

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.П. АСТАФЬЕВА»

Институт математики, физики и информатики

Выпускающая кафедра теории и методики обучения физике

Игнатова Виктория Викторовна
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

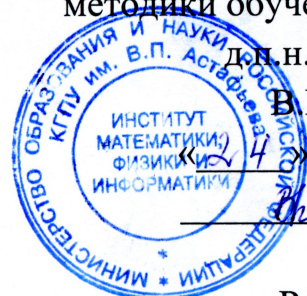
Тема «Методика преподавания элективного курса в инженерно –
техническом классе»

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
Профиль Физика и информатика

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой теории и
методики обучения физике

д.п.н., профессор
В.И. Тесленко
«24» мая 2016



Руководитель
д.п.н., профессор

В.И. Тесленко В.И.

Дата защиты «27» июня 2016

Обучающийся Игнатова В.В.

«27» июня 2016 В.В.

Оценка отлично

Красноярск

2016

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Анализ особенностей организации обучения физике учащихся инженерно - технических классов.....	5
1.1 Особенности профильного обучения физике на современном этапе развития образования	5
1.2 Межпредметные связи механики с математикой	12
1.3 Анализ законов механики в прикладном аспекте.....	20
Выводы по первой главе:.....	23
Глава 2 Особенности содержания элективного курса «Теоретическая механика в школьном курсе физики»	24
2.1 Основные направления в развитии теоретической механики (модуль 1)	24
2.2 Краткая теория движения ракет (модуль 2)	36
2.3 Движение тел с переменной массой (модуль 3)	40
Заключение.....	55
Библиографический список.....	57
Приложение	59

Введение

Физика занимает особое место среди школьных дисциплин. Как учебный предмет она создает у учащихся представление о физических явлениях, законах и показывает практико – ориентированную их направленность, формирует экспериментальные компетенции учащихся.

В школах в процессе обучения физике формируются профильные классы. Профильное обучение – это средство дифференциации и индивидуализации обучения, позволяющее за счет изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса более полно учитывать интересы, склонности и способности учащихся.

Основная идея обновления старшей школы состоит в том, что существенно расширяются возможности выбора каждым учеником индивидуальной образовательной программой. Сама жизнь уже убедительно показала, что мало эффективно, учить «всех всему». Обучение учащихся должно быть организовано с учетом их интересов, склонностей, способностей и дальнейших жизненных планов.

Именно поэтому в настоящее время в условиях социально-экономического развития России остро встает вопрос о профильном обучении учащихся, в так называемых, инженерно – технических классах. Они существуют всего лишь три года, поэтому учителя физики испытывают определенные затруднения в методике обучения учащихся физике в данных классах, так как пока недостаточно разработан методический материал по проблемам преподавания различных дисциплин в инженерно-технических классах, в том числе и физики. Следовательно, тема данной ВКР актуальна и решает выделенную проблему на определенном уровне.

Проблема исследования состоит в разработке элективного курса «Теоретическая механика в школьном курсе физики» для учащихся инженерно – технических классов.

Объект исследования: процесс обучения физике учащихся инженерно – технических классов.

Предмет исследования: процесс обучения физике учащихся инженерно - технических классов на основе элективного курса.

Была сформулирована следующая **гипотеза** исследования: качество обучения физике учащихся инженерно-технических классов можно повысить, если ввести в процесс обучения физике специально разработанные элективные курсы, рассматривающие отдельные вопросы по физике, выходящие за рамки содержания базового учебного курса.

В соответствии с обозначенным объектом и предметом исследования были поставлены следующие **задачи:**

1. *Изучить* состояние исследуемой проблемы в практике школьного обучения физике.
2. *Провести* теоретический анализ проблемы исследования в контексте межпредметных связей физики, математики и теоретической механики.
3. *Выделить* и проанализировать основные понятия с учетом прикладных вопросов содержания физики в разделе «Механика».
4. *Разработать* элективный курс «Теоретическая механика в школьном курсе физики»
5. *Провести* педагогический эксперимент.

Решение поставленных задач потребовало использования следующих методов исследования:

1. Анализ учебной и методической литературы, связанной с различными методами активизации познавательной деятельности учащихся профильных классов;
2. Систематизация и обобщение материала по разделу физики «Механика»;
3. Анкетирование и педагогический эксперимент.

Исследование проводилось с учащимися в МБОУ СШ № 27 г. Красноярска.

Глава 1. Анализ особенностей организации обучения физике учащихся инженерно - технических классов

1.1 Особенности профильного обучения физике на современном этапе развития образования

Профильное обучение планируется как педагогическая система, которой отводится особое место в целостном учебном процессе. Профильное обучение – это не самостоятельная система. Она является подсистемой общего образования старшей школы и выполняет определенные функции. Оно нужно для того, чтобы учащиеся могли определяться в выборе будущего профиля обучения. Цели определяют принципы, в соответствии с которыми строится процесс обучения учащихся. Учащимся предлагается выбор дополнительного образования, включая элективный курс [17].

Прежде всего, это вариативность и свобода выбора учащимися элективных курсов. Профильное обучение строится на основе индивидуализации учебного процесса, что обеспечивается с помощью обучения в малых группах и по индивидуальным учебным планам.

Система профильного обучения включает в себя целый ряд педагогических идей, реализация которых в практику обучения приводит к изменению учебно-воспитательного процесса, к построению новой системы образования учащихся. К основным идеям профильного обучения относятся:

- 1) введение за счет школьного компонента элективных курсов: предметных, межпредметных и ориентационных;
- 2) введение активных методов преподавания элективных курсов;
- 3) введение новой системы распределения времени прохождения элективных курсов в течение учебной недели, четверти, года, при которой допускается, что данный курс не обязательно изучается по одному часу в неделю;
- 4) безотметочная система профильного обучения учащихся [1].

Эта система должна создавать условия для самоопределения учащихся: предоставить себе право самостоятельно выбрать профиль обучения; сформировать готовность нести ответственность за сделанный выбор.

Предлагаемый элективный курс «Теоретическая механика в школьном курсе физики» пополняет ресурс учебно-методического обеспечения для организации профильного обучения учащихся.

Программа данного курса соответствует требованиям, предъявляемым к элективным курсам: по степени новизны для учащихся (включает новую для учащихся информацию, не содержащуюся в базовых программах); по мотивирующему потенциалу (содержит информацию, вызывающую познавательный интерес учащихся и представляющую ценность для определения ими профиля обучения в старшей школе); по полноте содержания (содержит информацию, необходимую для достижения запланированных в ней целей обучения); по научности содержания (включена научная информация и наиболее ценный опыт практической деятельности человека); по реалистичности с точки зрения ресурсов (материал программы распределен во времени с учетом его достаточности для качественного изучения информации и получения запланированных результатов); по эффективности затрат времени на реализацию курса (определена последовательность изучения информации, которая является наиболее оптимальной в достижении целей) [4].

Данный курс относится к предметным ориентационным элективным курсам. Задачи курса данного типа:

- создать базу для ориентации учеников в мире современных профессий. Познакомить учащихся со спецификой научных исследований, соответствующих наиболее распространенным профессиям;
- поддержать мотивацию учеников, способствуя внутрипрофильной специализации.

Содержание курса

Программа предполагает выход за рамки традиционных учебных предметов. Она знакомит учащихся с комплексными проблемами и задачами, требующими синтеза знаний по ряду предметов, и способами их разработки различных профессиональных сферах.

Продолжительность курса

Разработанный курс является ознакомительным, краткосрочным, оптимальная продолжительность – одно полугодие [14].

Программа элективного курса «Теоретическая механика в школьном курсе физики»

Профильный элективный курс «Теоретическая механика в школьном курсе физики», рассчитанный на 36 часов. Содержание курса построено с опорой на знания и умения, полученные учащимися при изучении физики, особое внимание должно быть направлено на повторение видов механического движения и основных законов динамики в классах инженерно – технологическим уклоном следует рассмотреть прикладные вопросы выделенного раздела.

Теоретическая механика есть научная основа важнейших разделов современной техники. Знание законов механики необходимо для понимания широкого класса явлений природы и формирования материалистического мировоззрения. Изучение движения неотделимо от идей развития. Диалектическую природу многих процессов природы можно научиться хорошо понимать, начав воспитание своего мышления с более простых явлений механического движения. Само собой разумеется, что изучение природы любого движения, понимаемого в применении к материи как изменение вообще, исторически «...должно было исходить от низших, простейших форм его и должно было научиться понимать их прежде...», чем пытаться объяснить высшие и более сложные формы движения [4].

Цели элективного курса:

-обеспечение углубленного изучения раздела механика в его прикладном аспекте;

-создание условий для построения индивидуальных образовательных программ;

-расширение возможностей социализации учащихся при выборе профессии;

-знакомство учащихся с новой отраслью знаний – теоретическая механика;

При работе по программе курса создаются условия для решения таких образовательных задач, как:

-расширение представлений школьников о физической картине мира на примере знакомства с прикладными вопросами основных законов механики;

-формирование у учащихся знаний по конструированию технологического аспекта механического движения:

-приобретение учащимися общеучебных умений:

- работать со средствами информации (учебной, научно-популярной, программно-педагогической, средствами дистанционного образования);

- готовить сообщения и доклады, оформлять и представлять их;

- использовать технические средства обучения и средства информационных технологий;

-воспитание учащихся:

- формирование научного мировоззрения;

- формирование убежденности в познаваемости явлений;

- формирование убежденности во взаимосвязанности и обусловленности явлений окружающего мира;

-развитие учащихся:

- развитие мышления, речи, способностей, интересов и мотиваций;

- формирование научного стиля мышления.

Гарантированный результат введения курса:

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных способностей учащихся на основе опыта самостоятельного приобретения новых знаний, анализа и оценки новой информации;
- получение учащимися представлений о проявлении физических законов в технике;
- совершенствование знаний, умений и навыков, жизненного опыта и творческих способностей учащихся.

Отсроченный результат введения курса:

- сознательное самоопределение учащихся относительно профиля дальнейшего обучения в старшей школе;
- участие в научно-практических конференциях;
- личностный рост каждого участника процесса;

Ресурсы для реализации курса:

- компьютерный класс с выходом в Интернет;
- компьютерная обучающая программа «Открытая физика»;
- проектор с экраном;
- видеофильмы, слайды, графические иллюстрации;
- лабораторное оборудование;
- дидактические материалы;
- возможность консультации с учителями химии, биологии и информатики, наличие литературы (учебники по физике, химии, биологии; научно-популярная);
- публикации элективных курсов Национальным фондом подготовки кадров;
- книги «Элективные курсы в профильном обучении».

Темы сообщений, докладов и рефератов учащихся:

1. Основные мысли о механике.
2. Развитие новых областей техники.

3. Историческое развитие теоретической механики.

4. Основоположники теории движения ракет и механики тел переменной массы - Константин Эдуардович Циолковский.

5. Основоположники теории движения ракет и механики тел переменной массы - Иван Всеволодович Мещерский.

Требования к подготовке учащихся:

- учащиеся должны знать (на уровне воспроизведения):

- важнейшие экспериментальные факты, основные понятия, теории, законы в механике;

- отличительные особенности механики в целом и основные примеры механики в природе, в движении и в технике

- основные достижения и перспективы применения механики в электронике, биологии, медицине, охране окружающей среды;

- историю развития механики; имена и основные научные достижения ученых, сделавших существенный вклад в ее развитие;

- учащиеся должны понимать:

- роль механики в жизнедеятельности человека 21 века;

- принципиальное влияние на особенности их физических свойств скорости и движения тел;

- учащиеся должны уметь:

- работать со средствами информации (отбирать, изучать, систематизировать и интерпретировать);

- готовить сообщения, доклады, презентации;

- выступать с сообщениями и докладами;

- участвовать в дискуссии;

- подбирать к докладам и рефератам наглядно-иллюстративный материал;

- оформлять сообщения и доклады в письменном виде.

