

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение.....	3
ГЛАВА I. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	5
1.1 История развития системы дополнительного образования учащихся в России.	5
1.2 Особенности профильного обучения старшей школы.....	12
ГЛАВА II. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ В ПРОФИЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ	18
2.1 Методика проведения факультативных занятий по физике в старших классах на базе дополнительных центров образования.....	18
2.2 Содержание и методика факультативного курса по физике в старших классах технологического профиля.....	23
2.3 Апробация программы факультативного курса по физике и ее результаты....	48
Заключение.....	56
Список использованных источников.....	58
Приложения.....	61

Введение

Актуальность темы обусловлена запросами современного общества на качество образования. В настоящее время к образованию предъявляются требования к подготовке учащихся, включающей не только овладение знаниями, но и развитие у них инициативы, самостоятельности, конкурентоспособности, мобильности. Развитие вышеперечисленных качеств объясняется стремительным ростом технического прогресса в обществе, когда особенно требуются универсальные специалисты, обладающие не только набором знаний, но и умением анализировать, делать выводы, прогнозировать, понимать результат своей деятельности. Решение этих проблем может быть достигнуто внедрением в образовательный процесс факультативных занятий, элективных курсов, кружков и других дополнительных форм занятий.

В Федеральном Законе «Об образовании Российской Федерации» в статье 75 говорится: «Дополнительное образование детей и взрослых направлено на формирование и развитие творческих способностей детей и взрослых, удовлетворение их индивидуальных потребностей в интеллектуальном, нравственном и физическом совершенствовании, формирование культуры здорового и безопасного образа жизни, укрепление здоровья, а также на организацию их свободного времени. Дополнительное образование детей обеспечивает их адаптацию к жизни в обществе, профессиональную ориентацию, а также выявление и поддержку детей, проявивших выдающиеся способности... [1]»

С другой стороны, существуют проблемы в методике организации и проведении факультативных занятий по физике в старших классах, которые объясняются разнообразием профилей обучения.

Цель исследования: разработать факультативный курс по физике для старших классов технологического профиля.

Для осуществления обозначенной цели необходимо реализовать следующие задачи:

1. Изучить историю развития системы дополнительного образования учащихся;

2. Провести анализ нормативно – правовой основы (нормативных документов) дополнительного образования;

3. Изучить структуру и направления профильного обучения в старших классах;

4. Изучить методику организации деятельности учащихся в центрах дополнительного образования;

5. Разработать программу факультативного курса по физике для старших классов технологического профиля.

Объект исследования – процесс обучения учащихся в старших классах технологического профиля.

Предмет исследования – содержание факультативного курса по физике в старших классах технологического профиля.

Для решения поставленных задач в дипломной работе использовались следующие методы исследования:

- 1) теоретический анализ методической литературы и научных изданий;
- 2) анализ учебных планов и программ по физике;
- 3) анализ организации дополнительного образования в городе Красноярске;
- 4) анализ и обобщение истории развития дополнительного образования в

России;

Апробация работы: основные положения данного исследования докладывались на XIX и XX Международном научно – практическом форуме студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» (г. Красноярск, 2018, 2019).

ГЛАВА I. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

1.1 История развития системы дополнительного образования учащихся в России

Проблема методики проведения факультативных занятий по физике в старших классах позволяет обратиться к истории дополнительного образования в России для того, чтобы лучше понимать, каким образом нужно работать педагогу сегодня, используя накопленный опыт и стремясь избежать возможных ошибок.

Возникновение первых организованных форм внеурочной работы с детьми специалисты относят к 30-м гг. XVIII столетия, когда в Шляхтетском кадетском корпусе в Петербурге воспитанники организовали литературный кружок, а позже стали издавать и свой печатный орган под названием «Праздное время, в пользу употребленное». Эти слова можно считать девизом той образовательно – досуговой деятельности, которая стала постепенно развиваться в России.

В 1905 г. в Москве был создан кружок из представителей интеллигенции, занимавшиеся развитием молодежи из рабочей среды. В программу кружка входило: ручной труд, всякого рода чтение, музыка, пение, рисование, театр, естественные науки – ботаника и астрономия.

В то же время стали открываться детские клубы. У истоков клубной работы стояли известные российские педагоги С. Т. Шацкий, А. У. Зеленко, К. А. Фортунатов, П. Ф. Лесгафт. Они стремились формировать у детей ответственность, солидарность и товарищество.

20 – 30 гг. XX в. время расцвета внешкольной работы. В это время начали появляться интересные педагогические начинания, оригинальные формы организации детской жизни, велись различные наблюдения и исследования за детской самостоятельностью, шло становление научно – методической базы внеурочной и внешкольной работы. Наиболее известными педагогами, которые внесли большой вклад в развитие внешкольного образования в нашей стране, являются Е. Н. Медынский, П. П. Блонский, С. Т. Шацкий, В. П. Шацкая, А. С.

Макаренко, В. Н. Терский. Также большое влияние на политику образования в СССР оказали Н. К. Крупская и А. В. Луначарский.

Также в 30 – е гг. особое внимание уделялось развитию сети различных технических станций для детей в связи с необходимостью подготовки большого числа квалифицированных специалистов для всех отраслей народного хозяйства, технически грамотных рабочих для новостроек.

В 1925 г. был открыт пионерский лагерь «Артек», и позже, особенно в послевоенные годы, пионерские лагеря получили массовое развитие, так как они решали задачи не только оздоровления детей, но и общественно – политического и трудового воспитания.

Задачи внешкольных учреждений в 20 – 30 – е гг. формулировались следующим образом:

- борьба за получение детьми знаний, ликвидация неграмотности;
- организация досуга через проведение массовой культурно – просветительной работы;
- оздоровление детей;
- включение детей в социалистическое строительство.

В эти годы расширилась деятельность многих педагогов. Например, таких как С. Т. Шацкого (колония «Бодрая жизнь») и А. С. Макаренко (трудовая колония им. М. Горького, трудовая коммуна им. Ф. Э. Дзержинского), их ценность состояла в том, что они показали новое взаимодействие коллектива и личности, взаимоотношения педагога и воспитанника. Они считали себя как наставниками, так и товарищами для детей, чтобы не подавлять инициативу ребят.

Негативное влияние на деятельность внешкольных учреждений оказали антинаучные акции: разгром краеведения (1929 г.), сельскохозяйственной науки (30 – е годы), августовская сессия ВАСХНИЛ (1948 г.), борьба с космополитизмом, объявление кибернетики лженаукой.

На 60 – е годы, годы оттепели, пришелся новый подъем внешкольной работы. Труды выдающихся педагогов снова стали востребованы. В это время

большую известность обрела методика И. П. Иванова, который опираясь на идеи А. С. Макаренко, создал школу пионерского актива «Коммуна юных фрунзенцев» - КЮФ. Смысл этой школы состоял в том, чтобы прийти на помощь друг другу, прожить день с пользой для себя, для людей, для всякого коллектива. Деятельностью ребят являлось творчество личное и общественное.

К 70 – м годам сформировались содержание и формы работы внешкольного учреждения. По мнению специалистов, внешкольное учреждение представляло собой своеобразную общность детей и взрослых, характеризующуюся целенаправленностью, разновозрастным составом участников, автономностью существования, цикличностью функционирования, разнообразием и свободой выбора деятельности, формальными и неформальными отношениями между взрослыми и детьми, возможностью ребенка не зависеть от стереотипа мнения привычного окружения и выступать в новой роли. (М. Б. Коваль)

Также внеурочная деятельность организовывалась и в школах под педагогическим руководством учителя. Внеурочная работа становилась как бы продолжением урока. Старшеклассники имели возможность развивать свои академические способности на факультативных курсах, а также готовиться на факультативах к поступлению в ВУЗы.

Таким образом, можно сделать выводы, что в СССР была создана уникальная государственная система внешкольных учреждений, в них занималось большое количество детей школьного возраста [2].

Внешкольные учреждения, кружки и секции в школах решали несколько важных задач: помощь развития у школьников тех или иных видов деятельности, а также организация содержательного досуга (проведение массовых мероприятий, интеллектуальных и спортивных игр и т.п.).

Также большую роль играли внешкольные учреждения в профессиональной ориентации школьников, так как расширяли ту область знаний и сфер деятельности, которые не могла дать школа [3].

В середине 80 – х гг. начались изменения в социально – экономической жизни страны, а затем и перемены в советской политической системе отразились

на системе образования. Так как уменьшилось финансирование образования государством, число внешкольных учреждений стало сокращаться, а некоторые из них стали вводить платные образовательные услуги, все эти проблемы привели к ухудшению материально – технической базы учреждений, что в первую очередь ударило по научно – техническому направлению и некоторым видам спортивной подготовки[2].

Большую роль в сохранении и развитии отечественной системы образования сыграл Закон РФ «Об образовании» (1992 г.), так как был начат процесс эволюционного видоизменения системы внешкольной работы и внешкольного воспитания, перехода ее в новое качественное состояние [4].

В 1996 году закончился первый период преобразования внешкольной работы в систему дополнительного образования школьников. Он протекал в весьма неблагоприятных социально-экономических условиях финансовой нестабильности, инфляции, спада отечественного производства, неослабевающего социального напряжения.

В довольно непростых условиях удалось реализовать большое количество задач первого периода становления системы дополнительного образования.

Министерством образования РФ разработан пакет документов, определяющих развитие дополнительного образования в России, дающих теоретические и практические ориентиры для работы административных и педагогических работников системы дополнительного образования школьников [5].

Это решения Коллегии Министерства образования Российской Федерации:

«О стратегии развития государственных и муниципальных учреждений дополнительного образования детей», № 12/1 от 25.04.94 г;

«О развитии дополнительного образования детей в условиях общеобразовательного учреждения», № 22/1 от 23.11.94 г.;

«Об основных направлениях развития воспитания в системе вариативного образования», № 12/1 от 05.06.96 г.;

«О практике социально-педагогической работы в России и перспективах ее

развития», № 19/1 от 27.10.93 г.;

«О поддержке детских общественных организаций в Российской Федерации», № 6/1 от 14.04.93 г.;

Приказ Министерства образования «Об утверждении Типового положения об образовательном учреждении дополнительного образования детей» № 140 от 27.03.95 г.

Это базовые документы, ориентирующие на решение задач становления дополнительного образования детей в Российской Федерации.

