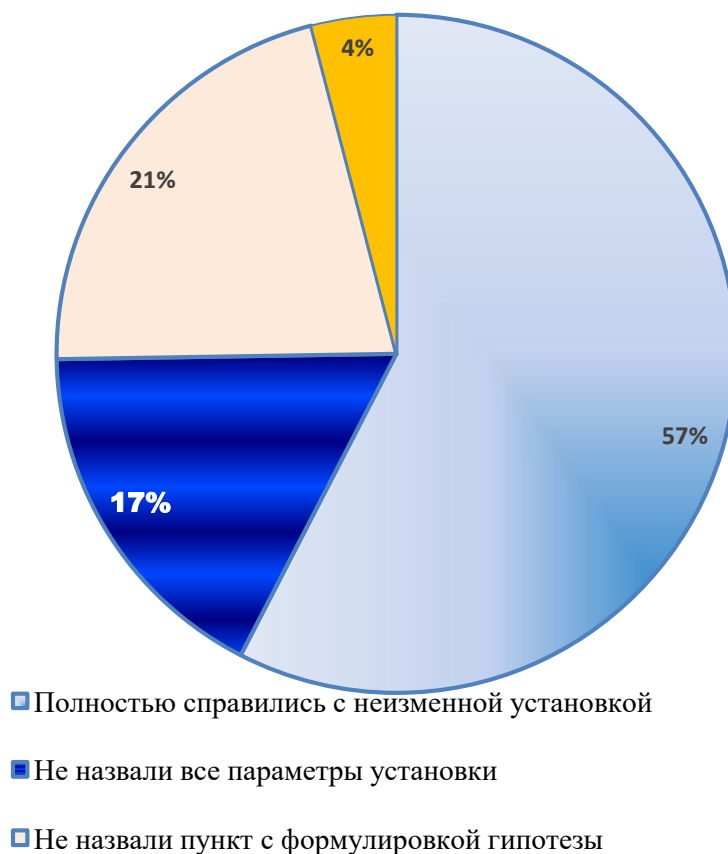


Рис.2.2. Маятник Максвелла 1 Рис.2.3. Маятника Максвелла 2

На выходе учащимся еще раз предлагалось написать алгоритм (этапы) экспериментального исследования по теме «Определение момента инерции тела». Исследование базировалось на изученных знаниях, информацию о маятниках учащиеся искали сами. Полнота алгоритма, а также использованные источники, позволяли судить о степени владения исследовательскими умениями.

С этим полностью справились 61% учащихся, причем 4 % предложили установку с изменяемыми параметрами, 17% не назвали в описании все параметры установки, 21% - не назвали гипотезу. Результаты представлены на диаграмме 2.2. Поскольку учащиеся общались между собой (задание было рассчитано на неделю) и все имели доступ в Интернет, то у большинства модель строилась на использовании лазерных дисков.

Диаграмма 2.2. Алгоритм (этапы) экспериментального исследования



Результаты показывают, если сформировать требования и принципы организации исследовательской деятельности учащихся в обучении физике в физико-математическом классе, и использовать исследовательскую деятельность учащихся на уроках при изучении новых тем, при выполнении лабораторных работ, при выполнении домашних исследований, способствует формированию исследовательских умений у учащихся. Задачи реализованы цели достигнута, гипотеза подтверждена.

В целом необходимые частные умения для проведения исследования получили развитие, что свидетельствует о положительном влиянии наших разработок.

Выводы по главе 2

1. Исследовательские умения – это система интеллектуальных и практических умений учебного труда, способов проведения самостоятельных наблюдений и опытов, приобретаемых в процессе решения исследовательских задач. В их состав входят действия – частные умения, структура представлена тремя компонентами – мотивационным, содержательным, операционным, последний и представлен частными умениями.
2. К особенностям формирования исследовательских умений при выполнении физического эксперименте можно отнести:
 - обязательность планирования исследовательской деятельности разного рода;
 - подбор тематики исследований должен основываться на их значимости для понимания основного материала курса, вызывать затруднения при решении; преимущественно исследовательский характер лабораторных работ;
 - экспериментальные исследования должны дополняться теоретическими, обеспечивая развитие разных сторон мышления, разных УУД;
 - целесообразно проведение межпредметных исследований (физика и химия, физика и биология и др.);
3. В работе рассмотрены особенности формирования исследовательских умений при проведении физического эксперимента в разных формах в классах физико-математического профиля, выделены этапы этого процесса.
4. Процесс формирования исследовательских умений обеспечивает система исследовательских работ по теме «Кинематика и динамика вращательного движения», включающая исследовательские

лабораторные работы, ситуационные и практико-ориентированные задачи, исследовательские проекты, исследовательские задания на дом.