В соответствии с требованиями к подготовке учащихся можно предложить следующую систему оценивания их учебной деятельности, смотреть таблицу 1.

Таблица 1

Виды деятельности, которые оцениваются	Уровни
Выполнять исследования с использованием физических приборов	Умение планировать эксперимент согласно цели, оценивать полученные результаты, делать выводы
Осуществлять поиск и отбор информации	Использовать различные средства информации в соответствии с выбранной темой доклада или сообщения
Конспектировать информацию, готовить рефераты и сообщения в письменном виде	Умение выделять главное и существенное в отборной информации и представлять это в письменной форме, проводить сопоставление с действительностью
Виды деятельности, которые оцениваются	Уровни
Выступать с сообщениями и докладами	Умение структурировать, систематизировать и обобщать информацию, четко и кратко излагать мысли, делать компьютерную презентацию
Участвовать в дискуссии	Умение слушать других, задавать вопросы, отвечать на вопросы, высказывать и обосновывать свою точку зрения
Участвовать в играх	Умение применять полученные знания в новой ситуации

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ: (36 часов)

Входной модуль – 10 часов.

1. Прикладные вопросы механики
2. Связь механики с математикой
3. Понятие о «Теоретической механики в школьном курсе физики»

Модуль 1. – 10 часов

1. Познание объективных законов Механического движения
2. Развитие новых областей механики

3. Единый метод исследования различных форм движения

Модуль 2. – 10 часов.

1. Основные направления в развитии теоретической механики

2. Краткая теория движения ракет

3. Механика тел переменной массы

Заключительный модуль – 4 часа.

Зачет – 2 часа.

1.2 Межпредметные связи механики с математикой

Физика в техническом вузе выполняет общеобразовательную функцию, формирует творческое инженерное мышление специалиста, дает ему фундаментальные базовые знания, на которых покоятся теоретические основы его специальности и смежных наук.

Велика роль физики и формирования творческого инженерного мышления специалиста. В этом смысле физика непосредственно работает на подготовку инженера любого профиля. Необходимый творческий потенциал специалиста должен включать способности: создавать идеальные модели сложных процессов и объектов, извлекать частные выводы из общего, синтезировать общее из частного, выявлять границы применимости теорий и методов, математически формировать и решать инженерные и научные задачи, использовать для анализа задач аналогии между явлениями различной природы, гибко перестраивать свое мышление к восприятию неизбежных трансформаций старых научных и технических представлений в принципиально новые.

Роль физики как инструмента развития творческого инженерного мышления также требует изучения физики как цельного логически замкнутого курса. При изучении курса физики студент должен осознать, что многие прикладные дисциплины — это модифицированные развитием техники разделы физики.

Особенно возросла роль физики в последние годы. Масштаб прямого и опосредованного использования в технике физических явлений и эффектов стали столь широким, что высшее техническое образование без знания основ физики в настоящее время не может быть полноценным. В процессе ускорения технического прогресса возрастает насыщенность производства физическими методами диагностики, контроля, исследований. Повсеместно внедряется использование аппаратуры и устройств, применявшихся ранее только в физических лабораториях. Примерами могут служить лазерные технологии, использование в технологиях ускорителей элементарных частиц и многое другое. Наконец, увеличение наукоемкости современного производства приближает инженерные теории к физическим, и физические теории начинают непосредственно использоваться в технологиях.

Физика — экспериментальная наука. За время своего развития физики накопила громадный фактический материал, изучить который в рамках вузовского образования практически невозможно. Однако одновременно, физика — всесторонне теоретизированная наука. Она выработала эффективные математические методы «свертывания» научной информации до вполне обозримых объемов. В основе этих методов лежит четкая иерархия физических законов. Поэтому в первую очередь и особенно твердо следует освоить основные законы и принципы, а затем их важнейшие следствия [2].

Рассмотрим некоторые математические понятия, знание которых необходимо при изучении настоящего раздела.

В разделе «Межпредметные связи механики с математикой» закладываются фундаментальные представления современной науки об окружающем нас мире и содержатся понятия, принципы, законы, методы, широко используемые во всех остальных разделах физики и во многих других учебных дисциплинах.

Предметом механики является изучение механического движения тел и связанных с этим движением взаимодействие между телами. Под механическим движением понимают изменение взаимного положения тел или их частей в пространстве со временем. Обычно механику делят на две части: кинематику и динамику. В первом разделе изучают пространственно — временные характеристики механического движения. Во втором разделе изучают — динамику, исследуют взаимосвязь между механическим движением тел и их взаимодействиями [11].

Механика на первом этапе развивалась как наука о движении макроскопических тел. Макроскопическими телами (макротелами) называют такие, которые содержат большое количество атомов или молекул () и размеры которых м. Первоначально изучались механические движения таких тел только со скоростями v , много меньшими скорости света c . В итоге была сформирована стройная теория, основанная на законах Ньютона, получившая впоследствии название классической механики. Однако при дальнейшем изучении природы выяснилось, что законы классической механики не всеобщие. Например, изучение явлений, связанных с электромагнетизмом, привело к необходимости обобщения классических законов на случаи таких движений, которые происходят со скоростями v , сравнимыми со скоростями света c . Возникла новая теория — релятивистская механика [7]. Вместе с тем, если в уравнениях релятивистской механики произвести предельный переход $v/c \rightarrow 0$, то они превращаются в уравнения классической механики. Таким образом, выяснилось, что классическая механика применима лишь в области достаточно малых скоростей, когда $v/c \ll 1$ [7].

Если в законах квантовой механики осуществить определенным образом предельный переход, то мы приходим к законам классической механики. Указанный переход реализуется для тел достаточно большой массы, т.е. Для макротел.

Самой обобщенной формой механики в настоящее время является релятивистская квантовая механика, в которой рассматривается движение микрообъектов, с учетом и квантовых, и релятивистских эффектов. Механическое движение в общем случае сопровождается переходом механической энергии в другие виды энергии [7]. Законы механики не дают возможность вскрыть и изучить природу и механизм техпроцессов в механических системах, которые связаны с переходами энергии в немеханические формы. Эти процессы учитываются в механике лишь в виде итогового уменьшения механической энергии системы, приводящего к ослаблению, затуханию, торможению движения.

Если внимательно перечитать изложенное, то можно заметить некоторое противоречие. Действительно, было отмечено, что объектами классической механики является макротела. Но макротела состоят из микрочастиц, поведение которых описывается квантовой механикой. Это противоречие, однако кажущееся. Предметом классической механики являются такие движения макротел как целого, определенным образом усредняются. Процесс усреднения является предметом статистической механики. Классическая механика оперирует лишь этими средними значениями координат и скоростей [7].

Предметом классической механики является механическое движение взаимодействующих между собой макротел при скоростях. Много меньших скорости света и в условиях, когда переходом механической энергии в другие ее формы можно пренебречь.

Изложенное показывает, что, строго говоря, нет области физических явлений, описываемых классической механикой точно. В классической механике разработан совершенный математический аппарат — аналитическая механика, который с успехом используется в остальных разделах физики. В механике введены физические величины, широко применяемые в других теориях. Из механики, как раздела физики,

выделялось много прикладных наук [7]. Они изучаются отдельно. Сюда относятся: теоретическая механика, гидравлика, сопротивление материалов, кинематика механизмов и т.д. Также можно отметить, что решение задач, связанных с реальными механическими системами, в общем случае представляет неопределимые трудности. В механике используются упрощенные модели реальных систем. В классической механике широко используется три основных модели: 1) материальная точка; 2) абсолютно твердое тело; 3) сплошная среда.

В первой модели пренебрегают размерами, формой и внутренним строением макротела; во второй учитывают размеры и форму, но пренебрегают деформацией и внутренним строением тела; в третьей учитывают размеры, форму и деформацию тела, но пренебрегают его атомно - молекулярным строением. Плодотворность перечисленных моделей доказывается совпадением с высокой, хотя и не абсолютной, точностью выводов механики с экспериментом для очень широкого круга задач особое место при изучении теоретической механики занимают следующие выделенные темы:

Элементы векторной алгебры

Геометрически вектор представляется направленным отрезком. Вектор называется свободным, если его можно перемещать в пространстве параллельно самому себе.

Сложение двух свободных векторов производится по одному из следующих правил.

Правило параллелограмма: приводят векторы к общему началу и достраивают на них параллелограмм. Вектор, совпадающий с диагональю параллелограмма, которая исходит из общего начала данных векторов, называются их суммой.

Правило треугольника: совмещают конец первого вектора и начало второго вектора. Тогда вектор, соединяющий начало первого вектора с концом второго, является их суммой [7].

При вычитании векторов \mathbf{a} и \mathbf{b} их приводят к общему началу. Тогда вектор, соединяющий их концы и направленный в сторону \mathbf{a} , будет разностью $\mathbf{a} - \mathbf{b}$.

Произведением вектора \mathbf{a} на скаляр λ ($\lambda \mathbf{a}$) называется вектор \mathbf{b} , сонаправленный с \mathbf{a} при $\lambda > 0$ и противоположно направленный при $\lambda < 0$, причем его модуль равен $|\lambda| |\mathbf{a}|$.

В прямоугольной декартовой системе координат вектора \mathbf{a} можно задать тремя числами – координатами вектора: (a_x, a_y, a_z) , (1.1) или

представить разложением: $\mathbf{a} = a_x \mathbf{e}_x + a_y \mathbf{e}_y + a_z \mathbf{e}_z$, (1.2) где $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z$ –

координаты вектора, а $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z$ – единичные вектора координатных осей.

Модуль вектора выражается через его координаты следующим образом:

$$|\mathbf{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}, \quad (1.3)$$

Скалярным произведением (\mathbf{a}, \mathbf{b}) двух векторов \mathbf{a} и \mathbf{b} называется скаляр, равный $|\mathbf{a}| |\mathbf{b}| \cos \alpha$, (1.4) где α – угол между векторами.

В координатной форме скалярное произведение равно сумме парных произведений одноименных координат векторов:

$$(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z, \quad (1.5)$$

Если мы имеем некоторую ось, единичный вектор, который \mathbf{e} , то проекцией вектора \mathbf{a} на эту ось называется скалярное произведение

$$(\mathbf{a}, \mathbf{e}), \quad (1.6)$$

Скалярное произведение – коммутативно, т.е. его величина не зависит от порядка сомножителей.

Векторным произведением $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$ двух векторов \mathbf{a} и \mathbf{b} называется вектор, модуль которого равен $|\mathbf{a}| |\mathbf{b}| \sin \alpha$ (1.7)

Вектор \mathbf{c} перпендикулярен плоскости, в которой лежат \mathbf{a} и \mathbf{b} , а его направление определяется по следующему правилу: если смотреть с конца вектора векторного произведения на векторы \mathbf{a} и \mathbf{b} , то кратчайший поворот от вектора \mathbf{a} к вектору \mathbf{b} будет происходить против часовой стрелки. Такая тройка векторов называется правой [7].

Векторное произведение – некоммутативное, оно меняет направление при перестановке сомножителей.

Двойное векторное произведение трех векторов \mathbf{a} , \mathbf{b} , \mathbf{c} , определяется по формуле: (1.8)

Смешанное произведение трех векторов \mathbf{a} , \mathbf{b} , \mathbf{c} может быть найдено, если воспользоваться правилами для векторного произведения, которое выполняется в первую очередь, и скалярного произведения, выполняемого во вторую очередь. Смешанное произведение численно равно объему параллелепипеда, построенного на векторах \mathbf{a} , \mathbf{b} и \mathbf{c} [7].