Современный этап освоения образовательными учреждениями потенциала дополнительного образования стал временем осмысления преимуществ этого вида образования; соотнесения новых идей и привычных стереотипов "второстепенности" дополнительного образования по отношению к базовому; разработки технологии его реализации; закрепления появляющегося в практике опыта планирования и организации дополнительного образования, решения задач повышения его качества.

С 1997 года начался второй период развития системы дополнительного образования детей - технологический. Он продлился до 2000 года. Его основной задачей было: освоение и коррекция нормативно - правовой и программно - методической базы дополнительного образования.

В 90-е гг. XX века происходит обновление системы дополнительного образования. Появились новые направления во внешкольной работе с детьми, например, экономическое, экологическое, компьютерное, правовое и т.д. В изученных нормативных документах по дополнительному образованию школьников достаточно четко просматривается особое внимание к их личностно - развивающему потенциалу [2].

Учреждения дополнительного образования детей по формам собственности подразделяются на: государственные, федеральные государственные, муниципальные, негосударственные.

В настоящее время действуют следующие виды учреждений [6]:

- центры дополнительного образования детей, развития творчества детей

и юношества, творческого развития и гуманитарного образования, детского творчества, внешкольной работы, детского (юношеского) технического творчества (научно-технического, юных техников), детского и юношеского туризма и экскурсий (юных туристов), эстетического воспитания детей (культуры, искусств или по видам искусств), детско-юношеский центр, детский (подростковый) центр, детский экологический (оздоровительно-экологический, эколого-биологический) центр, детский морской центр, детский (юношеский) центр, детский оздоровительно-образовательный (профильный) центр;

- дворцы детского (юношеского) творчества, творчества детей и молодежи, учащейся молодежи, пионеров и школьников, юных натуралистов, спорта для детей и юношества, художественного творчества (воспитания) детей, детской культуры (искусств);

- дома детского творчества, детства и юношества, учащейся молодежи, пионеров и школьников, юных натуралистов, детского (юношеского) технического творчества (юных техников), детского и юношеского туризма и экскурсий (юных туристов), художественного творчества (воспитания) детей, детской культуры (искусств);

- станции юных натуралистов, детского (юношеского) технического творчества (научно-технического, юных техников), детского и юношеского туризма и экскурсий (юных туристов), детская экологическая (эколого-биологическая) станция;

- детская школа искусств, в том числе по видам искусств;
- детско-юношеские спортивные школы (ДЮСШ);
- специализированная детско-юношеская спортивная школа олимпийского резерва (СДЮСШОР);
- детско-юношеские спортивно-адаптивные школы.

Виды учреждений указаны в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 7 декабря 2006 г. N 752 г. «О внесении изменений в Типовое положение об образовательном учреждении дополнительного образования детей».

Таким образом, изучив историю развития системы дополнительного образования, можно сделать вывод, что в конце XX века складываются основные институциональные формы дополнительного образования детей: внутришкольные (дополнительные дисциплины по выбору и предметные кружки, объединения учащихся по интересам), внешкольные образовательные учреждения (одно - и многопрофильные) и работа с детьми по месту жительства (площадки, детские общественные организации).

В работе мы предлагаем факультативный курс по физике для учащихся старшей школы.

Под факультативом следует понимать необязательный учебный курс, изучаемый по желанию. В современной школе факультативные курсы организуются для углубления и расширения общеобразовательных знаний в соответствии с желаниями и интересами учащихся [7].

Факультативные занятия отличаются от других форм внеклассных работ тем, что они снабжают учащихся большим объемом научно – теоретических знаний, а также развивают способности, формируют мировоззрение, характеризуют содержательной связью с историей науки.

Для организации факультативных занятий учащиеся одного или параллельных классов объединяются в группу. Наполняемость групп составляет не менее пяти учащихся. Факультативные занятия предусматриваются расписанием, которое утверждается директором школы, и проводятся до или после уроков. Между обязательными и факультативными занятиями должен быть перерыв 15 – 20 минут, продолжительность занятий не должна превышать 45 минут. Факультативные занятия с 9 по 11 класс могут проводиться в субботу, их следует планировать в дни, когда у учащихся наименьшее количество обязательных уроков. Особенностью организации является также отсутствие оценок, выражаемых в баллах [8].

Факультативные занятия могут быть естественно-математической, гуманитарной, обществоведческой, экологической, военно-патриотической, музыкальной, хореографической, художественной, театральной, спортивной и

иной направленности. Такие занятия направлены на углубление содержания изучаемых предметов, повышение к ним интереса, активизацию познавательной деятельности, интеллектуальное, духовное и физическое развитие, подготовку к самостоятельному выбору, продолжению образования и началу трудовой деятельности [9].

В следующем параграфе мы рассмотрим сущность профильного обучения в старших классах, и на основе этого представим факультативный курс, в зависимости от направленности обучения.

1.2 Особенности профильного обучения старшей школы

Модернизация российского образования началась с перехода старшей школы на профильное обучение. Эта необходимость была определена Правительством России в «Концепции модернизации российского образования на период до 2010 г.» (Распоряжение Правительства РФ от 29.12.2001 № 1756-р).

Прежде всего следует разобраться с тем, что называется профильным обучением.

Профильное обучение – средство дифференциации и индивидуализации обучения, позволяющее за счет изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса более полно учитывать интересы, склонности и способности учащихся, создавать условия для обучения старшеклассников в соответствии с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования. Задача профилизации - создать такие условия, чтобы каждый ученик самоопределился, понял, к какой сфере деятельности он склонен и наиболее способен. Сделав подобный выбор, ученик вправе рассчитывать на то, что он получит такой уровень подготовки, который обеспечит ему возможность поступить в соответствующее учебное заведение [10].

Профильное обучение направлено на реализацию личностно-ориентированного учебного процесса. При этом существенно расширяются возможности выстраивания учеником индивидуальной образовательной

траектории.

Переход к профильному обучению преследует следующие основные цели [11]:

- обеспечить углубленное изучение отдельных предметов программы полного общего образования;

- создать условия для существенной дифференциации содержания обучения старшеклассников с широкими и гибкими возможностями построения школьниками индивидуальных образовательных программ;

- способствовать установлению равного доступа к полноценному образованию разным категориям обучающихся в соответствии с их способностями, индивидуальными склонностями и потребностями;

- расширить возможности социализации учащихся, обеспечить преемственность между общим и профессиональным образованием, более эффективно подготовить выпускников школы к освоению программ высшего профессионального образования.

В Концепции о модернизации российского образования отмечается, что на современном этапе развития России роль образования определяется задачами перехода к демократическому и правовому государству, а также необходимостью преодоления опасности отставания страны от мировых тенденций экономического и общественного развития [12].

Основная идея обновления старшей ступени общего образования состоит в том, что образование здесь должно стать более индивидуализированным, функциональным и эффективным.

Также одним из важнейших этапов модернизации российского образования стало разработка и внедрение образовательных стандартов нового поколения (ФГОС¹).

ФГОС среднего (полного) общего образования был утвержден 17 мая 2012 года приказом Минобрнауки России и 7 июня 2012 года зарегистрирован Минюстом России.

1 ФГОС – Федеральный государственный образовательный стандарт.

Одной из особенностей ФГОС среднего (полного) общего образования является профильный принцип образования. Для 10 – 11 классов определены 5 профилей обучения [13]:

- естественно-научный;
- гуманитарный;
- социально-экономический;
- технологический;
- универсальный.

Профильная система обучения должна включать в себя следующие типы учебных предметов: базовые общеобразовательные, профильные и элективные.

Базовые общеобразовательные предметы являются обязательными для всех учащихся во всех профилях обучения.

Общими для включения во все учебные планы являются такие учебные предметы, как:

- «Русский язык и литература»;
- «Иностранный язык»;
- «Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия»;
- «История» (или «Россия в мире»);
- «Физическая культура»;
- «Основы безопасности жизнедеятельности» [14].

Профильные общеобразовательные предметы – предметы повышенного уровня, определяющие направленность каждого конкретного профиля обучения. Например, физика, химия, биология – профильные предметы в естественнонаучном профиле; литература, русский и иностранные языки – в гуманитарном профиле; история, право, экономика и др. – в социально-экономическом профиле; математика, информатика, физика – в технологическом профиле и т.д. Профильные учебные предметы являются обязательными для учащихся, выбравших данный профиль обучения.

Элективные курсы – обязательные для посещения курсы по выбору

учащихся, входящие в состав профиля обучения на старшей ступени школы. Элективные курсы реализуются за счет школьного компонента учебного плана и выполняют две функции. Одни из них могут «поддерживать» изучение основных профильных предметов на заданном профильным стандартом уровне. Другие элективные курсы служат для внутри профильной специализации обучения и для построения индивидуальных образовательных траекторий [15].

Предлагаемая концепция профильного обучения исходит из многообразия форм его реализации.

Возможна такая организация образовательных учреждений различных уровней, при которой реализуется не только содержание выбранного профиля, но и предоставляется учащимся возможность осваивать интересное и важное для каждого из них содержание из других профильных предметов. Такая возможность может быть реализована как посредством разнообразных форм организации образовательного процесса (дистанционные курсы, факультативы, экстернат), так и за счет кооперации (объединения образовательных ресурсов) различных образовательных учреждений (общеобразовательные учреждения, учреждения дополнительного, начального и среднего профессионального образования и др.). Это позволит старшекласснику одного общеобразовательного учреждения при необходимости воспользоваться образовательными услугами других учреждений общего, начального и среднего профессионального образования, обеспечивающей наиболее полную реализацию интересов и образовательных потребностей учащихся.

Таким образом, можно выделить несколько вариантов (моделей) организации профильного обучения [16]:

1. Модель внутришкольной профилизации;

Общеобразовательное учреждение может быть однопрофильным (реализовывать только один избранный профиль) и многопрофильным (организовать несколько профилей обучения).

Общеобразовательное учреждение может быть в целом не ориентировано на конкретные профили, но за счет значительного увеличения числа элективных

курсов предоставлять школьникам (в том числе, в форме многообразных учебных межклассных групп) и в полной мере осуществлять свои индивидуальные профильные образовательные программы, включая в них те или иные профильные и элективные курсы.

2. Модель сетевой организации.

В подобной модели профильное обучение учащихся конкретной школы осуществляется за счет целенаправленного и организованного привлечения образовательных ресурсов иных образовательных учреждений. Оно может строиться в двух основных вариантах.