Заключение

Исследовательская деятельность помогает формировать творческую личность, целеустремлённость школьников стимулирует активность. Таким образом, исследовательская деятельность помогает решению главных задач современной школы – раскрытию способностей каждого ученика, воспитанию личности, готовой к жизни в высокотехнологичном, современном мире.

Исследовательская работа с учащимися дает следующие положительные результаты:

- усвоение алгоритма научного исследования способствует формированию научного мировоззрения учащихся;
- значительно расширяется кругозор и интерес учащихся;
- вооружает учащихся универсальными способами учебной деятельности, дает импульс к саморазвитию, способности к самоанализу, самоорганизации, самоконтролю и самооценке;
- формирует социальный опыт в труде и общении;
- формирует умения и навыки, необходимые для успешной учебы в ВУЗе и научной карьеры;
- дает возможность и ученику, и учителю построить процесс обучения совершенно по-другому, изменить как роль ученика, так и роль учителя, позволяет взглянуть и оценить полученные знания под другим углом зрения;
- способствует профессиональному росту учителей, расширяя знания, как в области своего предмета, так и в педагогической науке, дает возможность лучше узнать учеников, раскрыть их потенциал, а также расширяет контакты на профессиональной основе с коллегами из других учебных заведений, преподавателями институтов, родителями учащихся.

Формирование исследовательской компетентности учащихся создает в школе условия, стимулирующие учебный процесс, способствует углублению и расширению сферы познавательной деятельности учащихся. Сегодня

необходимо предоставить каждому учащемуся сферу деятельности, необходимую для реализации интеллектуальных и творческих способностей, формирования потребности в непрерывном самообразовании, активной гражданской позиции, способности к социальной адаптации и творческому самовыражению, так как в современных условиях от человека требуются именно способности самому решать свои проблемы, найти выход из трудной ситуации, проявлять инициативу и творчество для достижения успешной карьеры и самореализации.

Список источников

1. Акулова О.В. Современная школа: опыт модернизации. СПб. : Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2005. 290 с.
2. Андреевская Е.Г. Методические рекомендации по курсу “Исследовательская и проектная деятельность школьников”. М.: Издательский дом Паганель, 2013. 46 с.
3. Бушок Г.Ф., Венгер Е.Ф. Методика преподавания физики в высшей школе. Киев: «Наукова Думка», 2000.
4. Войтенкова Л.Г. Исследовательская деятельность на уроках физики»/
http://neretinaiv.my1.ru/publ/issledovatelskaja_dejatelnost_na_urokakh_fiziki/1-1-0-15
5. Гилядов С.Р. Управление развитием универсальных учебных действий в исследовательской деятельности школьников // Педагогическое образование и наука. 2013. №2. С.134-140.
6. Деева Е.П., Лебедева О.В. Физический практикум в физико-математическом лицее в условиях введения ФГОС // Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2015. №4 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskiy-praktikum-v-fiziko-matematicheskom-litsee-v-usloviyah-vvedeniya-fgos> (дата обращения: 20.12.2019).
7. Демидова М.Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года по физике /
http://fipi.ru/sites/default/files/document/1569398246/fizika_2019.pdf
8. Ермакова Т.И. Теория вращательного движения в курсе физики профильных классов. Автореф. дис... канд. пед. наук. Рязань, 2005. 21 с.
9. Зайченко О.М. Формирование у учащихся представлений о процессе научного познания: Методические рекомендации. Великий Новгород: НовГу им.Ярослава Мудрого, 2000.