Элементы математического анализа

В данном параграфе будут рассматриваться математический анализ.

Математический анализ – совокупность разделов математики, соответствующих разделу под наименованием «анализ бесконечно малых», объединяет дифференциальное и интегральное исчисление. Рассмотрим определения (что такое производная, частная производная, также рассмотрим неопределенный интеграл, определенный интеграл).

Производная - главнейшее понятие математического анализа. Она характеризует изменение функции аргумента x в некоторой точке. При этом и сама производная является функцией от аргумента x .

Производная функция - $f'(x)$ в точке x называется предел (если он существует и конечен) отношения приращения функции к приращению аргумента при условии, что последнее стремится к нулю.

Частная производная — это предел отношения приращения функции по выбранной переменной к приращению этой переменной, при стремлении этого приращения к нулю [7].

Неопределенный интеграл – для функции — это совокупность всех первообразных данной функции. Если функция $f(x)$ определена и непрерывна на промежутке (a,b) и $F(x)$ – ее первообразная, то есть $F'(x) = f(x)$ при $x \in (a,b)$, где C – произвольная постоянная.

Определенный интеграл Ньютона - Лейбница.

Пусть функция $f(x)$ имеет первообразную $F(x)$ на отрезке $[a; b]$, причем значение первообразной в точке $x=a$ равно нулю: $F(a)=0$.

Определенным интегралом Ньютона-Лейбница называется значение этой первообразной в точке b , то есть, $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$ при $F(a)=0$.

Криволинейная трапеция – плоская фигура, ограниченная графиком неотрицательной функции $f(x)$, определенный на отрезке $[a; b]$, осью абсцисс и прямыми $x=a$ и $x=b$. Для нахождения площади криволинейной трапеции пользуются интегралом

$$S = \int_a^b f(x) dx$$
. Это значит, что площадь криволинейной трапеции можно найти по сумме значений функций $f(x)$ взятые через бесконечно малые промежутки Δx на отрезке от a до b [7].

Можно сказать, что мы разбили криволинейную трапецию на бесконечное число прямоугольников, длина каждого из которых равна ординате функции $f(x)$ через бесконечно малые промежутки по оси Ox на отрезке от a до b , а ширина — бесконечно малому значению Δx , нашли их площади произведением длины на ширину и сложили. Предел суммы их площадей равен площади криволинейной трапеции [7].

1.3 Анализ законов механики в прикладном аспекте

Все, что мы наблюдаем во внешнем мире, начиная с рождения, - это различные формы движения и взаимодействия материи. Среди многообразных форм движения материи простейшей является механическая форма движения. Механическое движение есть изменение положения материального тела по отношению к другим телам с течением времени.

Движения материальных тел происходит в пространстве и во времени. Пространство и время неотделимы от движущейся материи, они являются объективными формами ее бытия.

При изучении механического движения обычно принимают во внимание только два важнейших качественных признака движущейся материи: ее протяженность (геометрическая форма материального тела) и вещественность (масса и ее распределение в данном геометрическом объеме).

Объективно существующие в природе и технике изменяющиеся взаимозависимые движения различных тел предстают перед нами в задачах механики одно как причина, другое как следствие. Теоретическая механика изучает механические движения в отношении их причин и следствий [8].

Теоретическая механика есть наука об общих законах этой простейшей формы движения реальных тел, ставящая своей главной задачей познание количественных закономерностей наблюдаемых в природе и «конструируемых» человеком механических движений.

Математические методы исследования играют весьма большую роль при изучении явлений механического движения. Однако механика не есть прикладная математика.

Основная цель механики – открытие, познание и практическое применение общих законов механического движения – ставит ее в ряд естественных наук. Механика – часть физики.

Научные абстракции и методы не искажают, а отражают главное в реальных явлениях движения.

Изучение новых явлений в природе, объяснение закономерностей в новых разделах техники способствуют не только росту объема знаний, но и совершенствованию логического мастерства.

Логическое совершенство механики оценивается, прежде всего тем, насколько теоретические выводы помогают понимать наблюдаемые процессы, предсказывать и указывать закономерности новых явлений.

История науки показывает, что внутренние количественные закономерности новых реальных явлений природы в технике, подвергающиеся систематическому изучению, не всегда могут быть адекватно преданы закономерностями уже известных математических алгоритмов и операций, рожденных, быть может, другими реальными связями и отношениями [9]. Поэтому изучение явлений путем постановки опытов является в теоретической механике началом многих наиболее прогрессивных теорий.

Теоретическая механика есть научная основа важнейших разделов современной техники.

Знание законов теоретической механики, отражающих объективно существующие взаимосвязи и взаимообусловленность механических движений позволяет научно предвидеть ход процессов механических движений в новых задачах, возникающих при развитии человеческого общества, при развитии науки и техники.

Одной из важнейших сторон подлинной науки является именно возможность предвидения.

История развития теоретической механики дает нам многочисленные примеры того, как на основе познанных объективных законов механического движения можно уверенно делать выводы о причинах и характеристиках вновь открываемых движений. «Это показывает, - писал Ф.Энгельс, - что

законы мышления и законы природы необходимо согласуются между собою, если только они правильно познаны» [9].

Законы механики позволяют предвычислять траектории, скорости и дальности полета артиллерийских снарядов, баллистических ракет дальнего действия, беспилотных самолетов. Всюду, где инженеру приходится иметь дело с механическим движением, теоретическая механика дает надежную, проверенную практикой основу для правильного познания количественных закономерностей различных конкретных движений.

Законы механики – подлинное руководство к безошибочному действию в современной технической практике.

Эвристическая ценность законов механики несомненно. Механика направляет творческую интуицию ученых и инженеров, давая им в краткой и ясной форме итог колоссального опыта человечества.

Овладение общими законами механического движения обогащает исследователя любой области науки и техники плодотворными и могущественными методами научного познания динамических процессов.

Выявляют более глубокое значение общих закономерностей механического движения для современного технического прогресса.

Придет время – пусть отдаленное, - когда математический анализ, опираясь на естественнонаучный, охватит величественными формулами уравнений все эти уравновешивания, включая в них, наконец и самого себя.

Механическое движение сопутствует всем высшим формам движения, и часто изучение какого – либо процесса требует совместного рассмотрения закономерностей различных форм движения. Непрерывно совершенствовать методы диагностики и подготовки научной смены.

Механика – живая, быстро развивающаяся научная дисциплина; она предлагает исследователям неисчерпаемую актуальную проблематику для самостоятельного творчества [7]. Механика – могущественная наука. Преобразования природы планеты Земля, осуществленные человечеством

при помощи теоретической и прикладной механики только в 20 веке, сопоставимы с геологическими изменениями, производимыми силами природы в течение тысячелетий.

Выводы по первой главе:

В первой главе выпускной квалификационной работе, акцентируется внимания на организацию элективного курса «Теоретическая механика в школьном курсе физики» и его структуру.

Выделены задачи изучения курса и те результаты, которые должны получить учащиеся инженерно - технических классов, после изучения данного курса.

Выделено 4 модуля, где кратко рассматриваются прикладные вопросы раздела механики.

Особое внимание обращено на межпредметные связи механики с математикой, так как элективный курс посвящен теоретической механики, который рассматривается, в школьном курсе физики.

Глава 2 Особенности содержания элективного курса «Теоретическая механика в школьном курсе физики»

2.1 Основные направления в развитии теоретической механики (модуль 1)

Механика – одна из самых древних наук. Она возникла и развивалась под влиянием запросов общественной практики, а также благодаря любознательности человеческого разума. Почти все законы механического движения и равновесия материальных тел познавались человечеством путем многократных повторений, чисто экспериментально. Данный социально – исторический опыт, передаваемый от поколения к поколению, и был тем начальным материалом, на анализе которого развивалась механика как наука. Возникновение и развитие механики было тесно связано с производством, с потребностями и нуждами человеческого общества [8].

Аристотель (384 – 322 до н. э.), ввел в научный обиход название механика, для широкой области человеческого знания, в которой изучаются простейшие движения материальных тел, наблюдаемые в природе и создаваемые человеком при его деятельности. Аристотель родился в греческой колонии Стагира во Фракии в 384 г. до н. э. В 367 г. до н. э. Аристотель поселился в Афинах, где получил философское образование в Академии известного в Греции философа – идеалиста Платона. В 343 г. до н. э. Аристотель был приглашен воспитателем Александра Македонского – впоследствии знаменитого полководца древнего мира. Аристотель основал свою философскую школу, получившую название школа перипатетиков. Аристотель основал ее в 335 г. до н. э. в Афинах. Энгельс писал: «Древние греческие философы были все прирожденными стихийными диалектиками, и Аристотель, самая универсальная голова среди них, исследовал уже все существенные формы диалектического мышления». Но в области механики эти широкие универсальные законы человеческого мышления не получили в работах Аристотеля плодотворного отражения [8].

Аристотель пытался исследовать разные механические и астрономические проблемы. Он пользовался при рассмотрении конкретных, наблюдаемых человеком явлений дедуктивным методом, привлекая механику лишь для иллюстрации весьма широких общепhilosophических положений.

Рассуждение Аристотеля о механическом движении наивны, запутаны, непоследовательны. Исходя из общих положений, он часто делал неправильные заключения о закономерностях конкретных явлений.

Аристотель считал, что вблизи поверхности земли тяжелые тела падают быстрее, а легкие медленнее, даже если не принимать во внимание силу сопротивления воздуха. Сопоставляя теоретические скорости падения тяжелого тела данной формы в воздухе и воде, он утверждал, что скорость в воде будет во столько раз меньше, во сколько раз плотность воды больше плотности воздуха. Классифицируя механические движения, Аристотель делил их на прямолинейные и криволинейные.

При рассмотрении проблемы рычага Аристотель, высказал правильную догадку об условиях равновесия рычага с неравными плечами, хотя и здесь в его объяснениях много наивной восторженности перед реально наблюдаемыми фактами и мало конкретного строго научного анализа.

Научные основы учения о равновесии были заложены гениальным Архимедом (287 – 212 гг. до н. э), который первым из ученых начал успешно использовать строгие математические методы к исследованию проблем механики. Архимед открыл закон о равновесии рычага и установил главные принципы статики твердого тела [8].

В эпоху средних веков развитие всех наук, а также и механики сильно замедлилось. Более того, в эпоху были уничтожены и разрушены ценнейшие памятники науки, техники искусства древних. Религиозные изуверы стирали с лица Земли все завоевания науки и культуры. Большинство ученых этого

периода слепо придерживалось схоластического метода Аристотеля в области механики, считая безусловно правильными все положения, содержащиеся в сочинениях этого ученого.

Активное развитие механики началось в эпоху Возрождения, с первых десятилетий 15, в., в Италии, а затем и в других странах. В эту эпоху особенно большой прогресс в развитии механики был достигнут благодаря работам Леонардо да Винчи (1452 – 1519), Коперника (1473 – 1543) и Галилея (1564 – 1642) [8].

Известный итальянский художник, математик, механик и инженер Леонардо да Винчи занимался исследованиями по теории механизмов, изучил трение в машинах, исследовал движение воды в трубах и движение тел по наклонной плоскости. Он первым познал чрезвычайную значимость нового понятия механики – момента силы относительно точки. Исследуя равновесие сил, действующих на блок, перпендикуляра, опущенного из неподвижной точки блока на направление веревки, несущей груз. Равновесие блока возможно только в том случае, если произведения сил на длины соответствующих перпендикуляров будут равны; иначе говоря, равновесие блока возможно только при условии, что сумма статистических моментов сил относительно точки привеса блока будет равна нулю.