Первый вариант связан с объединением нескольких общеобразовательных учреждений вокруг наиболее сильного общеобразовательного учреждения, обладающей достаточным материальным и кадровым потенциалом, которое выполняет роль «ресурсного центра». В этом случае каждое общеобразовательное учреждение данной группы обеспечивает преподавание в полном объеме базовых общеобразовательных предметов и ту часть профильного обучения (профильные предметы и элективные курсы), которую оно способно реализовать в рамках своих возможностей. Остальную профильную подготовку берет на себя «ресурсный центр».

Таким образом обучающиеся, которые занимаются на определенном профиле и изучают обязательные элективные курсы по выбору, также могут выбрать какой-либо факультатив, который будет освоен не только в школе, но и на базе дополнительного образовательного учреждения.

Факультативные курсы необходимы, прежде всего, для расширения кругозора обучающихся, так как профильные элективные курсы нацелены не столько на развитие кругозора школьников и закрепление его базовых знаний, сколько на приобретение знаний и навыков, которые помогут освоению профессии и их успешному продвижению на рынке труда. Любой школьник может выбрать один или несколько факультативных курсов, в зависимости от степени его занятости. Это поможет ему найти то, что его больше всего интересует.

Второй вариант основан на кооперации общеобразовательного учреждения с учреждениями дополнительного, высшего, среднего и начального профессионального образования и привлечении дополнительных образовательных ресурсов. В этом случае учащимся предоставляется право выбора получения профильного обучения не только там, где он учится, но и в кооперированных с общеобразовательным учреждением образовательных структурах (дистанционные курсы, заочные школы, учреждения профессионального образования и др.).

Предложенный подход не исключает возможности существования и дальнейшего развития универсальных (непрофильных) школ и классов, не ориентированных на профильное обучение и различного рода специализированных общеобразовательных учреждений (хореографические, музыкальные, художественные, спортивные школы, школы-интернаты при крупных вузах и др.).

Решение об организации профильного обучения в конкретном образовательном учреждении принимает его учредитель по представлению администрации образовательного учреждения и органов его общественного самоуправления.

ГЛАВА II. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ В ПРОФИЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ

2.1 Методика проведения факультативных занятий по физике в старших классах на базе дополнительных центров образования

Дополнительное образование связано с базовым образованием, так как оно дополняет его, расширяет и углубляет, вводя новые аспекты, которые не изучаются на учебных занятиях в школе.

В этой главе мы представим методику организации факультативных занятий по физике в старших классах технологического профиля, содержание, цели и особенности проведения факультативных занятий по физике. Цель разработанного факультативного курса предполагает решение следующих задач:

1. Изучение интересов и потребностей учащихся в дополнительном образовании, предполагающих участие в творческой деятельности;
2. Создание каждому учащемуся ситуации самоопределения;
3. Социализация учащихся к жизни в современном обществе;
4. Организация содержательного проведения свободного времени.

Особенностью разработанного нами факультативного курса является сочетание проведения учебных занятий на базе стационарного образовательного учреждения (школы, лицея, гимназии и др.) и в учреждениях дополнительного образования. Для того чтобы система дополнительного образования могла в полной мере реализовать вышеперечисленные задачи, необходима четкая и слаженная работа всей педагогической системы, а также знание методики разработки и преподавания занятий дополнительного образования.

Значение дополнительного образования для учащихся старших классов с технологическим профилем обучения состоит в том, что оно позволяет [17]:

- знакомить учащихся с современными достижениями науки и техники;
- повышать мотивацию и формировать культуру к получению научных знаний;
- готовить учащихся к продолжению образования в вузе;
- развивать творческие способности учащихся, их самостоятельность в

решении технических задач;

- формировать у учащихся коммуникативные умения в процессе выступления с докладами и рефератами;

- эффективно работать в группе по интересам;

- способствовать профессиональной ориентации учащихся.

Значимость разработанной программы заключается в том, что в нее включены теоретические вопросы, не рассматриваемые в базовом курсе физики. Практические работы, предполагаемые проверку физических законов и явлений, и требующие специального оборудования планируется проводить на базе технопарка «Кванториум». Таким образом, обучающиеся могут определиться с профессиональной направленностью и получить первоначальные знания будущей профессии. Формами обучения учащихся в дополнительном образовании являются традиционные формы: лекции (по теоретическим вопросам, которые носят ориентировочный, установочный характер); семинарские занятия (посвящаются обсуждению теоретических вопросов, их более глубокой проработке); лабораторные фронтальные работы. Новыми необычными видами обучения являются практикум по решению физических задач (ПРЗ) и лабораторный физический практикум (ЛФП).

Таким образом, дополнительное образование является неотъемлемой частью основного общего образования, так как основное общее образование ценно своей системностью, а дополнительное образование – возможностью индивидуализировать процесс социализации подрастающего поколения.

В данном параграфе, мы представим организацию проведения факультативных занятий в старших классах на базе технопарка «Кванториум», чередующихся с занятиями факультативного курса в школе. Это позволит учителю реализовать факультативный курс, используя различные методы обучения.

«Кванториумы» — это федеральная сеть детских технопарков, на территории которых размещен уникальный технологический парк оборудования, с современным подходом к проектному обучению. Здесь школьники

сотрудничают с настоящими учеными, компаниями и предпринимателями, проектируя решения реальных производственных задач.

На сегодняшний день Кванториум является современным форматом дополнительного образования для школьников не только с техническим складом ума, но и для каждого желающего обучаемого создать своё инновационное изобретение и найти ему применение в современном мире.

Цель создания Кванториумов: создание и развитие системы современных инновационных площадок интеллектуального развития и досуга для детей и подростков на территории России.

Задачи, реализуемые в Кванториуме:

- создать систему научно-технического просвещения через привлечение детей и молодёжи к изучению и практическому применению наукоёмких технологий;

- обеспечить подготовку национально-ориентированного кадрового резерва для наукоемких и высокотехнологичных отраслей экономики РФ;

- разработать и внедрить новый российский формат дополнительного образования детей в сфере инженерных наук;

- обеспечить системное выявление и дальнейшее сопровождение одаренных в инженерных науках детей.

Подготовка обучающихся ведется по 7 – ми направлениям технопарка [6]:

1. Аэроквантум (беспилотные летательные системы);
2. Робоквантум (робототехника);
3. Энерджиквантум (альтернативные источники энергии);
4. Космоквантум (космические системы и аппараты);
5. Наноквантум (нанотехнологии);
6. VR/AR - квантум (виртуальная и дополненная реальность);
7. Промышленный дизайн.

Созданием «Аэроквантума» послужила поставленная перед отечеством задача – войти в число крупнейших мировых производителей авиационной техники, так как авиация является одной из самых высоко – технологичных сфер

деятельности, которая содержит в себе передовые научные и инженерные достижения.

В данном квантуме обучающиеся и их наставники работают над собственным проектом и решают инженерные задачи по проектированию, сборке, а также программированию беспилотных летательных аппаратов.

«Робоквантум» – это инженерно-техническое направление, основанное на изучении конструкции робота, программного обеспечения и понимания принципа работы технических устройств. Оно нацелено на проектное обучение, что представляет собой творческую робототехнику, создание новых роботов, которые могли бы применяться в нашей жизни.

В проектной траектории «Робоквантум» учащиеся овладеют технологиями в области электроники, мехатроники и программирования. Научатся понимать принципы работы, возможностей и ограничений технических устройств, а также научатся настраивать беспроводное аппаратное обеспечение, устанавливать беспроводную связь между роботом и компьютером, используя промышленные средства программирования.

Одна из главных задач России в ближайшем будущем –научиться напрямую аккумулировать, сохранять и использовать солнечную энергию, которая является первоисточником всех энергоносителей на нашей планете.

Таким образом, «Энерджиквантум» направлен на изучение альтернативных источников энергетики, практических навыков в этих областях, изучение принципов создания современных транспортных средств на основе альтернативной энергии, а также приобретение знаний по кинематической физике, физике химических источников тока, материаловедению, освоение основ гидродинамики, электротехники, фотоники.

«Космоквантум» является приоритетным направлением, так как освоение космоса и создание перспективных транспортных и космических систем одна из важнейших задач мирового рынка. Поэтому общим условием успешного обучения детей является эффективная реализация инновационной проектной траектории, когда команды учащихся работают как конструкторские бюро, решая

сложные инженерные задачи.

С развитием технического прогресса необходимо создавать новые материалы, так как множество ресурсов становятся ограниченными, и им нужна альтернативная замена. Именно в этом направлении работает «Наноквантум», который создает нанотехнологии, а также работает над улучшением свойств и пределов устойчивости материалов, механизмов и конструкций.

Дополненная и виртуальная реальность – это особое направление, которое связано с каждым из квантумов, и может использоваться абсолютно в любой сфере жизни. Обучающиеся в «VR/AR² квантуме» смогут научиться создавать и моделировать различные ситуации, в которых необходимо применение VR шлемов (от создания игр до моделирования станции замкнутого цикла на Марсе).

Квантум «Промышленный дизайн» позволяет обучающимся научиться создавать продукт, обладающий такими важными параметрами, как – эстетика и эргономика, а также он должен отвечать запросам потребителей. Для этого дизайнер должен уметь определять потребительскую нишу товара, прогнозировать запросы потребителей, попадать в стилистику бренда, создавать инновационный продукт, проектировать предметы, которые будут радовать потребителя, предугадывать и опережать привычные потребности пользователей в своих областях [18].

Некоторые направления технопарка были учтены при разработке содержания программы факультативного курса технологического профиля для старших классов.

Таким образом, факультативный курс по физике даст возможность учащимся расширить и углубить теоретические знания на базе стационарного образовательного учреждения, и реализовать практические навыки инженерной деятельности в центрах дополнительного образования.

2 VR\AR - виртуальная и дополненная реальность.

2.2 Содержание и методика факультативного курса по физике в старших классах технологического профиля

В данном параграфе представлена учебная программа факультативного курса по физике в старших классах технологического профиля.

Структура программы:

- пояснительная записка;
- учебно-тематическое планирование;
- краткое содержание курса;
- методическое обеспечение.

Пояснительная записка

«Ничто не мешает человеку завтра стать умнее, чем он был вчера»

Петр Капица

Физика — это наука о природе, изучающая наиболее общие свойства окружающего нас мира. Она раскрывает роль науки в экономическом и культурном развитии общества, способствует формированию научного мировоззрения, освоение методов научного познания мира, развитие исследовательских, прикладных, конструкторских, инженерных способностей обучающихся в области точных наук и технического творчества.