10. Зимняя И.А., Шашенкова Е.А. Исследовательская работа как специфический вид человеческой деятельности. М: Академия, 2011. С.33.
11. Каменецкий С.В. и др. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы. Учеб.пособие для студ. пед. вузов.. М.: Издательский центр «Академия», 2000.
12. Каменецкий С.В. и др. Теория и методика обучения физике в школе. Частные вопросы. Учеб.пособие для студ. пед. вузов.. М.: Издательский центр «Академия», 2000.
13. Майер В.В. Элементы учебной физики как основа организации процесса научного познания в современной системе физического образования. М., 2000. 44 с.
14. Масленникова А.В. Основы исследовательской деятельности учащихся // Журнал «Исследовательская деятельность». 2006. № 1. С.12-16.
15. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика: учеб. для 10кл. общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни. М.: Просвещение, 2017. 366 с.
16. Мякишев Г.Я., Синякова А.З. Физика. 10 класс. Механика. 12-е изд., стереотип. М.: Дрофа. 2010.
17. Мякишев Г.Я. Физика: Механика. 10 кл.: Учеб, для углубленного изучения физики; 5-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2014.
18. Новожилова М.М. Формирование культуры исследовательской деятельности старшеклассников в условиях профильного обучения / Под науч. ред. С.Г. Воровщикова. М.: МПГУ, 2009.
19. Орехов В.П., Усова А.В. Методика преподавания физики в 8-10 классах. М.: Просвещение, 1980.
20. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. М.:ВЛАДОС, 2001.
21. Пурышева Н.С., Доценко К.П. Формирование экспериментальных умений школьников Сингапура при обучении физике // Наука и школа. №2. 2017. С.46-52.

22. Рабочие программы. Физика. 10-11 классы. Профильный уровень: уч.-методич. пособ. / сост. В.Г.Власова. М.: Дрофа, 2014. 157с.
23. Ремизова И.А. Развитие креативного мышления с использованием обучающих структур сингапурского метода обучения//Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. т.16. С.153-159.
24. Румбешта Е.А. Исследовательская деятельность учащихся в процессе изучения физики: анализ практики и перспективы // Вестник ТГПУ. 2013. №5. С.206-211.
25. Салецкий А.М., Слепков А.И. Динамика твердого тела. Лабораторный практикум. М.: изд-во физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, 1997.
26. Сауров Ю.А. Физика. Поурочные разработки. 10 класс. М.: Просвещение, 2015.
27. Сафаров Н.Ю. Методика изучения вращательного движения твердого тела с использованием аналогии // Молодой ученый. №9. 2009. С.161-167.
28. Соколов И. И. Методика преподавания физики. М., 1959.
29. Степанов С.В. Лабораторный практикум для классов с углубленным изучением физики. 10 класс. Учебное пособие. М.: Дрофа, 2018.
30. Степанова М.В. Учебно-исследовательская деятельность школьников в профильном обучении. Санкт-Петербург: "Каро", 2009.
31. Стрелков С.П. Механика. М.: Наука, 1975.
32. Тотибадзе С.С. Методика преподавания кинематики и динамики вращательного движения в курсе физики средней школы: Автореф. дис... канд. пед. наук. Тбилиси, 1961. 26 с.
33. Физика. Учеб. для 10 кл. шк. и кл. с углубл. изуч. физики/О.Ф.Кабардин, В.А.Орлов, Э.Е.Эвенчик и др.; Под ред. А.А.Пинского. М.: Просвещение, 1997.
34. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. М.: Просвещение, 2011.

35. Федяинова Н.В. Проектная деятельность с использованием ИКТ (ФГОС). Волгоград: Издательство «Учитель», 2012.
36. Феськова Е.В. Становление исследовательской компетентности в дополнительном образовании и профильном обучении: Дисс... канд. пед. наук: 13.00.01. Красноярск, 2005.
37. Чижов Г.А., Ханнанов Н.К. Учебник для классов с углубленным изучением по физике. 10 класс. М.: Дрофа, 2010.
38. Шутов В.П., Сухов В.Г., Подлесный Д. В. Эксперимент в физике. Физический практикум. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 184 с.
39. Щукина Г.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе. М.: Просвещение, 1979.
40. Arons A.B. A guide to introductory physics teaching. New York: Wiley.1990.
41. Chew C., Siew F.C., Tiong Ho B. Physics. GCE 'O' Level. 4th Edition. Singapore: Marshall Cavendish Education, 2014.
42. https://kf-info.urfu.ru/fileadmin/user_upload/site_62_6389/pdf/9.pdf
43. Зарубина А.С.Формирование у учащихся исследовательских умений в рамках изучения раздела «Механика» / Проблемы современного физического образования – работаем по ФГОС: школа и вуз: Научные труды VII Всероссийской научно-практической конференции. АРМАВИР, ноябрь, 2017 год / под ред. Е.А. Дьяковой. Ч.2. Армавир: РИО АГПУ, 2018. С 36-38.
44. Зарубина А.С. Особенности формирования экспериментальных исследовательских умений при проведении домашнего физического эксперимента /Современный урок: проблемы разработки и реализации: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Армавир, 6-7 ноября 2019 г.) / науч. ред. Е.А.Дьякова. Армавир: Armstyling, 2019. С.83-87.