Революционный переворот в воззрениях на строение вселенной был произведен польским ученым Николаем Коперником (1473 – 1543), который, как образно написано на его памятнике в Варшаве, «остановил Солнце и сдвинул Землю». Новая гелиоцентрическая система мира объясняла движение планет, исходя из того, что Солнце считается неподвижным центром, в пределах которого по окружностям совершают движение все планеты.

В работе Коперника была вскрыта главная особенность движений планет и даны расчеты, относящиеся к предсказаниям солнечных и лунных затмений. Коперник ясно понимал кинематику относительного движения тел

в пространстве. Теория Коперника позволила получить ряд важных практических результатов: увеличить точность астрономических таблиц, провести реформу календаря и более строго определить продолжительность года.

Система Коперника содействовала наиболее глубокому пониманию теории относительного движения тел и, несомненно, ускорила открытие основных динамических законов классической механики.

Убежденным приверженцем учения Коперника был знаменитый ученый эпохи Возрождения, один из любимых героев К. Маркса, немецкий астроном Иоганн Кеплер (1571 – 1630), который завершил своим открытием трех законов движения планет создание научной кинематики солнечной системы.

Работы феноменального итальянского ученого Галилео Галилея (1564 – 1642) имели фундаментальное значение для развития динамики.

Динамика как наука была основана Галилеем, который открыл многие весьма существенные свойства равноускоренных и равнозамедленных движений.

До Галилея силы, действующие на тела, рассматривал только в состоянии равновесия тел и измеряли действие сил статическими способами. Галилей указал, что сила есть причина изменения скорости, и тем самым установил динамический метод сравнения действия сил. Исследования Галилея в сфере механики важны не только теми результатами, которые ему удалось получить, но и последовательным введением в механику экспериментального метода.

Благодаря работам Галилея развитие механики крепко связывается с запросами техники, и научный эксперимент планомерно вводится как конструктивный метод исследования явлений механического движения.

Галилей был зачинателем современной динамики. Законы инерции и независимого действия сил Галилей отчетливо понимал в их современной форме.

Галилей был выдающимся астрономом – наблюдателем и горячим любителем гелиоцентрического мировоззрения.

Характерным для Галилея является применение точных законов математики и механики к обоснованию наблюдаемых явлений природы. Галилей относится к числу великих мужей науки, «которые умели ломать старое и создавать новое, несмотря ни на какие препятствия, вопреки всему».

Работы Галилея были продолжены и развиты Гюйгенсом (1629 – 1695), который разработал теорию колебаний физического маятника и установил законы действия центробежных сил. Распространение теории ускоренных и замедленных движений одной точки на случай вращательного движения тел представляет значительный шаг вперед.

Гюйгенс ввел в механику понятие о моменте инерции тела относительно оси и определил так называемый «цент качаний» физического маятника. Гюйгенс проявил себя и как инженер – изобретатель.

Труды Гюйгенса по механике явились продолжением исследований Галилея и были обширно использованы Ньютоном, который считал основную работу Гюйгенса.

Завершение построения основ современной механики медленных движений было сделано великим английским математиком и механиком И. Ньютоном (1643 – 1727), который в собственной книге «Математические принципы натуральной философии» дал вполне строгую и достаточно полную систему законов классической механики. Ньютон определяет рациональную механику как учение о движениях, производимых какими бы то ни было силами, и о силах, требуемых для производства каких бы то ни было движений [8].

Ньюто́ну принадлежит открытие двух главнейших законов механики: закон действия и противодействия и закона всемирного тяготения. Закон равенства действия и противодействия позволяет изучать движение механических систем точек и исследовать наиболее естественным методом законы несвободных движений. Закон всемирного тяготения расширил границы приложений механики и дал научную основу для обработки астрономических наблюдений и теоретических расчетов движений небесных тел.

Главный закон механики (второй закон Ньютона) был сформулирован Ньютоном в отличие от работ предшествующих ученых в дифференциальной форме.

Ньютоном был сформулирован закон параллелограмма сил и закон сложения движений. Ньютон говорил, что при силах совокупных тело описывает диагональ параллелограмма в то же самое время, как его стороны – при отдельных.

Ньютон первым обратил внимание на различие понятий массы инертной и массы весомой, предвосхитив своими опытами в этом направлении основной постулат общей теории относительности.

Кроме строгой формулировки основных законов механики, Ньютоном было дано решение весьма большого числа частых задач механики и астрономии. Вместе с Лейбницем Ньютон является основоположником анализа бесконечно малых, преимущества применений которого к исследованию новых проблем механики выявляются в беге времени все полнее и определеннее.

Систематическое использование методов анализа бесконечно малых к изложению курса механики было проведено впервые со всей последовательностью великим математиком и механиком Леонардом Эйлером (1707 – 1783), который большую часть своей творческой жизни провел в Петербурге, будучи членом Российской Академии наук.

Применение в механике геометрического метода Евклида требовало большого искусства, и решение каждой новой задачи представляло значительные трудности. Аналитический метод во многих случаях облегчает получение исходных уравнений движения и позволяет провести решение кратчайшим и простейшим путем.

В начале развития дифференциального и интегрального исчисления Эйлер первым оценил величайшее могущество нового математического метода для задач теоретической механики. Теория обычных дифференциальных уравнений есть вполне адекватный аппарат для познания сущности большого класса механических движений. Именно поэтому Эйлеру в своих работах удалось раздвинуть границы механики до пределов, о которых в те годы ученые даже и не мечтали. Многие научные результаты Эйлера вошли в современные курсы теоретической механики [8].

Большое влияние на развитие теоретической механики в России оказал гениальный русский ученый, поэт, философ и инженер М. В. Ломоносов (1711 – 1765). Его ярко выраженный последовательный материализм, настойчивая и страстная борьба за честь и процветание русской науки, найденные им конкретные результаты в области изучения механических движений открыли новую страницу научных изысканий в нашей стране.

Для теоретической механики имеет принципиальное значение открытий Ломоносовым фундаментальный закон природы – закон сохранения вещества. Первая формулировка этого закона была дана Ломоносовым в письме к Л. Эйлеру от 5 июля 1748 г. Известные в современной аэромеханике и гидромеханике уравнения непрерывности представляют не что иное, как закон Ломоносова для механических движений жидкости или газа.

Эту неразрывность теории и практики, науки и производства можно отчетливо проследить по всем выдающимся произведениям ученых нашей страны как генеральную линию передовой русской механике.

Развитие результатов Эйлера в области динамики твердого тела было проведено в дальнейшем главным образом русскими учеными. Знаменитая русская женщина – математик С. В. Ковалевская (1850 – 1891) обнаружила новый случай интегрируемости уравнений Эйлера в динамической задаче о движении твердого тела около неподвижной точки.

Приложениями теории движения твердого тела около неподвижной точки к задаче баллистики продолговатого вращающегося снаряда много занимался русский ученый и военный инженер Н. В. Майевский (1823 – 1892). Он создал научные основы механики продолговатого снаряда. Результаты Майевского в области баллистика являются классическими, составляя славу и гордость русской науки.

При решении различных задач о движении системы тел, связанных рычагами или нитями, т. е. несвободных механических систем, непосредственное использование законов Ньютона было достаточно трудным. Требовались всегда особая принципиальность и остроумие для определения всех сил, которые в каждом частном случае должны быть приняты во внимание. Это, говорит Лагранж, придавало указанным задачам большую привлекательность и побуждало ученых к соревнованию.

В 1743 г. французский энциклопедист и математик Даламбер (1717 – 1783) предложил прямой и общий метод решения задач динамики, который называют теперь принципом Даламбера. С помощью этого принципа можно сравнительно просто составить уравнение для любой задачи движения несвободной механической системы и, следовательно, трудности рассмотрения механических задач в значительной степени свести к трудностям интегрирования дифференциальных уравнений. В тех же

случаях, когда нужно найти ускорение системы тел, задача сводится к решению легко хорошо известными приемами.

Аналитический метод решения основных задач механики достиг весьма широких обобщений в научных изысканиях крупнейшего французского ученого Лагранжа (1736 – 1813). В книге Лагранжа «Аналитическая механика» все основные результаты получены на основе одного общего метода называемого принципом виртуальных перемещений.

Принцип возможных перемещений, положенный Лагранжем в основу механики, оказался одним из наиболее общих и плодотворных методов исследования механического движения и равновесия материальных тел, однако механика, являющаяся наукой о природе, не стала отраслью математического анализа. Задачи, относящиеся к теории упругости, теории пластичности, гидро – и аэромеханика, т. е. к механике деформируемых тел, в большом числе случаев получают ясное решение, если из необходимых уравнений классической механики твердого тела взять те, которые получаются методом возможных перемещений.

М. В. Остроградским (1801 – 1861), который обобщил этот принцип на случаи нестационарных и освобождающих связей. Пользуясь принципом возможных перемещений, Остроградский математически вполне строго вывел дифференциальные уравнения движения механических систем как для случая геометрических освобождающих связей, так и для кинематических связей линейного вида. Общую теорию движения механических систем Остроградский дополнил общей теорией удара и получил ряд классических результатов по аналитической механике.

Важную проблему механики составляет изучение устойчивости движения, и в частности устойчивости равновесия. Наличие устойчивых положений равновесия консервативной механической системы в случае минимума потенциальной энергии системы было известно еще Лагранжу.

Строгое доказательство этой теоремы, приводимой в большинстве современных курсов механики, дано Лежен – Дирихде (1805 – 1859).

Особенно много работал над развитием геометрических методов в различных областях теоретической и технической механики знаменитый профессор Московского университета Н. Е. Жуковский (1847 – 1921). В своих работах и статьях он неоднократно говорит о том, что механика должна в одинаковой мере опираться на анализ и геометрию, заимствуя у них то, что более подходит к существу задачи [8]. Представители аналитического метода, стремясь возможно шире ставить рассматриваемые вопросы, часто игнорируют геометрическую и механическую трактовку реальных задач природы, вызывая этим непреодолимые аналитические трудности, часто не оправдываемые физической сущностью проблемы.

Н. Е. Жуковский сделал ряд выдающихся открытий в различных отделах механики. Он разработал методы изучения движения тел с полостями, наполненными жидкостью, исследовал сложное явление гидравлического удара в водопроводах трубах и расширил возможности решения задач гидроаэродинамики методами струйной теории сопротивления. Важные открытия сделаны Жуковским по теории регулирования хода машин, теории механизмов и теории устойчивости движения.

Жуковский произвел подлинную революцию в преподавании теоретической механики в высшей школе нашей страны. Созданные им учебники по механике являются золотым фондом русской научной литературы. По инициативе Н. Е. Жуковского в 1920 г. на базе авиационного техникума был создан первый в нашей стране Институт инженеров Красного Воздушного Флота. Первым ректором этого института был Н. Е. Жуковский. В 1922 г. институт был преобразован в Военно – воздушную академию имени проф. Н. Е. Жуковского.

Работы Н. Е. Жуковского по аэродинамике были развиты трудами выдающего русского механика академика С. А. Чаплыгина (1869 – 1942). Чаплыгин развил теорию профиля крыла самолета, указав на плодотворность применения к этим задачам методов теории функций комплексного переменного. Он является зачинателем нового раздела аэродинамики – теории крыла при ускоренных и замедленных движениях. Чаплыгин разработал оригинальную теорию решетчатого крыла, нашедшую сейчас широкие применения в расчетах турбомашин [8].

В конце 19 и начале 20 в. Началась интенсивная разработка нового раздела теоретической механики, посвященного движению тел, масса которых изменяется с течением времени. Основные результаты в этом направлении получены русскими учеными профессором Ленинградского политехнического института И. В. Мещерский (1859 -1935) и выдающимся деятелем науки К. Э. Циолковским (1857 – 1935).