Основная задача физики, как науки – выявить и объяснить законы природы, которыми определяются все физические явления, для использования их в целях практической деятельности человека. Мир познаваем, и процесс познания бесконечен.

Цель факультативного курса: обеспечение учащихся необходимым уровнем подготовки по физике в области физических знаний, умений и навыков; формирование профессиональной самореализации в сфере инженерной деятельности школьников технологического профиля.

Новизна курса заключается в интеграции знаний по физике, приобретаемых учащимися в школе, которые расширяются и углубляются в технопарке «Кванториум». Практические навыки учащихся также реализуются на базе

технопарка. Разработанная учебная программа включает в себя условия для овладения стилем работы ученого, а именно формирование критического мышления, когда учащиеся должны уметь ставить перед собой проблему, и находить на неё ответ, уметь выбирать или создавать метод, процесс решения проблем, анализировать и оценивать полученный результат.

В результате освоения программы факультативного курса учащиеся овладеют следующими УУД³:

Личностные УУД:

1) понимать значимость науки, быть готовым к научно-техническому творчеству, владеть достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки;

2) самостоятельно выбирать жизненный путь в соответствии с собственными интересами и возможностями;

3) формировать ценностные отношения друг к другу, учителю, авторам открытий и изобретений, результатам обучения.

Регулятивные УУД:

1) самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;

2) оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на правилах этики и морали;

3) ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

4) оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;

5) выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;

6) организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;

3 УУД – универсальные учебные действия.

7) сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

Познавательные УУД:

1) искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе учебные и познавательные задачи;

2) использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;

3) находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого;

4) выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;

Коммуникативные УУД:

1) осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми, подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;

2) при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.);

3) координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

4) развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием устных и письменных языковых средств;

5) распознавать конфликтные ситуации и не допускать до их активной фазы.

Возраст детей, участвующих в реализации учебной программы факультативного курса:

Программа «Курс физики для 10 - 11 классов» ориентирована на учащихся 16-18 лет.

Срок реализации программы:

Общий объём факультативного курса составляет 68 часов, и рассчитан на 2 года: второе полугодие в 10 классе, и первое полугодие – в 11 классе, 2 часа в неделю.

Формы и режим занятий:

Факультативные занятия по физике в старших классах проводятся на базе основного образовательного учреждения и дополнительного образовательного учреждения «Кванториум» в форме лекций, практических занятий, физического практикума и экскурсий.

Ожидаемые результаты и способы их проверки:

Ожидаемые результаты

Учащиеся к концу учебного курса должны:

- знать и понимать такие понятия, как: абсолютно твердое тело, центр инерции, политропный процесс в газах, тепловое излучение, рентгеновское излучение, хроматическая аберрация, стоячие волны;

- ориентироваться в физических законах, принципах и постулатах, понимать границы их применимости: закон сохранения момента импульса, теорема Гаусса, закон Ома для неоднородного участка — правила Кирхгофа, закон Джоуля - Ленца в дифференцированной форме, закон Био – Савара - Лапласа, принцип Гюйгенса — Френеля, законы теплового излучения, волна де - Бройля.

Учащиеся к концу учебного курса должны уметь:

- объяснять результаты экспериментов: дифракция Фраунгофера от щели, явление Холла, эффект Доплера;

- строить: изображения в сферических зеркалах, системах линз; векторные диаграммы переменного тока;

- применять метод узловых потенциалов для расчета электрических цепей;

- самостоятельно формировать физическую модель явления, подбирать подходящую комбинацию методов решения, алгоритмы, анализировать полученные результаты и оценивать их физический смысл;

- владеть методами самоконтроля и самооценки.

Способы проверки

Для объективного мониторинга знаний учащихся применяются такие виды контроля как:

- устный и письменный опрос;
- выполнение и защита проектов, работ физического практикума.

По усмотрению преподавателя возможно расширение указанного списка, например, устного блиц – опроса, викторина и т.д.

Содержание программы

Тема 1. Механика (21 час)

Криволинейное движение. Радиус кривизны. Нормальная и тангенциальная составляющая полного ускорения. Кинематика вращательного движения. Абсолютно твердое тело. Угловое перемещение, угловое ускорение. Средняя и мгновенная угловая скорость. Связь линейных величин с угловыми величинами. Кинематическое уравнение вращательного движения. Силы инерции, центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Механические свойства твердых тел. Условия равновесия механической системы. Вращательное движение твердого тела относительно точки. Вращательное движение твердого тела относительно оси. Расчет моментов инерции некоторых тел. Движение аппаратов в космическом пространстве. Скорости, орбиты. Технологический аспект. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося тела. Момент импульса твердого тела. Закон сохранения момента импульса. Основы аэродинамики и теории полета. Закон Бернулли. Подъемная сила и сила аэродинамического сопротивления. Эффект Магнуса и циркуляция. Подъемная сила крыла и полет самолета. Турбулентность в потоке газа.

Тема 2. Молекулярная физика. Термодинамика. Тепловые явления (12 часов)

Основные понятия молекулярной физики и термодинамики. Основные уравнения МКТ⁴. Законы идеальных газов. Теплоемкость газов. Вычисление теплоемкости газов. Уравнение Пуассона для адиабатических процессов.

⁴ МКТ – молекулярно – кинетическая теория.

Полупроницаемые перегородки. Фазовые переходы. Второе начало термодинамики. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Реальные газы. Изотермы реальных газов. Строение жидкостей. Фуллерены. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Давление Лапласа. Жидкостные пленки. Зависимость поверхностного натяжения от температуры.

Тема 3. Основы электродинамики (15 часов)

Напряженность электрического поля. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса. Условия на границе раздела двух диэлектриков. Электронная теория проводимости Лоренца. Сегнетоэлектрики. Применение теоремы Гаусса для расчета электрических полей. Потенциал и работа электрического поля (через теорему Гаусса). Метод узловых потенциалов. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа. Закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме. Принцип суперпозиции магнитных полей. Явление Холла. Закон Био – Савара – Лапласа. Электромагнитная индукция. Переменный ток. Производство и передача электрической энергии. Трансформаторы. Электрические машины: генераторы, двигатели, электромагниты. Альтернативные источники энергии.

Тема 4. Электромагнитные колебания и волны (4 часа)

Законы, описывающие электромагнитные колебания. Закон Ома для переменного тока. Векторные диаграммы токов и напряжений цепи переменного тока. Получение и передача электромагнитных волн на расстояние. Радиоприемник.

Тема 5. Оптика (10 часов)

Хроматическая абберация. Системы линз. Сферические зеркала. Оптические приборы. Принцип Гюйгенса – Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракция рентгеновских лучей. Разрешающая сила объектива. Голография. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Закон Стефана – Больцмана и закон Вина. Формула Планка.

Тема 6. Специальная теория относительности (2 часа)

Принцип относительности Галилея. Постулаты Эйнштейна. Основные

релятивистские эффекты. Общая теория относительности.

Тема 7. Атомная и квантовая физика (4 часа)

Строение атома. Радиоактивность. Элементарные частицы. Новые достижения в физике элементарных частиц.

Таблица 1.

Тематическое планирование факультативного курса по физике для старших классов технологического профиля

№ п/п	Тема	Кол-во часов				Место проведения	Форма контроля
		Всего	лаб. и практ. раб.	теория	практика		
Тема 1. Механика (21 часа)							
	Кинематика						
1.1	Криволинейное движение. Радиус кривизны. Нормальная и тангенциальная составляющая полного ускорения.	2	-	1	1	МАОУ 154	-
1.2	Кинематика вращательного движения. Абсолютно твердое тело. Угловое перемещение, угловое ускорение. Средняя и мгновенная угловая скорость.	4	2 «Изучение законов вращательного движения твёрдого тела».	1	1	МАОУ 154	Лаб. раб.
1.3	Связь линейных величин с угловыми величинами. Кинематическое уравнение вращательного движения.	1	-	1	-	МАОУ 154	-
	Динамика						

1.4	Силы инерции, центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Механические свойства твердых тел. Условия равновесия механической системы.	2	-	1	1	МАОУ 154	-
1.5	Движение аппаратов в космическом пространстве. Скорости, орбиты. Технологический аспект.	3	2 «Ракетное моделирование»	1	-	МАОУ 154 Кванториум	Практ. раб. Доклады: «Движение космических аппаратов» «Движение искусственных спутников Земли»
1.6	Вращательное движение твердого тела относительно точки. Вращательное движение твердого тела относительно оси. Расчет моментов инерции некоторых тел. Теорема Штейнера.	2	-	1	1	МАОУ 154	-
1.7	Кинетическая энергия вращательного тела. Закон сохранения момента импульса.	2	-	1	1	МАОУ 154	Доклад: «Применение гироскопа в различных устройствах»
1.8	Основы аэродинамики и динамики полета. Подъемная сила и сила аэродинамического сопротивления. Базовые понятия сборки и принципа	5	4 «Конструирование и сборка БПЛА» «Настройка БПЛА и первый полет»	1	-	МАОУ 154 Кванториум	Практ. раб. Доклады: «Аэродинамические силы самолета» «Дрон – беспилотный

	работы квадрокоптера. Аэродинамика воздушного винта. Эффект Магнуса и циркуляция. Турбулентность в потоке газа.		«Сравнение пропеллеров квадрокопте- ра»				летательный аппарат»
Тема 2. Молекулярная физика. Термодинамика. Тепловые явления (12 часов)							
2.1	Основные понятия молекулярной физики и термодинамики. Основные уравнения МКТ. Законы идеальных газов.	2	-	1	1	МАОУ 154	-
2.2	Теплоемкость газов. Вычисление теплоемкости газов. Уравнение Пуассона для адиабатических процессов. Полупроницаемые перегородки. Фазовые переходы.	4	1 «Изучение фазового перехода плавления»	1	1	МАОУ 154	Лаб. раб.
2.3	Второе начало термодинамики. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Реальные газы. Уравнение Ван – дер – Ваальса. Изотермы реальных газов.	2	-	1	1	МАОУ 154	-
2.4	Строение жидкостей. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Жидкостные пленки. Зависимость поверхностного	4	1 «Изучение зависимости коэффициента поверхностно го натяжения жидкости от температуры»	2	1	МАОУ 154	Лаб. раб.