Тематическое планирование раздела «Механика»

№№	Тема урока	Количество часов
1.	Введение	1
	Кинематика –13 ч.	13 ч
1.	Виды механического движения и способы его описания.	1
2.	Решение задач.	1
3.	Равномерное прямолинейное движение и его описание.	1
4.	Относительность движения.	1
5.	Мгновенная скорость. Ускорение.	1
6.	Движение с постоянным ускорением.	1
7.	Решение задач.	1
8.	Свободное падение и его описание.	1
9.	Равномерное движение точки по окружности.	1
10.	Решение задач.	1
11.	Поступательное и вращательное движение твердого тела.	1
12.	Решение задач.	1
13.	Контрольная работа.	1
	Динамика- 10ч.	10 ч.
1.	Тела и их взаимодействия. Явления инерции.	1
2.	Масса-характеристика инертности тела.	1
3.	Сила-характеристика действия.	1
4.	Инерциальные системы отчета (ИСО). Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея.	1
5.	Второй закон Ньютона.	1
6.	Принцип суперпозиции сил. Решение задач.	1
7.	Третий закон Ньютона – закон взаимодействия.	1
8.	Решение задач.	1
9.	Геоцентрическая система отсчета. Принцип относительности Галилея.	1
10.	Самостоятельная работа.	1
	Статика – 10ч.	10ч
1.	Виды взаимодействий и виды сил. Сила упругости. Закон Гука.	1
2.	Л/р.: «Измерение жёсткости пружины»	1
3.	Решение задач.	1
4.	Закон всемирного тяготения.	1

5.	Сила тяжести. Вес тела. Невесомость.	1
6.	Сила тяжести на других планетах. Решение задач.	1
7.	Первая космическая скорость.	1
8.	Сила трения.	1
9.	Л/р.: «Измерение коэффициента трения скольжения».	1
10.	Обобщение. Контроль знаний.	1
	Применение законов динамики. (Практикуму по решению задач)- 7ч.	8ч.
1.	Движение тел под действием силы упругости.	1
2.	Движение тел у поверхности Земли	1
3.	Решение задач.	1
4.	Л/р.: «Изучение движения тела, брошенного горизонтально».	1
5.	Движение тела под действием нескольких сил.	1
6.	Л/р.: «Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести».	1
7.	Решение задач.	1
8.	Контрольная работа.	1
	Динамика вращательного движения твердого тела- 12ч.	12ч.
1.	Виды движения твердого тела. Особенности вращательного движения твердого тела.	1
2.	Теорема о центре масс. Момент силы. Момент инерции материальной точки относительно неподвижной оси вращения.	1
3.	Момент инерции твердого тела.	1
4.	Л/р.: «Определение момента инерции тела и проверка теоремы Штейнера методом крутильных колебаний».	1
5.	Решение задач на момент инерции твердого тела и теорему Штейнера.	1
6.	Второй закон Ньютона для вращательного движения.	1
7.	Момент импульса твердого тела.	1
8.	Основное уравнение динамики вращательного движения.	1
9.	Кинетическая энергия вращающегося тела.	1
10.	Решение задач на нахождение кинетической энергии вращающегося тела.	1
11.	Работа внешних сил при вращении твердого	1