К. Э. Циолковский разработал теорию прямолинейных движений ракет. Он первый рассмотрел движение ракеты в среде без сил тяжести и сил сопротивления, выявив количественно, что может дать реактивный принцип сообщения движения. Полученная им формула для определения скорости ракеты получила в настоящее время мировое признание. Циолковский разработал теорию полета составных ракет, или ракетных поездов, угадав, что имеется оптимальное соотношение весов между отдельными ступенями составной ракеты, позволяющее достигнуть максимальной скорости. Кроме теоретических исследований, Циолковский дал основные конструктивные очертания жидкостных ракет дальнего действия, выступив в этой области техники пионером новых идей первостепенной важности. Он является основоположником теории космических полетов.

Принципиальное значение для дальнейшего развития механики тел переменной массы имеют исследования А. Эйнштейна (1879 – 1955) – создателя теории относительности. Эйнштейн устанавливает законы

движения тел со скоростями, сравнимыми со скоростью света. Исходными для построения механики относительности является два закона природы, получившие экспериментальное подтверждение в самых различных явлениях движения.

Последовательный анализ принципиальных понятий механики на основе принятых постулатов приводит к установлению взаимосвязи пространства, времени и движущейся материи. Масса движущегося тела оказывается переменной, зависящей от скорости его движения. Таким образом, в конце 19 и начале 20 столетия были сделаны весьма существенные дополнения к механике тел постоянной массой и 20 в. В развитии механики характерен бурным ростом открытий в области движений тел переменной массы.

Развитию теоретической механики в России способствовали работы П. Л. Чебышева (1821 -1894), внесшего существенный вклад в теорию механизмов и машин, Н. П. Петрова (1836 – 1920), разработавшего теорию гидродинамического трения в подшипниках скольжения и И. А. Вышнеградского (1831 – 1895), создавшего теорию регулирования хода машин [8].

Фундаментальное значение для развития механики корабля имеют работы академика А. Н. Крылова (1863 – 1945). Он создал теорию килевой качки корабля на волнах, которая стала в настоящее время общепринятой.

Крылов учился не только по классическим сочинениями великих механиков и математиков, которые он знал превосходно; он учился и у большого числа рабочих, техников, практиков – инженеров, которые по причине их превосходства в понимании реальной техники называются лучшими мастерами своего дела. Нужно видеть и знать противоречивую, многоликую жизнь техники, чтобы замечать и устанавливать общие законы механики, лежащие в основе ее многих современных разделов. Только

пристальное изучение живого дела создает в человеческом мозгу настоящий материал для размышления.

2.2 Краткая теория движения ракет (модуль 2)

Среди великих достижений мировой науки и техники конца 19 и 20 столетий одно из главнейших мест принадлежит достижениям в области ракетной техники. Теоретической основой изучения реактивного движения считается механика тел переменной массы. Систематические приложения общей теории движения тел переменной массы к исследованию прямолинейных движений ракет привели к возникновению и бурному развитию новой научной дисциплины – ракетодинамики. Основоположники ракетодинамики является Константин Эдуардович Циолковский, знаменитый деятель русской науки и техники [8].

Циолковский первым разработал строгую математическую теорию движения двухступенчатой ракеты в 1926 г. Подробную законченную теорию многоступенчатых ракет он опубликовал в 1929 г. Эта теория стала той научной базой, на которой создавались первые межконтинентальные баллистические ракеты, первые искусственные спутники Земли, облетающие нашу планету, и первые пилотируемые космические корабли, предназначенные для завоевания безграничных просторов космоса. Будущее космонавтики неотделимо от развития мощных многоступенчатых ракет.

Научные статьи Циолковского начали появляться в печати с 1891 г. почти все работы до 1917 г. были изданы в Калуге в виде небольших листовок малейшими тиражами на средства автора. Эта пропаганда своих научных идей – подлинный крик души Циолковского по ракетной технике начали переводиться на иностранные языки только с 1925 г., и тогда его фамилия становится известной в Западной Европе и Америке [8].

В летописях истории науки мало, пожалуй, найдется людей с таким широким пониманием явлений природы и технического прогресса, с таким

проницательным умом, с такой наивной, горячей верой в могущества науки, с такой высокой научной продуктивностью.

Циолковский начал свои первые научные исследования, когда работал учителем. Его основные научные работы тесно связаны с 3 фундаментальными научно – техническими проблемами, к исследованию которых он подходил и как изобретатель. Этими проблемами являются: цельнометаллический дирижабль, аэроплан и ракета для межпланетных сообщений.

Большинство работ, связанных с цельнометаллическим дирижаблем, было выполнено с 1885 по 1892 г. Описание и расчет превосходно обтекаемого аэроплана с легким двигателем были опубликованы в 1894 г. С 1896 г. Циолковский систематически занимался теорией движения ракет и предложил ряд плодотворных схем ракет дальнего действия и ракет для межпланетных путешествий.

К. Э. Циолковский много сделал для познания научных основ и принципов теории движения ракет. Он был первым в истории науки, кто строго формулировал и исследовал проблему изучения прямолинейных движений ракет, отталкиваясь от законов теоретической механики. Принцип сообщения движения при помощи сил реакции отбрасываемых частиц был осознан Циолковский еще в 1883 г., однако разработка им математически строгой теории реактивного движения относится к концу 19 столетия.

Работы по теории движения ракет доставили Циолковскому мировую известность. Важность этих исследований для будущего технического прогресса хорошо понимал и сам автор. В 1934 г. он писал: «1903 год. Возраст 46 лет. В «Научном обозрении» появилась моя работа «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Впервые дана теория ракеты и ее великое космическое применение. Она была не замечена, благодаря чему сохранился мой приоритет на теорию реактивного движения [8].

Изучение движения реактивных летательных аппаратов предполагает большие трудности, так как во время движения вес реактивного аппарата значительно изменяется. Уже сейчас существуют одноступенчатые ракеты, у которых во время работы двигателя вес уменьшается в 10 -12 раз. Изменение веса ракеты в процессе ее движения не позволяет использовать непосредственно те формулы и выводы, которые получены в классической механике, являющейся теоретической базой расчетов движения тел, вес которых постоянен во время движения.

Исследование движения ракет как тел переменного веса было поставлено на твердую научную почву К. Э. Циолковским. Именно строгое рассмотрение движения ракеты как тела переменной массы считается принципиальным достижением Циолковского в теории полета ракет, которую мы называем теперь ракетодинамикой. Циолковский является основоположником современной ракетодинамики.

Опубликованные труды К. Э. Циолковского по ракетодинамике позволяют установить последовательность развития его идей в этой новой области человеческого знания.

В одной из своих работ Циолковский высказал глубокую мысль о значении теории в развитии ракетной техники: «Такие жалкие реактивные явления мы обыкновенно и наблюдаем на Земле. Вот почему они никого не могли поощрить к мечтам и исследованиям. Только разум и наука могли указать на преобразование этих явлений в грандиозные, почти непостижимые чувства» [8].

Рассмотрим более подробно важнейшие результаты Циолковского, полученные в теории полета ракет. Не приводя здесь подробных математических выкладок, которые можно найти в его оригинальных статьях, отметим лишь самые важные достижения ученого в данной области.

При исследовании законов движения ракет Циолковский идет строго научным путем, последовательно вводя основные силы, от которых зависит

движение ракеты. Сначала он желает выяснить, какие возможности заключает в себе реактивный принцип создания механического движения, и ставит простейшую задачу о прямолинейном движении ракеты в предположении, что сила тяжести и сила сопротивления воздуха отсутствуют [8].

Циолковский весьма простыми рассуждениями получает основные уравнения движения ракеты в среде без действия внешних сил.

Деятельные исследования прямолинейных движений ракет и расчет скоростей истечения при сгорании различных топлив привели Циолковского к выводу, что достижение больших космических скоростей для одноступенчатой ракеты считается очень сложной технической проблемой. Для того чтобы при известных и доступных топливах полезному грузу можно было сообщить космические скорости, Циолковский предложил в 1929 г. оригинальное решение проблемы. Он разработал теорию движения составных ракет, или ракетных поездов. На основании приведенных в его работах описаний можно утверждать, что он предлагал к осуществлению два типа ракетных поездов.

Первый тип поезда подобен железнодорожному, когда паровоз толкает состав сзади. Представим себе, например, три ракеты, скрепленные последовательно одна за другим. Такой ракетный поезд толкается сначала нижней (хвостовой) ракетой. После использования топлива хвостовой ракеты она отцепляется от поезда и падает на землю. Далее начинает работать двигатель второй (средней) ракеты, которая для поезда из оставшихся двух ракет является толкающей. После полного использования топлива второй ракеты она также отцепляется, а у последней (третьей) ракеты начинает работать двигатель. Третья ракета может достигать гораздо большей скорости, чем одиночная ракета, так как отброшенные в процессе движения две ракеты уже сообщили ей дополнительную скорость.

Второй тип ракетного поезда (или составной ракеты) был назван Циолковским эскадрилей ракет. Представим себе, что в полет отправились четыре одинаковые ракеты, скрепленные параллельно, как клавиши рояля. Когда каждая из четырех ракет израсходует половину топлива, тогда две ракеты (например, одна справа и одна слева) переливают свой неизрасходованный запас топлива в полупустые емкости остающихся двух ракет и отделяются от эскадрильи. Полет продолжают полностью заправленные две ракеты. Израсходовав половину своего топлива, одна из ракет эскадрильи переливает оставшуюся половину в последнюю ракету, предназначенную для достижения цели путешествия [8].

Теория ракетных поездов, развитая в работах Циолковского, позволяет найти оптимальное распределение весов отдельных ступеней ракетного поезда, при котором поддерживается максимальная скорость последней ступени (полезного груза), если стартовый вес ракетного поезда задан.

Особый интерес имеет случай ракетного поезда, у которого приращения скорости от каждой ступени будут одинаковыми. В этом случае веса последовательных ракет, входящих в поезд, будут расти в геометрической прогрессии. Уже после смерти Циолковского было строго математически доказано, что такая многоступенчатая ракета будет оптимальной и обеспечивает максимальную высоту (или максимальную дальность) полета. Учитывая, что с увеличением стартового веса ракеты реактивная сила и сила тяжести растут пропорционально кубу характерного размера объекта, а сила сопротивления растет лишь пропорционально квадрату этого размера, можно с достаточной точностью определить характеристики больших ракет, учитывая только силу тяжести и реактивную силу. Поэтому в наши дни решение второй задачи Циолковского приобретает особо важное значение.

2.3 Движение тел с переменной массой (модуль 3)

В классической механике большинство количественных результатов, определяющих важнейшее свойство наблюдаемых движений, получено на основании законов Ньютона. Второй закон Ньютона, устанавливающий обычное соотношение между ускорением движущейся точки данной массы и действующими силами, является фундаментом для численного решения разнообразных частных задач. Однако второй закон Ньютона объективен, вообще говоря, только для точек постоянной массы. Если масса точки изменяется, то основной закон движения в форме Ньютона, на котором должен строиться все математические расчеты, не может быть использован для составления уравнений движения.

Иван Всеволодович Мещерский, один из основных русских механиков конца 19 и первой трети 20 столетия, всю свою творческую жизнь посветил творению основ механики тел переменной массы. Частой задачей механики тел переменной массы является, теория движения современных жидкостных ракет дальнего действия, у которых изменение массы при движении обусловлено отбрасыванием частиц сжигаемого запаса топлива.