	натяжения от температуры. Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления.						
Тема 3. Основы электродинамики (15 часов)							
3.1	Напряженность электрического поля. Условия на границе раздела двух диэлектриков.	2	-	1	1	МАОУ 154	-
3.2	Электронная теория проводимости Лоренца. Сегнетоэлектрики. Применение теоремы Гаусса для расчета электрических полей.	3	1 «Исследование электростатического поля, создаваемого проводниками разной формы»	1	1	МАОУ 154	Лаб. раб. Доклад: «Сегнетоэлектрики, их свойства и применение»
	Законы постоянного тока						
3.3	Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа. Закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.	3	1 «Изучение законов Кирхгофа»	1	1	МАОУ 154	Лаб. раб.
	Магнитное поле						
3.4	Принцип суперпозиции магнитных полей. Явление Холла. Закон Био – Савара – Лапласа. Электромагнитная индукция.	3	1 «Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного	1	1	МАОУ 154	Лаб. раб.

			поля Земли»				
3.5	Переменный ток. Производство и передача электрической энергии. Трансформаторы. Электрические машины: генераторы, двигатели, электромагниты. Альтернативные источники энергии.	4	3 «Определение зависимости энергоэффективности ветрогенератора от количества используемых лопастей, угла, под которым они расположены» «Определение зависимости напряжения и мощности выдаваемой солнечной панелью от освещенности ее поверхности, от угла падения света»; «Определение зависимости напряжения и мощности, выдаваемой водородным ТЭ»	1	-	МАОУ 154; Кванториум	Практ. раб. Доклады «Виды альтернативных источников энергии, их применение в России»
Тема 4. Электромагнитные колебания и волны (4 часа)							
4.1	Законы, описывающие электромагнитные колебания. Закон Ома для переменного тока. Векторные диаграммы токов и напряжений цепи переменного тока. Получение и	3	1 «Устройство и работа трансформатора»	1	1	МАОУ 154	Лаб. раб. Доклад «Электромагнитные волны в природе и технике»

	Передача электромагнитных волн на расстояние. Радиоприемник.						
Тема 5. Оптика (10 часов)							
5.1	Хроматическая аберрация. Системы линз. Сферические зеркала. Оптические приборы.	4	2 «Изготовление оптического прибора (труба Галилея)»	1	1	Кванториум	Практ. раб.
5.2	Принцип Гюйгенса – Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракция рентгеновских лучей. Разрешающая сила объектива. Голография, литография. Нанолитография.	3	1 «Создание изображения методом нанолитографии»	2	-	МАОУ 154 Кванториум	Практ. раб. Доклады: «Голография и ее применение» «Фотолитография»
5.3	Тепловое излучение. Абсолютно черное тело. Закон Стефана – Больцмана и закон Вина. Формула Планка.	3	1 «Изучение законов теплового излучения»	1	1	МАОУ 154	Лаб. раб.
Тема 6. Специальная теория относительности (2 часа)							
6.1	Принцип относительности Галилея. Постулаты Эйнштейна. Основные релятивистские	2	1 «Спутниковая съемка, метеорология»	1	-	МАОУ 154 Кванториум	Практ. раб.

	эффекты. Общая теория относительности.						
Тема 7. Атомная и квантовая физика (4 часа)							
7.1	Строение атома. Радиоактивность. Элементарные частицы. Новые достижения в физике элементарных частиц.	4	2 «Сканирующая туннельная микроскопия»	1	1	МАОУ 154 Кванториум	Практ. раб. Доклад: «Нанотехнологии в технике»

Методическое обеспечение

Формы занятий:

- лекция;
- семинары – круглые столы;
- практикумы по решению задач;
- лабораторные и практические работы учащихся в группах.

Методы обучения:

- исследовательский;
- частично – поисковый;
- информационно – иллюстративный;
- словесные (устное изложение, объяснение);
- наглядные;
- проектный.

Средства обучения:

- физические приборы;
- специальное оборудование (материальная база Кванториума);
- графические иллюстрации (схемы, чертежи, графики);
- дидактические материалы;
- учебные пособия по физике, сборники задач.

Техническое оснащение занятий:

- доска учебная;
- интерактивная доска;
- проектор;
- компьютер;
- лабораторные установки;
- спец. оборудование (материальная база Кванториума).

Практические работы (Кванториум):

Механика:

1. «Ракетное моделирование»;
2. «Конструирование и сборка БПЛА⁵»;
3. «Настройка БПЛА и первый полет»;
4. «Сравнение пропеллеров квадрокоптера»;

Основы электродинамики:

5. «Определение зависимости энергоэффективности ветрогенератора от количества используемых лопастей, угла, под которым они расположены»;
6. «Определение зависимости напряжения и мощности выдаваемой солнечной панелью от освещенности ее поверхности, от угла падения света»;
7. «Определение зависимости напряжения и мощности, выдаваемой водородным ТЭ⁶»;

Оптика:

8. «Изготовление оптического прибора (труба Галилея)»;
9. «Создание изображения методом нанолитографии»;

Специальная теория относительности:

10. «Спутниковая съемка, метеорология»;

Атомная и квантовая физика:

11. «Сканирующая туннельная микроскопия».

Лабораторные работы (МАОУ № 154):

Механика:

5 БПЛА – беспилотный летательный аппарат.

6 ТЭ – топливный элемент.

1. «Изучение законов вращательного движения твёрдого тела»;

Молекулярная физика:

2. «Изучение фазового перехода плавления»;

3. «Изучение зависимости коэффициента поверхностного натяжения жидкости от температуры».

Основы электродинамики:

4. «Исследование электростатического поля, создаваемого проводниками разной формы»;

5. «Изучение законов Кирхгофа»;

6. «Определение горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поля Земли»;

Колебания и волны:

7. «Устройство и работа трансформатора»;

Оптика:

8. «Изучение законов теплового излучения».

Темы доклады для учащихся:

1. Движение космических аппаратов.

2. Движение искусственных спутников Земли.

3. Применение гироскопа в различных устройствах.

4. Аэродинамические силы самолета.

5. Дрон – беспилотный летательный аппарат.

6. Сегнетоэлектрики, их свойства и применение.

7. Виды альтернативных источников энергии, их применение в России.

8. Электромагнитные волны в природе и технике.

9. Голография и ее применение.

10. Фотолитография.

11. Нанотехнологии в технике.

Список литературы для подготовки докладов:

1. А. Д. Коваль, Ю. А. Тюрин «Космос – земле» М: «Знание» 1989г.

2. «Космическая техника» под редакцией К. Гэтланда. Издательство «Мир». 1986

г. Москва.

3. Освоение космического пространства в СССР. Академия наук СССР. Москва, Наука, 1977.
4. Л. Н. Лысенко, В.В. Бетанов, Ф.В. Звягин «Теоретические основы баллистиконавигационного обеспечения космических полетов» под общ. ред. Л.Н. Лысенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана – 2014.
5. Бороздин В.Н. Гирскопические приборы и устройства систем управления: учеб. пособие /В.Н. Бороздин.-Москва, 1990.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. / В.Д. Сивухин. - М.: Физматлит, 2006.
7. Пельпор Д.С. Гирскопические системы: Гирскопические приборы и системы. - 2-е изд. / Д.С. Пельпор. - М.: Высшая школа, 1988.
8. Егер С.М., Шаталов И.А., Матвеев А.М. Основы авиационной техники: Учебник / Под ред. И.А. Шаталова. – Изд. третье, исправл. и доп. – М.: Машиностроение, 2003.
9. Аэродинамика летательных аппаратов: Учебник для вузов по специальности «Самолетостроение» / Г.А. Колесников, В.К. Марков, А.А. Михайлюк и др.; под ред. Г.А. Колесникова. – М.: Машиностроение, 1993.
10. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. [электронный ресурс] путь доступа: <http://www.reaa.ru> 20.04.19
11. Понфиленок О.В., Шлыков А.И., Коригодский А.А. «Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров». Москва, 2016.
12. Валерий Яценков: Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика [электронный ресурс] путь доступа: <http://www.ozon.ru/context/detail/id/135412298/> 20.04.19
13. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики. Смоленский Т.А., Боков В.А., Крайник Н.Н., Пасынков Р.Е., Шур М.С. изд-во «Наука», М, 1979.
14. Дж Барфут. Введение в физику сегнетоэлектрических явлений. Пер. с англ. Н.Р. Иванова. Под ред. Л.А. Шувалова. Издат. «Мир» — М. 1970.
15. О.Г. Вендик, И.В. Иванов, А.И. Соколов и др. Сегнетоэлектрики в технике СВЧ; под ред. О.Т. Вендика. — М.: Сов. Радио 1979

16. М.В. Голицын, А.М. Голицын, Н.В. Пронина. «Альтернативные энергоносители» Изд. Наука, Москва, 2004 г.
17. «Возобновляемая энергия в России» Изд. Международное энергетическое агентство, 2004.
18. Л.М. Четошникова. «Нетрадиционные возобновляемые источники энергии» Издательский центр ЮУрГУ, учебное пособие, 2010 г.
19. Рабинович, М.И. Введение в теорию колебаний и волн / М.И. Рабинович, Д.И. Трубецков. - М.: [не указано], 2014.
20. Дзюбенко А.Г. «Применение голографии в технике.» - М: «Знание»,1976 г.
21. Островский Ю.И. «Голография и ее применение.» - М: «Наука»,1976 г.
22. Пирожников Л. Б. «Что такое голография.» - М: «Московский рабочий»,1976 г.
23. Литографии в микроэлектронике. Методическое пособие для студентов ФОПФ МФТИ и описания лабораторных работ в ИФТТ РАН А.Н. Россоленко, Т.Е. Голикова, В.Н. Зверев.
24. Нанотехнологии, настоящее и будущее, Черненко Г.Т., 2015.
25. Нанотехнологии, азбука для всех, Третьякова Ю.Д., 2008.

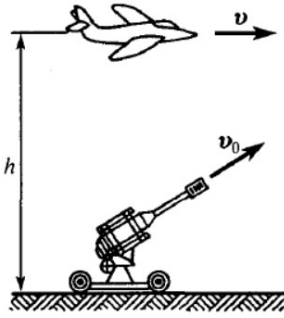
Задачи для практических занятий и самостоятельной работы учащихся:

Механика:

Задача 1. Обод радиусом 1 метр катится по горизонтальной поверхности со скоростью 10 м/с. Найти радиус траектории точки поверхности обода при прохождении наивысшего положения.

Задача 2. Тело брошено со скоростью 10 м/с под углом 45° к горизонту. Найти радиусы кривизны траектории тела в начальный момент его движения, спустя время 0,5 с и в точке наивысшего подъема тела над поверхностью земли.