	тела.	
12.	Контрольная работа по теме.	1
	Законы сохранения - 16ч.	16ч.
1.	Движение материальной точки. Импульс.	1
2.	Закон сохранения импульса.	1
4.	Решение задач.	1
5.	Реактивное движение и его использование в освоении космического пространства.	1
6.	Самостоятельная работа.	1
7.	Механическая работа. Мощность.	1
8.	Энергия как характеристика состояния системы. Кинетическая энергия.	1
9.	Решение задач.	1
10.	Работа силы тяжести. Решение задач.	1
11.	Работа силы упругости. Решение задач.	1
12.	Потенциальная энергия. Решение задач.	1
13.	Закон сохранения энергии в механике.	1
14.	Л/р.: «Изучение закона сохранения механической энергии».	1
15.	Решение задач.	1
16.	Контрольная работа.	1
	Механические колебания и волны – 10ч.	10ч.
1.	Механические колебания. Гармонические колебания.	1
2.	Свободные колебания. Пружинный маятник.	1
3.	Свободные колебания. Математический маятник.	1
4.	Преобразования энергии при свободных механических колебаниях.	1
5.	Вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания.	1
6.	Самостоятельная работа	1
7.	Волны. Механические волны.	1
8.	Звук.	1
9.	Эффект Доплера.	1
10.	Контрольная работа	1

Урок по теме: «Центр масс» (для 10 физико-математического класса).

Цель: Познакомить учащихся с понятием «центр масс» и его свойствами.

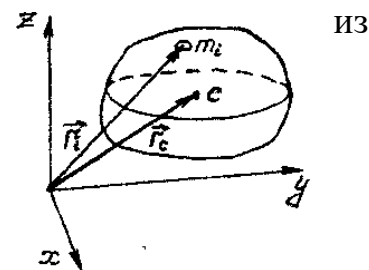
Оборудование: фигуры из картона или фанеры, «неваляшка», перочинный нож, карандаши.

Ход урока.

I. Повторение. Фронтальный опрос основных понятий: плечо силы, момент силы, условие равновесия, виды равновесия.

II. Объяснение нового материала

Пусть дано тело или система тел. Мысленно разобьем тело на сколь угодно малые части с массами $m_1, m_2, m_3 \dots$. Каждую из этих частей можно рассматривать как материальную точку. Положение в пространстве i -ой материальной точки с массой m_i определяется радиус-вектор r_i . Масса тела есть сумма масс отдельных его частей:



$$\sum_{i=1}^n m_i.$$

Центр масс тела - это точка тела, движущаяся как будто на нее действуют только внешние силы, и ее расположение зависит от того, как распределена масса внутри тела.

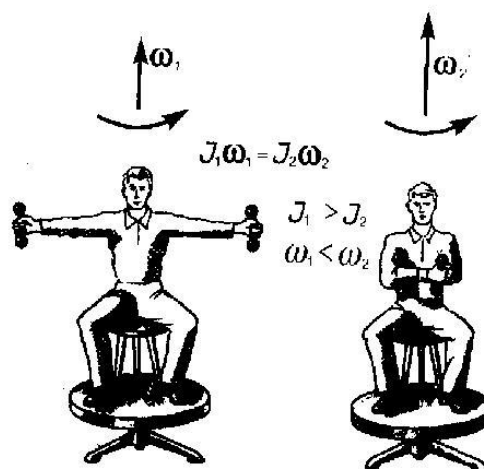
Формула центра масс твердого тела имеет вид:

$$r_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i r_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \text{ где -}$$

$\sum_{i=1}^n m_i$ - суммарная масса системы;

r_i - радиус-вектор i -ой материальной точки тела.

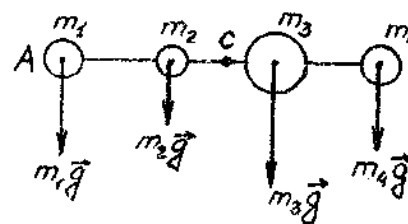
Можно показать, что положение центра масс относительно тела не зависит от выбора начала координат O , т.е. данное выше определение центра масс однозначно и корректно.



Центр масс однородных симметричных тел расположен в их геометрическом центре или на оси симметрии, центр масс у плоского тела в виде произвольного треугольника находится на пересечении его медиан.

Решение задачи у доски.

ЗАДАЧА 1. На легком стержне (рис. 1.2) закреплены однородные шары массами $m_1 = 3$ кг, $m_2 = 2$ кг, $m_3 = 6$ кг, и $m_4 = 3$ кг. Расстояние между центрами любых ближайших шаров $a = 10$ см. Найти положение центра тяжести и центра масс конструкции.