Механика тел переменной массы имеет большое значение для правильного описания движения планет, и особенно Луны. Данный вопрос был поставлен в астрономической литературе в 1866 г., когда появилась необходимость наиболее сурового и точного объяснения векового ускорения Луны [8].

Скалярные дифференциальные уравнения движения точки переменной массы были установлены в магистерской диссертации И. В. Мещерского «Динамика точки переменной массы». Данная работа была опубликована в Петербурге в 1897 г. В истории развития теоретической механики, и особенно ее приложений, в частности, при исследовании движения ракет установление исходных уравнений имеет очень большое принципиальное значение. Второй закон Ньютона вытекает из уравнений

Мещерского как частый случай, если представить, что масса движущейся точки постоянна во все время движения.

Если ограничиться рассмотрением движения точки переменной массы, то 2 основных фактора будут различать ее уравнения движения от уравнения Ньютона: переменность массы и принятая гипотеза отделения частиц, характеризующая добавочную, или реактивную силу. Если относительная скорость отделяющихся частиц равна нулю, то добавочная сила, обусловленная процессом отделения частиц, также равна нулю. Нужно было начать исследование теории с такого частого случая, когда реактивная сила не будет входить в расчеты. Результаты исследования движения точки переменной массы в этом предположении были доложены Мещерским Петербургскому математическому обществу в 1893 г [8].

Дальнейшие занятия вопросами теории движения тел переменной массы привели Мещерского к созданию вполне законченной и строго обусловленной динамики точки переменной массы. Впервые в научной литературе Мещерского опубликовал основные дифференциальные уравнения движения точки переменной массы в 1897 г. и тем самым дал возможность получения количественных закономерностей для различных частных задач движения. Мещерский выделяет одну из существенных гипотез близкодействия (контактного взаимодействия) точки и отбрасываемых частиц. В момент отделения частицы от тела (точки) происходит явление, аналогичное удару; частица за очень малый промежуток времени получает относительную скорость v , и дальнейшее взаимодействие частицы и основного тела прекращается. Если m – масса отбрасываемой частицы, M – масса основной точки – приращение скорости основной точки, то на основании теоремы об изменении количества движения для ударных сил будем иметь: $M \Delta v = -mv$, отсюда

$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\frac{d\mathbf{v}_0}{dt} - \frac{d\mathbf{v}_1}{dt} = -\frac{d\mathbf{v}_0}{dt} - \frac{d\mathbf{v}_1}{dt}$, (1) где \mathbf{v}_0 - скорость основной точки, а \mathbf{v}_1 - абсолютная скорость отброшенной частицы.

Гипотеза близкого действия отбрасываемых частиц (гипотеза контактного взаимодействия) позволила Мещерскому получить векторное **дифференциальное** уравнение движения точки переменной массы в следующем виде: $\frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\frac{d\mathbf{v}_0}{dt} + \frac{d\mathbf{v}_1}{dt}$, (2).

Динамика точки переменной массы, разработанная трудами и талантом И. В. Мещерского, до наших дней остается наиболее полным и подробным исследованием по теории движения тел переменной массы. В этой фундаментальной работе, кроме открытия исходных дифференциальных уравнений, рассмотрено большое число уникальных частных задач и указаны общие методы, развитие которых обеспечит, несомненно, ряд практически важных заключений о закономерностях движения ракет. И. В. Мещерский – зачинатель нового раздела теоретической механики.

Новейший метод исследования движения точки переменной массы, предложенных Мещерским в его работе «Динамика точки переменной массы». Мещерский подверг наиболее тщательному анализу тот случай движения точки переменной массы, когда условная скорость отбрасываемых частиц равна нулю. Начальное уравнение в этом случае совпадает по форме со вторым законом Ньютона. Если для такого класса задач допустить, что равнодействующая внешних сил пропорциональна массе точки, то мы получим, что результирующее ускорение точки не зависит от закона изменения массы. Таким образом, «при действии сил, равнодействующая которых пропорциональна массе точки, точка переменной массы, по какому бы закону ее масса ни изменялась при отсутствии ударов, движется так же, как движется точка постоянной массы при действии тех же сил и при тех же начальных данных» [8].

Существенное место уделено Мещерским исследованию движений точки переменной массы под действием центральных сил. По созданию, диссертация Мещерского заложила основы небесной механики тел переменной массы. В случае если закон изменения массы точки известен, то для исследования геометрических, кинематических и динамических характеристик движения весьма плодотворным оказывается метод отображения движения, впервые предложенный Мещерским.

Идея метода состоит в следующем: находятся такие преобразования переменных реальной задачи к новым переменным в некотором вспомогательном пространстве, при которых в этом новом пространстве уравнения движения точки переменной массы переходят в уравнения движения «отображенной» точки постоянной массы. Между элементами движения вспомогательной точки в преобразованном пространстве и элементами движения реальной точки формулами преобразования устанавливается простое соответствие.

Второй основополагающей работой И. В. Мещерского по динамике точки переменной массы является его статья «Уравнение движения точки переменной массы в общем случае», которая была опубликована в 1904 г [8].

Задачи механики, связанные с изучением движения тел, масса которых изменяется в результате одновременно происходящих процессов присоединения и отделения частиц, можно для весьма большого числа случаев охватить единой теорией, основания которой формулируются с той же степенью точности, что и законы движения тел постоянной массы. Такую единую теорию и создал Мещерский в своей работе 1904 г. Дифференциальное векторное уравнение движения точки переменной массы в случае одновременного присоединения и отделения частиц можно получить весьма просто, если постулировать справедливость закона независимого действия сил для импульса сил, обусловленных контактным взаимодействием при отделении частиц к основной точке, движение которой

мы желаем изучить. Как было показано, реактивная сила при отделении частицы будет равна: $\frac{dM}{dt} v$, (3)

где v — абсолютная скорость отделяющейся частицы, u — скорость точки переменной массы и w — относительная скорость отделяющейся частицы $w = v - u$.

Аналогичные рассуждения дают «тормозящую» силу в случае присоединения частицы с массой Δm в виде (см. формулу (1)):

$$-\Delta m \frac{dw}{dt}, (4)$$

где v — абсолютная скорость присоединения частиц с массой Δm , w — относительная скорость этой частицы $w = v - u$.

Пусть равнодействующая внешних сил, действующих на точку переменной массы, будет F ; тогда дифференциальное уравнение движения этой точки можно написать в виде: $M \frac{du}{dt} = F + \frac{dM}{dt} w$, или $M \frac{du}{dt} = F + \frac{dM}{dt} (v - u)$, (5)

где M — массы точки в данный момент времени.

Если проекция скорости точки обозначим через u а проекции абсолютных скоростей v и w обозначим через v_x и w_x и соответственно, то, проектируя уравнение (5) на оси декартовых координат мы получим обобщенные уравнения Мещерского:

$$\begin{aligned} M \frac{du}{dt} &= F_x + \frac{dM}{dt} (v_x - u) \\ M \frac{dv_x}{dt} &= F_x + \frac{dM}{dt} (v_x - u) \\ M \frac{dw_x}{dt} &= F_x + \frac{dM}{dt} (v_x - u) \end{aligned} (6)$$

Очень важный частый случай уравнения (5) получится, если допустить, что движение точки переменной массы прямолинейно, секундные «расход» и «приход» массы одинаковы, т. е. $\frac{dM}{dt} = -\frac{dm}{dt}$ и

относительные скорости и известны и коллинеарные . Тогда из векторного уравнения (5) будем иметь: — (7)

где - проекции равнодействующей внешних сил на направление движения точки. Уравнение (7) получило широкое применение в современных теориях воздушно – реактивных двигателей; к сожалению, авторы этих теорий редко ссылаются на оригинальную работу Мещерского 1904 г [8].

Магистерская диссертация И. В. Мещерского «Динамика точки переменной массы» и работа «Уравнения движения точки переменной массы в общем случае» считаются высшими достижениями его научного творчества. Следует отметить еще 2 работы Ивана Всеволодовича, посвященные задачам механики тел переменной массы.

Иван Всеволодович Мещерский был выдающимся педагогом русской высшей технической школы. Особенно большое внимание он уделял постановке преподавания основного курса теоретической механики.

Главную идею Мещерского можно формулировать так: в высшей технической школе курс теоретической механики обязан быть теснейшим образом связан с курсами прикладной механики.

Теоретическая механика – научная основа важнейших разделов техники. Знание законов механики направляет и дисциплинирует творческую интуицию инженера.

Научные исследования И. В. Мещерского по теории движения тел переменной массы имеют большое значение для будущего становления ракетной техники и промышленности. В настоящий момент это довольно ясно подавляющему большинству ученых и инженеров. Исследованием движения тел переменной массы занимались одиночки по своей инициативе и любознательности.

Магистерская диссертация Мещерского «Динамика точки переменной массы», которую он защищал в Петербургском институте 10

декабря 1897 г. встретила довольно холодный прием. Иван Всеволодович вспомнил впоследствии, что на диспуте для множества присутствующих было неясно, какое значение для науки имеет развитие динамики тел переменной массы.

К чести Петербургского института следует отметить, что 13 декабря 1897 г. И. В. Мещерский был утвержден советом института в ученой степени магистра прикладной математики.

Иван Всеволодович Мещерский работал как ученый и преподаватель до последних дней собственной жизни. Он скончался 7 января 1935 г. на 76-м году жизни в Ленинграде.

Основные уравнения Мещерского для точки переменной массы и некие частные случаи этих уравнений переоткрывались в 20 веков многими учеными Западной Европы и Америки. Некие точные задачи движения тел переменной массы, детально и строго исследования в магистерской диссертации Мещерского, публиковались в 40-х и 50-х годах в научно – технических журналах другими авторами как уникальные. Фамилия И. В. Мещерского, зачинателя нового раздела теоретической механики, остается за рубежом до сих пор малоизвестным [8].

На наших глазах улучшается и расширяется новая наука – механика тел переменной массы. Стремительное развитие этой актуальной научной дисциплины есть результат творческих усилий ученых, изобретателей инженеров – наших современников, которые собственными наблюдениями, размышлениями и научно – техническим навыком постоянно очищают «историческое от случайного», подчеркивая частицы истинного познания, адекватного сити новейших процессов механического движения.

В этом направлении научного прогресса задолго до работы заграницей российский ученый И. В. Мещерский выдал мысли и способы главного принципиального значения. Он заложил основы механики тел переменной массы.

Применение и продолжение научных исследований И. В. Мещерского – благодарная задача для советских научных работников, посвятивших свое творчество новейшей технике нашей страны – ракетной технике.

2.4 Организация и проведение педагогического эксперимента

Содержание педагогического эксперимента предусматривало решение следующих задач:

1. Выявление уровня сформированности у учащихся основных понятий по разделу «Механика»;
2. Анализ знаний учащихся по разделу «Механика».

В соответствии с поставленными задачами педагогическое исследование осуществлялось в период прохождения педагогической практики с 15.02.2016 – 24.04.2016 в муниципальном бюджетном образовательном учреждении «Средняя школа № 27».

Было проведено анкетирование с целью выявления уровня сформированности у учащихся 10-х классов основных понятий по разделу «Механика».

Для решения данной задачи оказалось необходимым:

- 1) разработать анкету для учащихся старшей школы;
- 2) провести анализ результатов анкетирования.

Анкетирование проводилось среди учащихся 10-ого класса.