Задача 3. Сверхзвуковой самолет летит горизонтально со скоростью $v=1370$ км/ч на высоте 15 км. Когда самолет пролетает над зенитной установкой, из нее производится выстрел. Найдите минимальную начальную скорость v_0 снаряда и угол α установки с горизонтом, чтобы снаряд попал в самолет.



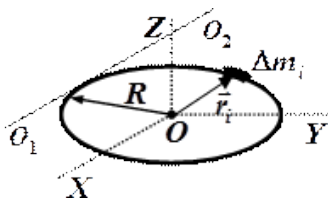
Задача 4. При равноускоренном движении тела по окружности полное ускорение α и линейная скорость v тела образует угол $\alpha=30^\circ$. Найти отношение центростремительного и касательного ускорений.

Задача 5. Система из двух маятников, в которой точкой подвеса второго маятника служит массивное тело первого маятника (двойной маятник), вращается вокруг вертикальной оси так, что обе нити лежат в одной плоскости и составляют с вертикалью постоянные углы α и β . Массы грузов маятников равны. Длины нитей одинаковы и равны l . Найти угловую скорость вращения двойного маятника.

Задача 6. Диск радиусом $R=60\text{ см}$ вращается вокруг оси, совпадающей с его вертикальным диаметром AB , по закону $\phi = 0,5t^2 \text{ рад}$. От точки C горизонтального диаметра диска по его ободу движется точка M согласно уравнению $s = 10\pi t^2 \text{ см}$. Определить абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки в момент времени $t=1\text{ с}$. (Сила Кориолиса)

Задача 7. Какова сила инерции, действующая на материальную точку, массой m подвешенную на нити к потолку вагона, движущегося с ускорением a_0 .

Задача 8. Дано тонкое кольцо, массой m и радиусом R . Найти: 1) момент инерции кольца относительно его центра; 2) моменты инерции относительно осей OX , OY , OZ (см. рис. к задаче); 3) момент инерции кольца относительно оси O_1O_2 , которая является его касательной.



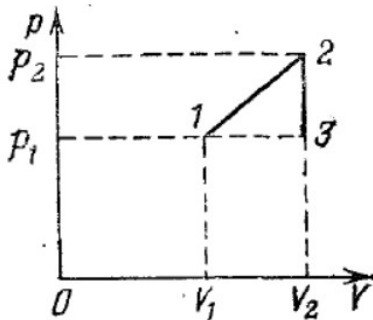
Задача 9. На барабан радиусом $R = 20 \text{ см}$, момент инерции которого $J = 0,1$

кг*м², намотан шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 0,5$ кг. До начала вращения барабана высота груза над полом $h_0 = 1$ м. Через какое время t груз опустится до пола? Найти кинетическую энергию E_k груза в момент удара о пол и силу натяжения нити T . Трением пренебречь.

Задача 10. Кинетическая энергия вала, вращающегося с частотой $n = 5$ об/с, $E_k = 60$ Дж. Найти момент импульса L вала.

Молекулярная физика:

Задача 1. Один моль газа, внутренняя энергия которого $U = cT$, участвует в некотором процессе, изображенном на рисунке. Газ проходит последовательно состояния 1, 2, 3. Найти поглощенное газом в этом процессе количество теплоты, если известны объемы V_1, V_2 и давления p_1, p_2 .



Задача 2. Один моль идеального газа, внутренняя энергия которого $U = (3/2)RT$, сначала нагревают, затем охлаждают так, что замкнутый цикл 1-2-3-1 на p, V -диаграмме состоит из отрезков прямых 1-2 и 3-1, параллельных осям p и V соответственно, и изотермы 2-3. Найти количество теплоты, отданное газом в процессе охлаждения. Давление и объем газа в состоянии 1 равны p_1 и V_1 , давление газа в состоянии 2 равно p_2 .

Задача 3. По таблицам средних теплоемкостей определить среднюю объемную изобарную теплоемкость при нормальных условиях для смеси газов при изменении температуры от 200°C до 1200°C . Объемный состав смеси: 14,5% углекислого газа, 6,5% кислорода, 79% азота.

Задача 4. Смесь состоит из азота и двуокиси углерода. При температуре 27°C и манометрическом давлении 2 бара 4 кг смеси занимают объем 0,96 м³. Считая газы идеальными, определить для смеси газовую постоянную, молярную

массу, плотность и удельный объем, а также парциальные давления компонентов смеси, если ртутный барометр при температуре 27°C показывает давление атмосферного воздуха 730 мм рт. ст.

Задача 5. 100 молей двухатомного идеального газа адиабатически сжали при температуре 300 К. При этом давление газа увеличилось в 3 раза. Как изменилась работа газа?

Задача 6. Сосуд объема $V = 100$ л разделен на две равные части полупроницаемой перегородкой. В одной части сосуда находится 2 г водорода, во второй — 1 моль азота. Найдите давление, которое установится по обе стороны перегородки, если она пропускает только водород. Температура во всем сосуде постоянна и равна 127°C . Что произойдет в сосуде, если полупроницаемая перегородка может двигаться без трения и её освободили от закрепления после установления равновесия?

Задача 7. Определить фазовое состояние воды и ее параметры при $p = 1$ МПа и $t = 100^{\circ}\text{C}$.

Задача 8. При очень низких температурах теплоемкость кристаллов $C = aT^3$, где a — постоянная. Найти энтропию кристалла как функцию температуры в этой области.

Задача 9. Найти приращение энтропии $\nu = 2,0$ моля идеального газа с показателем адиабаты $\gamma = 1,30$, если в результате некоторого процесса объем газа увеличился в $\alpha = 2,0$ раза, а давление уменьшилось в $\beta = 3,0$ раза.

Задача 10. Приведите следствия из третьего начала термодинамики.

Задача 11. Один моль Ван-Дер-Ваальсовского газа, имевший объем V_1 и температуру T_1 , переведен в состояние с объемом V_2 и температурой T_2 . Найти соответствующее приращение энтропии газа, считая его молярную теплоемкость C_V известной.

Задача 12. Какое количество энергии освобождается при слиянии мелких водяных капель радиусом $2 \cdot 10^{-3}$ мм в одну каплю радиусом 2 мм?

Задача 13. Две плоских стеклянных пластинки, расположенные параллельно, частично опущены в жидкость. При этом жидкость поднялась

между пластинками на высоту 4 мм. Расстояние между пластинками равно 0,3 мм. Плотность жидкости равна 1000 кг/м³. Считая смачивание полным, определить поверхностное натяжение жидкости.

Задача 14. В капиллярной трубке радиусом 0,5 мм жидкость поднялась на 11 мм. Найти плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения 22 мН/м.

Задача 15. Положите на поверхность воды сухое бритвенное лезвие. Если его брали пальцами, оно всегда покрыто тонким слоем жира. Лезвие будет плавать. То же лезвие, тщательно вымытое мылом (не касайтесь после этого руками), не может плавать на поверхности воды. Объясните явления.

Основы электродинамики:

Задача 1. Незаряженный металлический цилиндр вращается вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью ω . Найти напряженность электрического поля в цилиндре на расстоянии r от его оси. Заряд электрона равен e , масса m .

Задача 2. Точечный заряд q находится на расстоянии h от плоской границы раздела двух бесконечно протяженных однородных диэлектриков с проницаемостями ϵ_1 и ϵ_2 (заряд находится в диэлектрике с ϵ_1). Найти потенциал электрического поля.

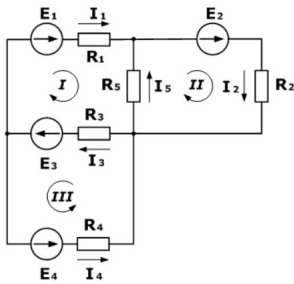
Задача 2. Найти плотность $\sigma_{\text{связ}}$ связанных поверхностных зарядов, наведенных на плоской границе раздела двух однородных диэлектриков ϵ_1 и ϵ_2 , точечным зарядом q , находящийся на расстоянии a над этой границей (заряд в диэлектрике с ϵ_1). Какой результат получится при $\epsilon_2 \rightarrow \infty$, каков его физический смысл?

Задача 3. Определить напряженность E электростатического поля, создаваемого в вакууме бесконечной плоскостью, равномерно заряженной с поверхностной плотностью заряда $+\sigma$.

Задача 4. Определить ток, идущий по изображенному на рисунке участку АВ. ЭДС источника 20 В, внутреннее сопротивление 1 Ом, потенциалы точек А и В соответственно 15 В и 5 В, сопротивление проводов 3 Ом.

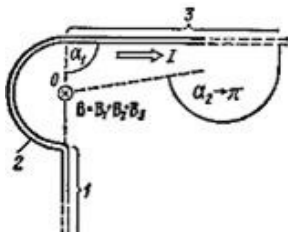
Задача 5. Зная сопротивления резисторов и ЭДС трех источников найти

ЭДС четвертого и токи в ветвях.



Задача 6. Сила тока в проводнике равномерно растёт от $I_0=0$ до $I_{\max}=3\text{A}$ за время $\tau=6\text{с}$. Определите заряд Q , прошедший по проводнику.

Задача 7. Бесконечно длинный проводник изогнут так, как это изображено на рисунке. Радиус дуги окружности $R=10\text{ см}$. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого в точке O током $I=80\text{ A}$, текущим по этому проводнику.



Задача 8. Прямоугольная рамка со сторонами $a=5\text{ см}$ и $b=10\text{ см}$, состоящая из $N=20$ витков, помещена во внешнее однородное магнитное поле с индукцией $B=0,2\text{ Тл}$. Нормаль к рамке составляет с направлением магнитного поля угол $\alpha = \frac{\pi}{6}$. Определите вращающий момент сил, действующий на рамку, если по ней течёт ток $I=2\text{ A}$.

Задача 9. По квадратной рамке со стороной $0,2\text{ м}$ течет ток 4 A . Определить напряженность и индукцию магнитного поля в центре рамки.

Задача 10. Определить магнитный поток, проходящий через прямоугольную площадку со сторонами $20 \times 40\text{ см}$, если она помещена в однородное магнитное поле с индукцией в 5 Тл под углом 60° к линиям магнитной индукции поля.

Электромагнитные колебания и волны:

Задача 1. В колебательном контуре происходят свободные незатухающие колебания с энергией 5 мДж . Пластины конденсатора медленно раздвинули так,

что циклическая частота колебаний увеличилась в 2 раза. Какую работу совершили при этом против электрических сил?