РЕШЕНИЕ. Положение центра тяжести относительно шаров центра тяжести конструкции не зависит от ориентации стержня в пространстве. Для решения задачи удобно расположить стержень горизонтально. Пусть центр тяжести находится на стержне на расстоянии L от центра левого шара, т.е. от т. А. В центре тяжести приложена равнодействующая всех сил тяжести и ее момент относительно оси А равен сумме моментов сил тяжести шаров.

$$\text{Имеем } \tau = (m_1 + m_2 + m_3 + m_4) g,$$

$$R L = m_2 g a + m_3 g 2 a + m_4 g 3 a.$$

$$\text{Отсюда } L = a (m_1 + 2m_3 + 3m_4) / (m_1 + m_2 + m_3 + m_4) \approx 16,4 \text{ см}$$

ОТВЕТ. Центр тяжести совпадает с центром масс и находится, в точке С на расстоянии $L = 16,4$ см от центра левого шара.

Оказывается, что у центра масс тела (или системы тел) есть ряд замечательных свойств. В динамике показывается, что импульс произвольно движущегося тела равен произведению массы тела на скорость его центра масс и что центр масс движется так, как если бы все внешние силы, действующие на тело, были приложены в центре масс, а масса всего тела была сосредоточена в нем.

Центром тяжести тела, находящегося в поле тяготения Земли, называют точку приложения равнодействующей всех сил тяжести, действующих

на все части тела. Эта равнодействующая называется силой тяжести, действующей на тело. Сила тяжести, приложенная в центре тяжести тела, оказывает на тело такое же воздействие, как и нее силы тяжести, действующие на отдельные части тела.

Положение центра тяжести относительно тела зависит только от формы тела и распределения массы в теле и не зависит от положения тела в однородном поле тяжести. Центр тяжести не обязательно находится в самом теле. Например, у обруча в однородном поле тяжести центр тяжести лежит в его геометрическом центре.

В однородном поле тяжести центр тяжести тела совпадает с его центром масс.

Центр масс тела существует независимо от наличия поля тяжести, а о центре тяжести можно говорить только при наличии силы тяжести.

Местоположение центра тяжести тела, а значит и центра масс, удобно находить, учитывая симметричность тела и используя понятие момента силы.

Вспоминая условия равновесия, мы выяснили, что если плечо силы равно нулю, то момент силы равен нулю и такая сила не вызывает вращательного движения тела.

Следовательно, если линия действия силы проходит через центр масс, то оно движется поступательно.

Таким образом, можно определить центр масс любой плоской фигуры. Для этого надо закрепить ее в одной точке, дав ей возможность свободно поворачиваться. Она установится так, чтобы сила тяжести, поворачивающая ее, проходила через центр масс. В точке закрепления фигуры подвесим нить с грузом (гайкой), проведем линию вдоль подвеса (т.е. линию действия силы тяжести). Повторим действия, закрепив фигуру в другой точке. Пересечение линий действия сил тяжести – центр масс тела

Экспериментальное задание: определить центр тяжести плоской фигуры (по приготовленным ранее учащимися фигурам из картона или фанеры).

Инструкция: закрепляем фигурку на штативе. Подвешиваем за один из углов фигуры отвес. Проводим линию действия силы тяжести. Поворачиваем фигуру, повторяем действие. Центр масс лежит в точке пересечения линий действия силы тяжести.

Быстро справившись с заданием учащимся можно дать дополнительное задание: прикрепить к фигуре груз (металлический болт) и определить новое положение центра масс. Сделать вывод.

Изучение замечательных свойств «центров», которому более двух тысячелетий, оказалось полезным не только для механики - например, при конструировании транспортных средств и военной техники, расчете устойчивости сооружений или для вывода уравнений движения реактивных аппаратов. Вряд ли Архимед мог даже помыслить о том, что понятие центра масс окажется весьма удобным для исследований в ядерной физике или в физике элементарных частиц.

Сообщения учащихся:

В своем труде «О равновесии плоских тел» Архимед употреблял понятие центра тяжести, фактически не определяя его. Видимо, оно впервые было введено неизвестным предшественником Архимеда или же им самим, но в более ранней, не дошедшей до нас работе.