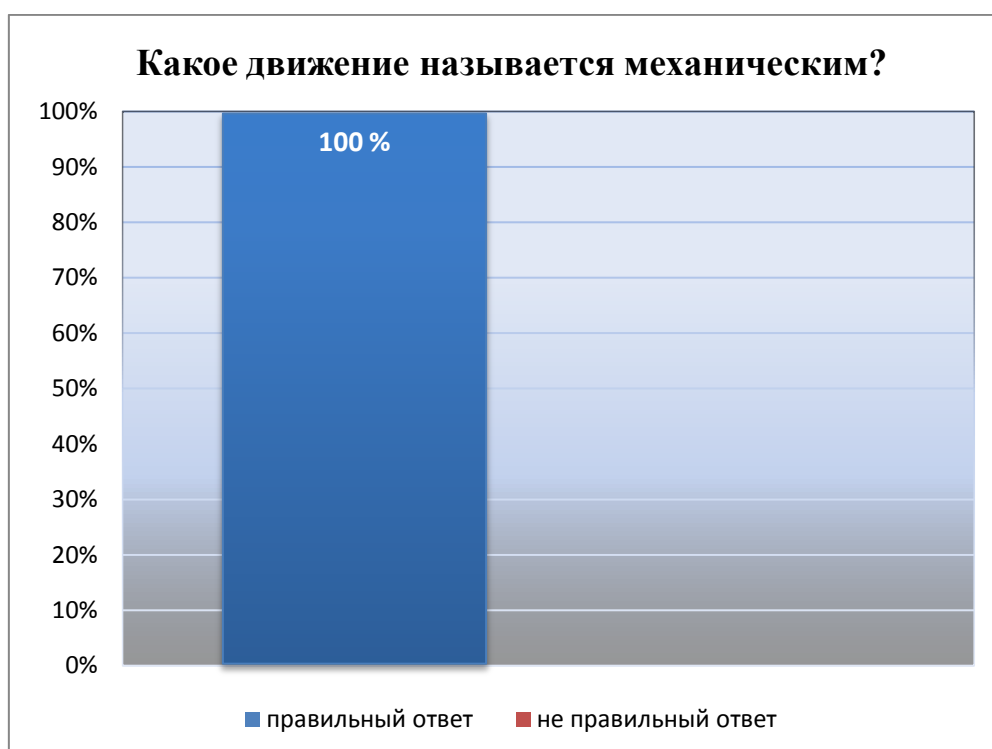
Вопросы анкеты были следующими:

1. Какое движение называется механическим?
2. Приведите примеры механических тел?
3. Перечислите основные законы механики?
4. Какие законы механики используются в технике?
5. Напишите основные принципы запуска ракет.
6. Влияет ли на скорость движения ракеты изменение ее массы?

7. Физические основы реактивного движения?
8. Выполняется ли закон сохранения энергии импульса при механическом движении тел?

В анкетировании принимали участие 20 учеников 10-ого класса. Приведем анализ результатов анкетирования учащихся десятых классов.

Первый вопрос «Какое движение называется механическим», не вызвал трудности у учащихся, на него ответили все 20 человек.



В ответах на второй вопрос «Приведите примеры механических тел?» учащиеся привели разные примеры, а именно (далее примеры идут в порядке убывания количества учащихся, приведенный тот или иной пример).

- автомобиль, автобус, самолет, полет птицы, течение реки – 35%;
- шар, стол, осколки стекла - 17%;
- футбольный мяч - 15%;
- поршень в двигателе машины - 13%;
- движение живых объектов, перемещение воздушных масс - 10%;

- движение волны в среде - 5%;
- материальна точка, твердое тело - 5%.

Результаты ответов на данный вопрос представлен в виде диаграммы (в процентном соотношении).

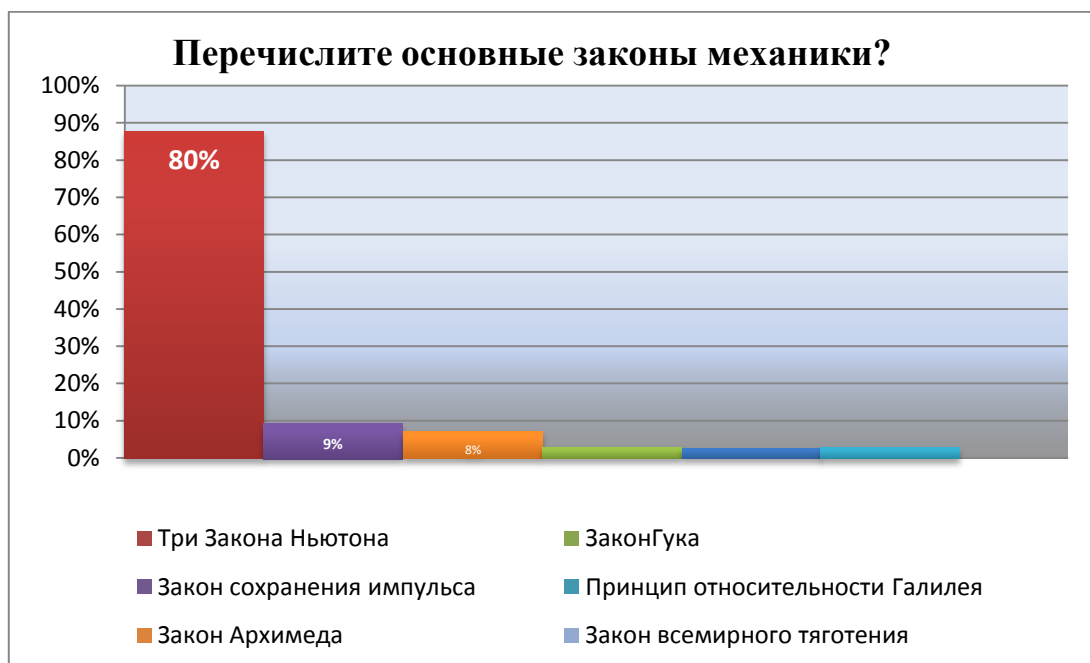


Из результатов ответов, полученных на второй вопрос, можно сделать вывод, что десятиклассники имеют полное представление о механическом движении различных объектов.

При ответе на **третий вопрос** «Перечислите основные законы механики?» учащиеся перечислили законы, которые рассматриваются в разделе механики. Результаты получились следующие:

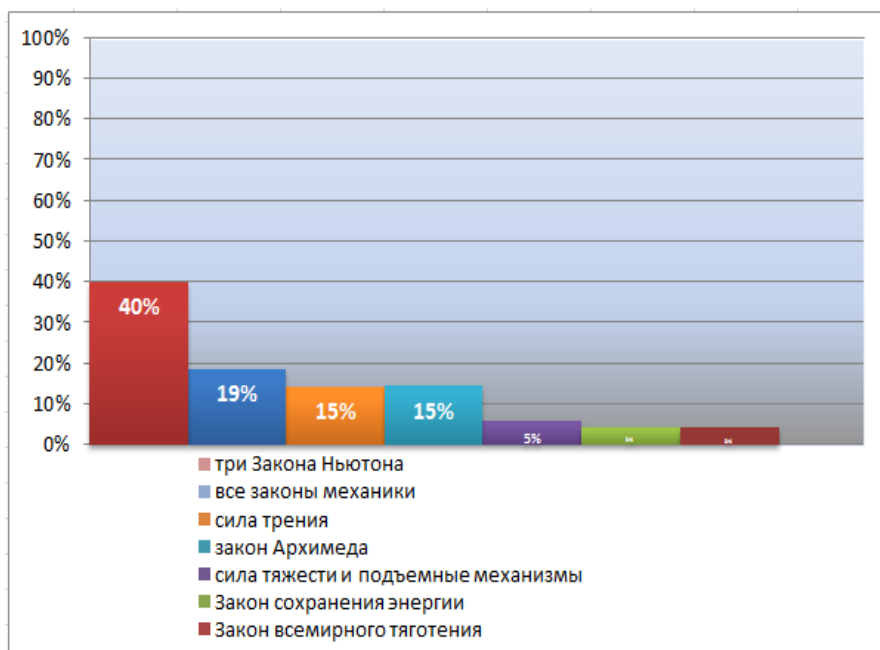
- три Закона Ньютона – 80%;
- закон сохранения импульса – 9%;
- закон Архимеда – 8%;
- закон Гука – 1%;
- закон всемирного тяготения – 1%;

- принцип относительности Галилея – 1%.

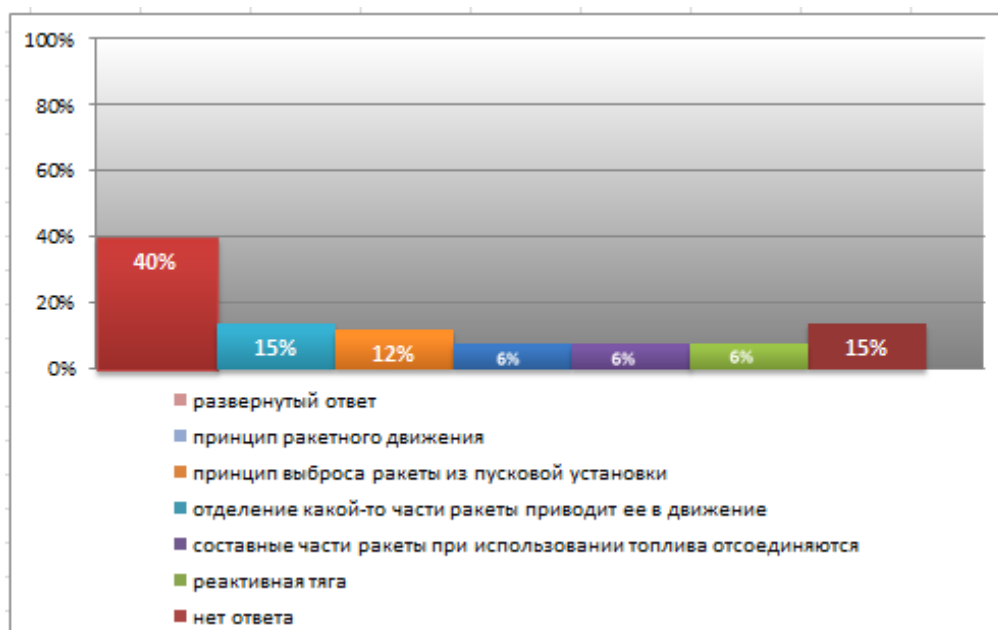


На **четвертый вопрос** «Какие законы механики используются в технике?» отдельные десятиклассники выделили эти законы, другие учащиеся вместо законов записали силы (трение, тяжести). Ниже показаны результаты ответов на вопрос:

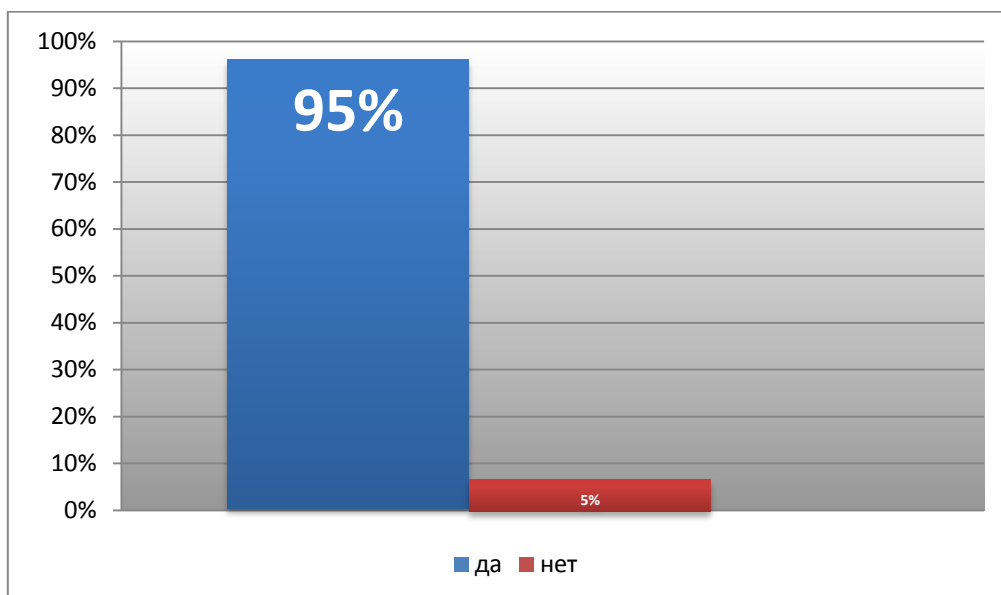
- три Закона Ньютона – 40%;
- все законы – 19%;
- сила трения – 15%;
- закон Архимеда – 15%;
- сила тяжести и подъемные механизмы – 5%;
- закон сохранения энергии – 3%;
- закон всемирного тяготения – 3%.