Задача 2. Контур состоит из катушки индуктивностью 28 мкГн, активного сопротивления 1 Ом и конденсатора емкостью 2222 пФ. Какую мощность будет потреблять контур, если в нем поддерживать незатухающие колебания, при которых максимальное напряжение на конденсаторе 5 В?

Задача 3. Цепь переменного тока состоит из последовательно соединенных конденсатора (емкостью C), катушки индуктивности (L) и активного сопротивления (R). На зажимы цепи подается действующее напряжение (U), частота которого ν . Чему равно действующее значение силы тока в цепи?

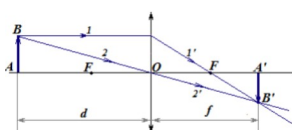
Задача 4. Звуковая волна с частотой 5000 Гц испускается в направлении к телу, которое приближается к источнику звука со скоростью 3,30 м/с. Чему равна частота отраженной волны?

Задача 5. Доплеровский сдвиг частоты при отражении ультразвукового импульса от движущихся эритроцитов равен 50 Гц. Частота излучения УЗ-сигнала равна 10^5 Гц. Определить скорость кровотока в сосуде.

Оптика:

Задача 1. Сходящиеся лучи падают на выпуклое сферическое зеркало с радиусом кривизны $R = 60$ см так, что их продолжения пересекаются на оси системы в точке S на расстоянии $a = 15$ см за зеркалом. На каком расстоянии от зеркала сойдутся эти лучи после отражения от зеркала? Будет ли точка их пересечения действительной? Решите эту же задачу для $a = 40$ см.

Задача 2. На каком расстоянии от собирающей линзы надо поместить предмет, чтобы расстояние между предметом и его действительным изображением было минимальным. Фокусное расстояние линзы равно F (см. рисунок).



Задача 3. Точечный источник S монохроматического света с длиной волны

$\lambda=500\text{нм}$ на расстоянии $a = 1$ м от преграды, представляющей экран с круглым отверстием, диаметр которого $d = 2$ мм. Сколько зон Френеля укладывается в этом отверстии для точки наблюдения Р, находящейся на расстоянии $b = 1$ м от экрана? Постройте зоны Френеля для точки наблюдения Р.

Задача 4. Плоская световая волна с длиной волны $\lambda=600\text{нм}$ падает по нормали на экран с круглым отверстием. Определить диаметр отверстия, при котором в точке Р, лежащей на оси светового пучка на расстоянии $b = 2$ м от экрана, будет наблюдаться максимальная освещенность.

Задача 5. Свет с длиной волны λ падает нормально на длинную щель ширины b . Определите направление на минимумы освещенности.

Задача 6. На дифракционную решетку с периодом $d = 2$ мкм падает нормально свет, пропущенный через светофильтр. Фильтр пропускает длины волн от $\lambda_1 = 500$ нм до $\lambda_2 = 600$ нм. Будут ли спектры разных порядков перекрываться друг другом?

Задача 7. Узкий параллельный пучок рентгеновского излучения, имеющего одну длину волны, падает на грань кристалла. Расстояние между атомными слоями равно d . Какова длина волны излучения, если под углом θ к плоскости грани наблюдают дифракционный максимум первого порядка?

Задача 8. Найти температуру T печи, если известно, что излучение из отверстия в ней площадью $S = 6.1$ см² имеет мощность $N = 34.6$ Вт. Излучение считать близким к излучению АЧТ.

Задача 9. Пример №6. Исследования спектра излучения Солнца показывают, что максимум спектральной плотности излучательности соответствует длине волны $\lambda = 500$ нм. Принимая Солнце за абсолютно черное тело, определить: 1) излучательность R_e Солнца; 2) поток энергии Φ , излучаемый Солнцем; 3) m массу электромагнитных волн (всех длин), излучаемых Солнцем за 1с.

Задача 10. Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 83$ нм. На какое максимальное расстояние l от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода

имеется задерживающее электрическое поле напряженности $E = 7,5 \text{ В/см}$? Красная граница фотоэффекта для алюминия соответствует длине волны $\lambda_0 = 332 \text{ нм}$. Постоянная Планка $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж с}$, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

Специальная теория относительности:

Задача 1. Лента горизонтально транспортера движется с постоянной скоростью v . На ленту влетает шайба со скоростью u , направленной поперек ленты. При какой ширине ленты шайба достигнет ее противоположного края, если коэффициент трения скольжения шайбы по поверхности ленты равен μ ? Какова траектория шайбы относительно земли?

Задача 2. Докажите, что скорость истечения воды из отверстия в стенке сосуда, находящегося в вагоне поезда, одинакова независимо от того, стоит поезд на месте или движется равномерно и прямолинейно.

Задача 3. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы $\tau_0 = 10 \text{ нс}$. Найти путь, пройденный этой частицей до распада в лабораторной системе отсчета, если ее время жизни в ней $\tau = 20 \text{ нс}$.

Задача 4. Частица с массой покоя m_0 движется вдоль оси x S – системы по закону $x = \alpha t^2 + c^2 t^2$, где α – некоторая постоянная, c – скорость света, t – время. Найти силу, действующую на частицу, в этой системе отсчета.

Задача 5. Солнечная постоянная S (плотность потока энергии электромагнитного излучения Солнца на расстоянии, равном среднему расстоянию от Земли до Солнца) равна $1,4 \text{ кВт/м}^2$.

1. Определить массу, которую теряет Солнце в течение одного года.
2. На сколько изменится масса воды в океане за один год, если предположить, что поглощается 50 % падающей на поверхность океана энергии излучения? При расчетах принять площадь S поверхности океана равной $3,6 \cdot 10^8 \text{ км}^2$.

Задача 6. Кинетическая энергия релятивистской частицы равна ее энергии покоя. Во сколько раз возрастет импульс частицы, если ее кинетическая энергия увеличится в $n=4$ раза?

Задача 7. Космический корабль летит со скоростью $v = 0,6c$ от одного

космического маяка к другому. В момент, когда он находится посередине между маяками, каждый из них испускает в направлении корабля световой импульс. Найти, какой промежуток времени пройдет на корабле между моментами регистрации этих импульсов. Расстояние между маяками свет проходит за 2 месяца. Считать, что маяки не перемещаются друг относительно друга.

Задача 8. С космического корабля, приближающегося к Земле со скоростью $v = 0,6c$, ведётся прямая телевизионная передача, позволяющая видеть на экране телевизора циферблат корабельных часов. Сколько оборотов сделает на экране секундная стрелка этих часов, если по земным часам прошла 1 минута?

Атомная и квантовая физика:

Задача 1. Водород обогащен дейтерием. Определить массовые доли w_1 протия и w_2 дейтерия, если относительная атомная масса A_r такого водорода оказалась равной 1,122.

Задача 2. При определении периода полураспада $T_{1/2}$ короткоживущего радиоактивного изотопа использован счетчик импульсов. За время $\Delta t = 1$ мин в начале наблюдения ($t=0$) было насчитано $\Delta n_1 = 250$ импульсов, а по истечении времени $t = 1$ ч — $\Delta n_2 = 92$ импульса. Определить постоянную радиоактивного распада λ и период полураспада $T_{1/2}$ изотопа.

Задача 3. Точечный радиоактивный источник ^{60}Co находится в центре свинцового сферического контейнера с толщиной стенок $x = 1$ см и наружным радиусом $R = 20$ см. Определить максимальную активность A_{max} источника, который можно хранить в контейнере, если допустимая плотность потока $J_{\text{доп}}$ γ -фотонов при выходе из контейнера равна $8 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$. Принять, что при каждом акте распада ядра ^{60}Co испускается $n = 2$ γ -фотона, средняя энергия которых $\langle \epsilon \rangle = 1,25$ МэВ.

Список литературы по подбору задач:

1. Г.А. Бендриков, Б.Б. Буховцев, В.В. Керженцев, Г.Я. Мякишев Физика. Задачи для поступающих в ВУЗы;
2. Г.Ф. Меледин Физика в задачах: экзаменационные задачи с решениями;
3. А.В. Быков, И.В. Митин, А.М. Салецкий Оптика. Методика решения задач;

4. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев Физика для углубленного изучения 1. Механика;

5. А.Г. Чертов, А.А. Воробьев Задачник по физике.

2.3 Апробация программы факультативного курса по физике и ее результаты

Апробация факультативного курса осуществлялась на базе «МАОУ № 154» в период прохождения интернатуры. По желанию учащихся была сформирована группа из 12 человек, согласно программе, были проведены занятия по разделу «Механика».

Параллельно эксперимент проводился с участием учащихся 10 - х классов. Общее количество участников 24 человека, из них 12 человек – по программе факультативного курса (экспериментальная группа), 12 человек из параллельных классов (контрольная группа).

Результаты педагогического эксперимента сравнивались с достижениями учащихся контрольной группы. Выборка учащихся контрольной группы проводилась случайным методом.

Учащимся обеих групп было предложено задание в форме теста, включающего 10 заданий.

Задания в работе были базового и повышенного уровня, которые позволяли проверить наличие определённых знаний по разделу «Механика», а также наличие сформированности УУД.

Итоговая оценка определялась по сумме баллов, набранных за каждое задание: задания базового уровня оценивались в 1 балл, задания повышенного уровня в 2 балла.