Должно было пройти долгих семнадцать столетий, прежде чем наука прибавила к исследованиям Архимеда о центрах тяжести новые результаты. Это произошло, когда Леонардо да Винчи сумел найти центр тяжести тетраэдра . Он же, размышляя об устойчивости итальянских наклонных башен, в том числе - Пизанской, пришел к «теореме об опорном многоугольнике».

Выясненные еще Архимедом условия равновесия плавающих тел впоследствии пришлось переоткрывать. Занимался этим в конце XVI века : голландский ученый Симон Стевин, применявший, наряду с понятием центра тяжести, и понятие «центр давления» - точку приложения силы давления окружающей тело воды.

Принцип Торричелли (а его имя носят и формулы для расчета центра масс), оказывается, был предвосхищен его учителем Галилеем. В свою очередь, этот принцип лег в основу классического труда Гюйгенса о маятниковых часах, а также был использован в знаменитых гидростатических исследованиях Паскаля.

Метод, позволивший Эйлеру изучать движение твердого тела под действием любых сил, состоял в разложении этого движения на перемещение центра масс тела и вращение вокруг проходящих через него осей.

Для сохранения в неизменном положении предметов при движении их опоры уже несколько столетий применяется так называемый карданов подвес - устройство, в котором центр тяжести тела располагают ниже осей, вокруг которых оно может вращаться. Примером может служить корабельная керосиновая лампа.

Хотя на Луне сила тяжести в шесть раз меньше, чем на Земле, увеличить там рекорд по прыжкам в высоту удалось бы «всего» лишь в четыре раза. К такому выводу приводят расчеты по изменению высоты центра тяжести тела спортсмена.

Помимо суточного вращения вокруг своей оси и годового обращения вокруг Солнца, Земля принимает участие еще в одном круговом движении. Вместе с Луной она «крутится» вокруг общего центра масс, расположенного примерно в 4700 километрах от центра Земли.

Некоторые искусственные спутники Земли снабжены складной штангой в несколько или даже в десятки метров, утяжеленной на конце (так называемый гравитационный стабилизатор). Дело в том, что спутник вытянутой формы стремится при движении по орбите повернуться вокруг своего центра масс так, чтобы его продольная ось расположилась вертикально. Тогда он, подобно Луне, будет все время обращен к Земле одной стороной.

Наблюдения за движением некоторых видимых звезд свидетельствуют о том, что они входят в двойные системы, в которых происходит вращение «небесных партнеров» вокруг общего центра масс. Одним из невидимых

компаньонов в такой системе может быть нейтронная звезда или, возможно, черная дыра.

Объяснение учителя

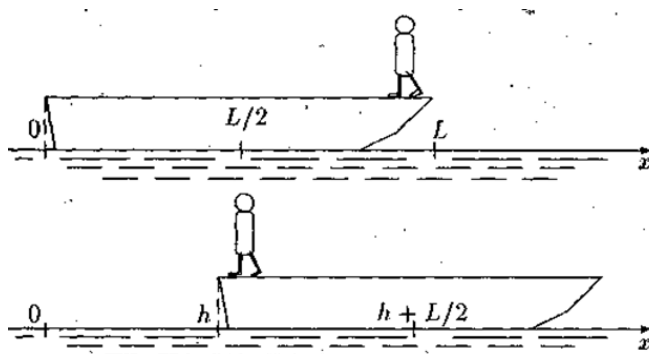
Теорема о центре масс: центр масс тела может изменить свое положение только под действием внешних сил.

Следствие теоремы о центре масс: центр масс замкнутой системы тел остается неподвижным при любых взаимодействиях тел системы.

Решение задачи (у доски)

ЗАДАЧА 2. Лодка стоит неподвижно в стоячей воде. Человек, находящийся в лодке, переходит с носа на корму.

На какое расстояние h сдвинется лодка, если масса человека $m=60$ кг, масса лодки $M=120$ кг, длина лодки $L=3$ м? Сопротивлением воды пренебречь.