На пятый вопрос «Напишите основные принципы запуска ракет», (40%) дали развернутый ответ на поставленный вопрос; (15%) ответили, что движение ракеты основано на принципе реактивного движения; (12%) посчитали, что это принцип выброса ракеты из пусковой установки; (6%) ответил, что при отделении какой – то части ракеты приводит ее в движение; (6%) посчитал, что составные части ракеты при использовании топлива отсоединяются; (6%) ответил, что эта реактивная тяга; (15%) не ответили на вопрос.

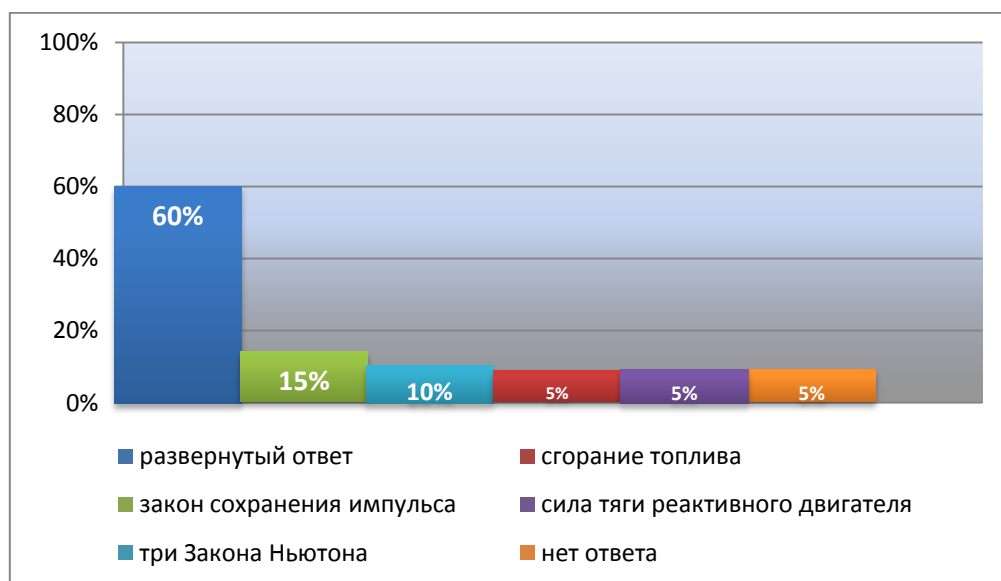


На **шестой вопрос** «Влияет ли на скорость движения ракеты изменение ее массы?». 95% учащихся дали ответ «Да». 5% учащихся дали ответ «Нет».

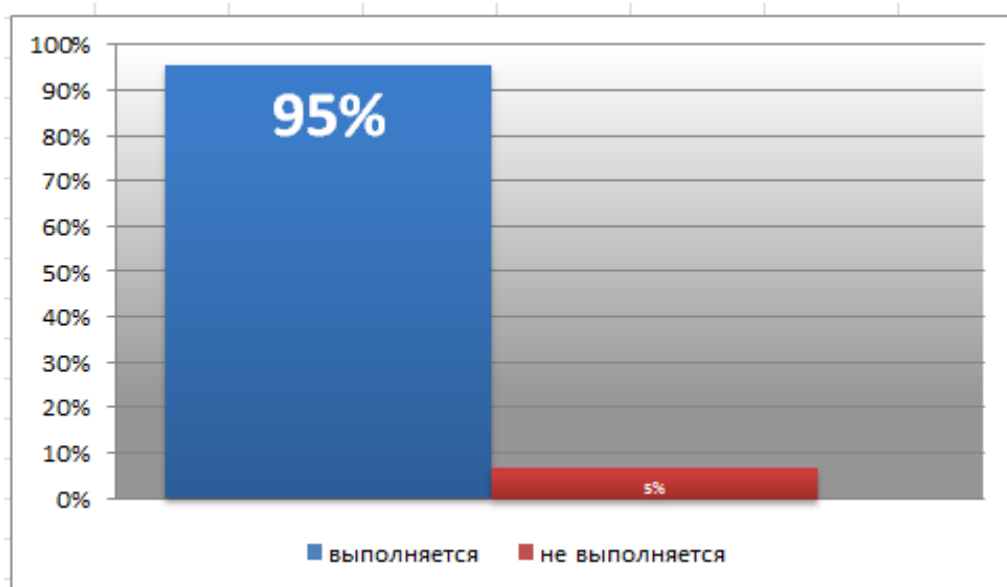


На **седьмой вопрос** «Физические основы реактивного движения?»,

(60%) дали развернутый ответ; (15%) ответили, что это закон сохранения импульса; (10%) ответили, что это три закона Ньютона; (5%) посчитали, что это сгорание топлива; (5%) ответил, что эта сила тяги реактивного двигателя; (5%) нет ответа.



На **восьмой вопрос** «Выполняется ли закон сохранения энергии импульса при механическом движении тел?», учащиеся ответили практически все, (95%) ответили, что выполняется закон сохранения энергии импульса; (5%) посчитали, что не выполняется закон сохранения энергии импульса.



Анализ результатов исследования уровня познавательной деятельности в процессе обучения физики позволяет сделать следующие выводы: что у учащихся низкий уровень сформированности основных понятий по разделу «Механика».

Выводы по второй главе:

Во второй главе выделено, разработанного нами содержание элективного курса «Теоретическая механика в школьном курсе физики».

В содержание элективного курса выделяются следующие модули: модуль 1 «Основные направления в развитии теоретической механики», модуль 2 «Краткая теория движения ракет», модуль 3 «Движение тел с переменной массой».

Заключение

Проблема, рассмотренная в выпускной квалификационной работе, актуальна и раскрыта, на определенном уровне. Разработан элективный курс «Теоретическая механика в школьном курсе физики», который рассчитан на 36 часов. В элективном курсе разработали следующие модули: модуль 1 «Основные направления в развитии теоретической механики», модуль 2 «Краткая теория движения ракет», модуль 3 «Движение тел с переменной массой». Данный элективный курс рекомендован для учащихся инженерно-технических классов.

Был проведен педагогический эксперимент в средней общеобразовательной организации, который показал низкий уровень сформированности у учащихся основных понятий по разделу «Механика». Это еще раз подтвердило, что для учащихся инженерно-технических классов необходимо введение в учебный процесс элективных курсов по различным разделам физики.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были решены следующие задачи:

1. Изучено состояние исследуемой проблемы в практике школьного обучения физике.
2. Проведен теоретический анализ раздела «Механика».
3. Выделены основные понятия для организации познавательной деятельности учащихся и выделены темы по математике, необходимые для освоения содержания элективного курса.
4. Разработано содержание элективного курса «Теоретическая механика в школьном курсе физики».
5. Проведен педагогический эксперимент по выявлению уровня сформированности у учащихся основных понятий по разделу «Механика».

Проблема, рассмотренная в ВКР, актуальна и требует своего дальнейшего исследования, направленного на активизацию познавательной

деятельности учащихся в процессе обучения физике и на коррекцию разработанного элективного курса. Анализ проблемы показал, что выделенные ее аспекты требуют дальнейшего исследования.

Библиографический список

1. Американское физическое общество. – Режим доступа: <http://www.aps.org/>.
2. Астахов А.В., Широков Ю.М. Курс физики: Т. 1 Механика. Кинетическая теория материи. – М.: Наука, 1977. – 384 с.
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. – М.: Высш. шк., 1989.- 608 с.
4. Европейское физическое общества. - Режим доступа: <http://www.epfl.ch/>.
5. Зверева, М.В. Развитие школьников в процессе усвоения знаний: экспериментально-педагогическое исследование / М.В. Зверева. М.: МГУ, 1983.- 137 с.
6. Зверева Н. М. Активизация мышления учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1980.
7. Иродов И. Е. основные законы механики. – М.: Высш. шк., 1985. – 248 с.
8. Космодемьянский А. А., Теоретическая механика и современная техника. Изд. 2-е, доп. М., «Просвещение», 1975.
9. Левич В. Г., Вдовин Ю. А., Мямлин В. А. Курс теоретической физики. Т. II. М., «Наука», 1971.
10. Латынцев С. В., Прокопьева Н. В. Л 27 Физика: механика, электродинамика: Учебное пособие для студентов педагогических вузов /С.В. Латынцев, Н.В. Прокопьева. Изд. 2-е, стереотип. - Красноярск: РИО КГПУ им. В.П. Астафьева, 2012. – 201 с.
11. Курс физики: Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1./Под. ред. В. Н. Лозовского. – СПб.: Издательство «Лань», 2000. – 576 с. – (Учебник для вузов. Специальная литература).
12. Максимова В.Н. Межпредметные связи в учебно-воспитательном процессе современной школы. - М.: Просвещение, 1986.

13. Махмутов, М.И. Развитие познавательной активности и самостоятельности учащихся / М.И. Махмутов. Казань, 1963. - 80 с.

14. Морозов, Е.П., Пидкасистый, П.И. Подготовка учителей к инновационной деятельности / Е.П. Морозов, П.И. Пидкасистый // Советская педагогика. 1991. - № 10. - С. 88-93.

15. МИФ: математика, информатика, физика (журнал для школьников). – Режим доступа: <http://www.virlib.lunnet.net/mif>

16. М 99 Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс: учеб. Для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский ; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 10-е изд. – М.: Просвещение, 2010. – 366 с.

17. Пособие для учителя / А.Г. Асмолов, Г.В. Бурменская, И.В. Володарская, О.А. Карабанова, Н.Г. Салмина, С.В. Молчанов. — 2-е изд. — М.: Просвещение, 2011. — 159 с.

18. Пинский А.А. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений и шк. с углубл. изучением физики: профил. уровень / [О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Э.К. Эвенчик и др.]; под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина; Рос. акад. наук, Рос. акад. образования, изд-во «Просвещение». – 13-е изд. – М.: Просвещение, 2011. – 431с.

19. Репкина Н.В., Заика Е.В. Оценка уровня сформированности учебной деятельности. – Томск: «Пеленг», 1993.

20. Тесленко В. И., Аёшин В. В. Нанотехнологии: настоящее и будущее. Предпрофильный элективный курс: методическое пособие / В. И. Тесленко, В. В. Аёшина; Краснояр. гос. пед. ун - т им. В. П. Астафьева. – Красноярск , 2009. – 2016 с.

21. Тесленко В. И., Трубицина Е. И. Методология и методика психолого-педагогического исследования: учебное пособие / В.И. Тесленко, Е.И. Трубицина; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2016. – 323 с.

22. Трафимов Т.И. Курс физики. – М.: Высш. шк., 1985. – 432 с.
23. Усова А.В. Педагогические основы формирования у учащихся обобщенных учебно-познавательных умений.
24. Щукина Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе: учеб. пособие для студентов пед. Институтов – М.: Просвещение, 1979.

Приложение