Решение. Воспользуемся условием задачи, что начальная скорость центра масс равна нулю (лодка и человек вначале покоились) и сопротивление воды отсутствует (никакие внешние силы в горизонтальном направлении на систему «человек-лодка» не действуют). Следовательно, координата центра масс системы в горизонтальном направлении не изменилась. На рис.3 изображено начальное и конечное положение лодки и человека. Начальная координата

$$x_0 \text{ центра масс } x_0 = (mL + ML/2)/(m+M)$$

$$\text{Конечная координата } x \text{ центра масс } x = (mh + M(h + L/2))/(m+M)$$

$$\text{Приравнявая } x_0 = x, \text{ находим } h = mL/(m+M) = 1 \text{ м}$$

Дополнительно: сборник задач Степановой Г.Н. №393

Объяснение учителя

Вспоминая условия равновесия, мы выяснили, что для тел, имеющих площадь опоры, устойчивое равновесие наблюдается в том случае, когда линия действия силы тяжести проходит через основание.

Следствие: чем больше площадь опоры и ниже центр тяжести, тем устойчивее положение равновесия.

Демонстрация

Поставьте детскую игрушку неваляшку (Ваньку - Встаньку) на шероховатую доску и приподнимите правый край доски. В какую сторону отклонится «голова» игрушки при сохранении ее равновесия?

Объяснение: Центр тяжести C неваляшки находится ниже геометрического центра O шарообразной поверхности «туловища». В положении равновесия точка C и точка касания A игрушки с наклонной плоскостью должны находиться на одной вертикали; следовательно «голова» неваляшки отклонится влево

Как объяснить сохранение равновесия в случае, показанном на рисунке?

Объяснение: Центр тяжести системы карандаш - нож лежит ниже точки опоры

III Закрепление. Фронтальный опрос

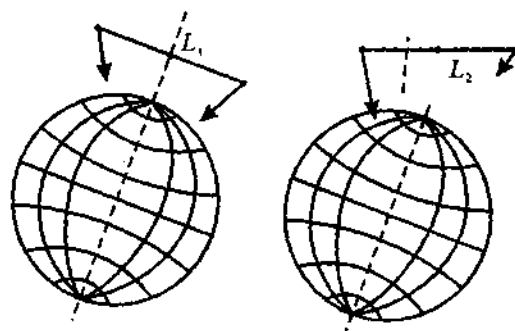
Вопросы и задачи

1. При перемещении тела с экватора на полюс действующая на него сила тяжести меняется. Отражается ли это на положении центра тяжести тела?

Ответ: нет, т.к. относительные изменения силы тяжести всех элементов тела одинаковы.

2. Можно ли найти центр тяжести «гантели», состоящей из двух массивных шариков, соединенных невесомым стержнем, при условии, что длина «гантели» сравнима с диаметром Земли?

Ответ: нет. Условие существования центра тяжести - однородность поля тяготения. В неоднородном гравитационном поле повороты «гантели» вокруг ее центра масс приводят к тому, что линии действия L_1 и L_2 ,



равнодействующих сил тяжести, приложенных к шарикам, не имеют общей точки

3. Почему при резком торможении автомобиля его передняя часть опускается?

Ответ: при торможении на колеса со стороны дороги действует сила трения, создающая вращающий момент вокруг центра масс автомобиля.

4. Где находится центр тяжести бублика?

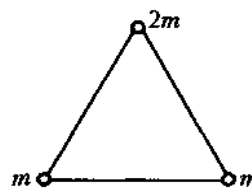
Ответ: в дырке!

5. В цилиндрический стакан понемногу наливают воду. Как будет изменяться положение центра тяжести системы стакан - вода?

Ответ: Центр тяжести системы сначала будет понижаться, а потом - повышаться.

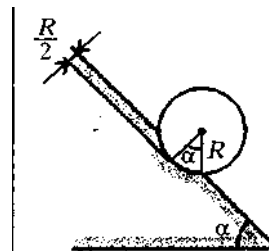
IV Домашнее задание: (выполняется желающими - задачи трудные, решившие их получают "5").

*1. Найдите центр тяжести системы шаров, находящихся в вершинах равностороннего невесомого треугольника, изображенного на рисунке



Ответ: центр тяжести лежит на середине биссектрисы угла, в вершине которого находится шар массой $2m$

*2. Глубина лунки в доске, в которую вставлен шар, в два раза меньше радиуса шара. При каком угле наклона доски к горизонту шар выскочит из лунки?



Ответ: при $\alpha = \pi / 3$