Критерии оценивания:

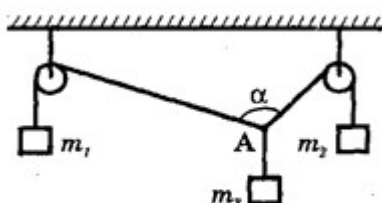
Высокий уровень: «5» - 80% - 100%;

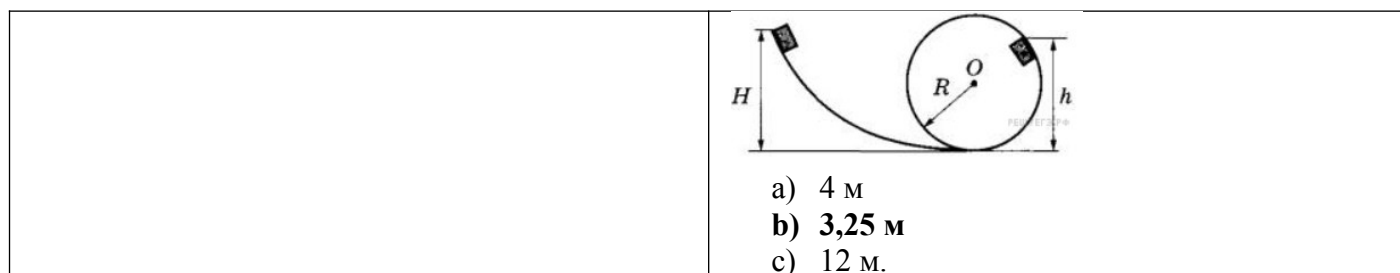
Базовый уровень: «4» - 55% - 79%;

Базовый уровень: «3» - 45% - 54%

Низкий уровень: «2» - до 45%

Тест по разделу «Механика»

Базовый уровень	Повышенный уровень
<p>1. Тангенциальное ускорение тела определяется по формуле</p> <p>a) $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$;</p> <p>b) $a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_n}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$;</p> <p>c) $a_t = \frac{dv}{dt}$.</p> <p>2. Момент инерции материальной точки относительно неподвижной оси вращения – это:</p> <p>a) векторная физическая величина, равная произведению массы материальной точки на квадрат расстояния до оси или центра вращения;</p> <p>b) скалярная физическая величина, равная произведению массы материальной точки на квадрат расстояния до оси или центра вращения;</p> <p>c) скалярная физическая величина, равная произведению массы материальной точки на расстояние до оси или центра вращения.</p> <p>3. Треугольные крылья способствуют ...</p> <p>a) увеличению подъемной силы;</p> <p>b) уменьшению подъемной силы;</p> <p>c) форма крыла не влияет на величину подъемной силы.</p> <p>4. Крыло самолета предназначено для:</p> <p>a) Создания подъемной силы, необходимой для поддержки самолета в воздухе;</p> <p>b) Создания отталкивающей силы, необходимой для подъема самолета в воздух;</p> <p>c) Создания разности давления, необходимого для подъема самолета в воздух.</p> <p>5. Космонавты в космическом корабле, совершающем свободное движение по круговой орбите вокруг Земли, находятся в состоянии невесомости. Почему?</p> <p>a) Они находятся вне области действия силы тяжести;</p> <p>b) Они не ускоряются;</p> <p>c) Они свободно «падают» на Землю вместе с кораблем.</p>	<p>6. Автомобиль масса которого 3 тонны, движется по выпуклому мосту. Радиус кривизны моста 300 м. Скорость автомобиля равна 38 км/ч. С какой силой автомобиль давит на мост, проезжая через его середину?</p> <p>a) 29100 Н;</p> <p>b) 378 Н;</p> <p>c) 300000Н.</p> <p>7. К концам нити, перекинутой через два блока, подвесили два груза m_1 и m_2. $m_1 = 3$ кг, $m_2 = 5$ кг. Какой груз m_3 надо подвесить к нити между блоками, чтобы при равновесии угол α был равен 120°?</p>  <p>a) 4,4 кг;</p> <p>b) 4 кг;</p> <p>c) 5 кг.</p> <p>8. Где величина ускорения Кориолиса наибольшая?</p> <p>a) в Бассовом проливе;</p> <p>b) в Беринговом проливе;</p> <p>c) в Торресовом проливе.</p> <p>9. Какой закон лежит в основе уравнения Бернулли?</p> <p>a) закон сохранения энергии;</p> <p>b) закон постоянства расхода воздуха;</p> <p>c) закон всемирного тяготения.</p> <p>10. Небольшой брусок массой $m = 1$ кг начинает соскальзывать с высоты H по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите высоту горки H, если на высоте $h = 2,5$ м от нижней точки петли брусок давит на её стенку с силой $F = 5$ Н, радиус окружности $R = 2$ м. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.</p>



По каждому заданию была разработана таблица с критериями сформированности УУД, с помощью которой можно было определить, какие УУД сформировались у каждого учащегося. В таблице УУД представлены кратко, более подробно они расписывались выше, на странице 24.

Таблица 3.

Критерии сформированности УУД

№ задания	УУД
1	Л-1; П-1; Р-5, К-4.
2	Л-1; Р-5; Р-6; П-1, К-4.
3	Л-1; Р-1; Р-4; Р-5; Р-6; П-1; П-4; К-3; К-4.
4	Л-1; Р-1; Р-4; Р-5; Р-6; П-1; П-4; К-3; К-4.
5	Л-1; Л-3; Р-1; Р-4; Р-5; Р-6; П-1; П-4; К-3; К-4.
6	Л-1; Л-3; Р-1; Р-4; Р-5; Р-6; П-1; П-4; К-3; К-4.
7	Л-1; Л-3; Р-1; Р-4; Р-5; Р-6; Р-7; П-1; П-4; К-3; К-4.
8	Л-1; Л-3; Р-1; Р-4; Р-5; Р-6; Р-7; П-1; П-4; К-3; К-4.
9	Л-1; Л-3; Р-1; Р-3; Р-4; Р-5; Р-6; Р-7; П-1; П-4; К-3; К-4.
10	Л-1; Л-3; Р-1; Р-3; Р-4; Р-5; Р-6; Р-7; П-1; П-4; К-3; К-4.

Таблица 4.

Результаты итогового мониторинга сформированности УУД в 10-х классах по итогам раздела «Механика» в экспериментальной группе

Класс	Базовый уровень					Повышенный уровень					Общий балл	%	Уровень	Оценка
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
10А-1	1	1	1	1	1	0	0	2	2	2	11	73	Базовый	4
10А-2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	15	100	Высокий	5
10А-3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	15	100	Высокий	5
10А-4	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	15	100	Высокий	5
10Б-1	1	1	1	1	1	1	2	0	2	1	11	73	Базовый	4
10Б-2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	15	100	Высокий	5

10Б-3	1	1	0	1	0	2	0	0	2	2	9	60	Базовый	4
10Б-4	1	1	1	1	1	2	2	2	1	0	12	80	Высокий	5
10В-1	1	1	1	1	0	2	2	0	0	0	8	53	Базовый	3
10В-2	1	1	1	1	1	0	2	2	0	2	11	73	Базовый	4
10В-3	1	1	1	1	1	2	2	2	0	2	13	87	Высокий	5
10В-4	1	1	1	1	1	2	2	2	2	0	13	87	Высокий	5
Кол-во выполн.	12	12	11	12	10	10	10	9	9	9	11,9	79,4		4,4

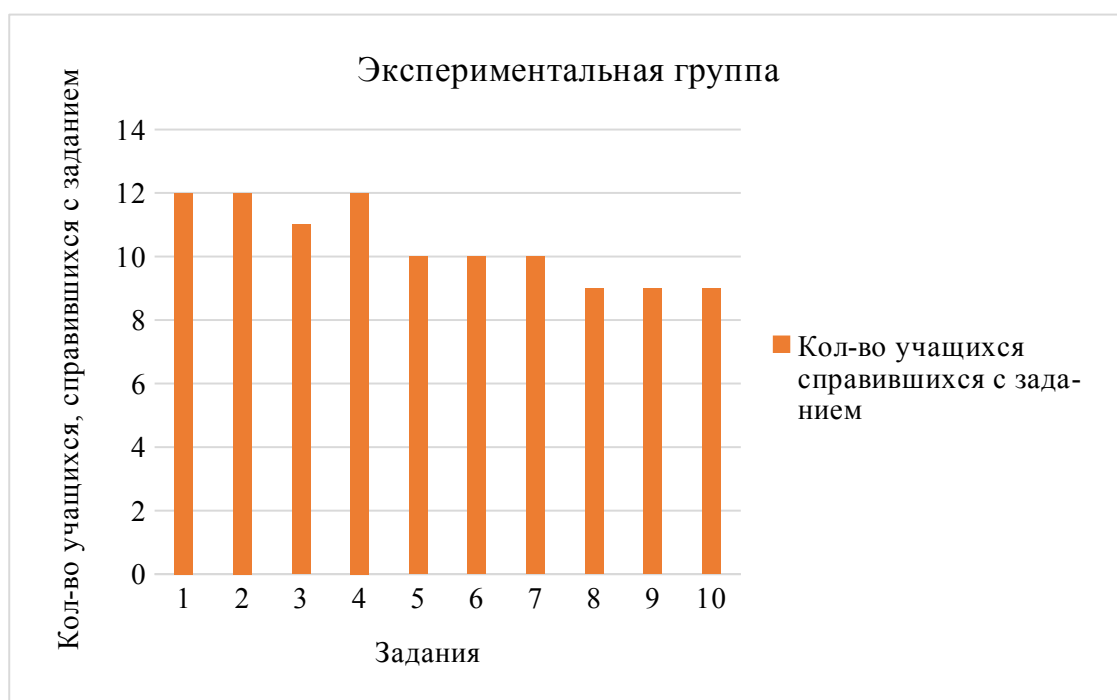


Рис. 1. Количество учащихся, справившихся с заданиями в экспериментальной группе.

Результаты мониторинга (Таблица 3) показали, что из учащихся 10-х классов освоили раздел «Механика» на высоком уровне – 7 человек (58%) и на базовом уровне – 5 человек (42%):

- 10А: высокий уровень – 3 человека (75%); базовый уровень - 1 человек (25%);
- 10Б: высокий уровень – 2 человека (50%); базовый уровень – 2 человека (50%);
- 10В: высокий уровень – 2 человека (50%); базовый уровень – 2 человек (50%).

Таблица 5.

Уровень сформированности УУД в 10-х классах по итогам раздела «Механика»

Класс	10А	10Б	10В
Низкий	0%	0%	0%
Базовый	25%	50%	50%
Высокий	75%	50%	50%

Мониторинг обеспечивает непрерывное наблюдение за состоянием образовательного процесса, позволяет изучать результаты учебной деятельности, выявлять положительные и отрицательные тенденции, совершенствовать качество обучения и воспитания.

Таблица 6.

Результаты итогового мониторинга сформированности УУД обучающихся 10-х классов по разделу «Механика» в контрольной группе

Класс	Базовый уровень					Повышенный уровень					Общий балл	%	Уровень	Оценка
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
10А-1	1	0	1	1	0	0	2	0	2	0	7	47	Базовый	3
10А-2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	27	Низкий	2
10А-3	1	1	1	1	1	2	2	2	0	0	11	73	Базовый	4
10А-4	1	1	1	1	1	2	0	2	0	2	11	73	Базовый	4
10Б-1	1	1	1	1	1	2	2	0	0	0	9	60	Базовый	4
10Б-2	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	7	47	Базовый	3
10Б-3	1	1	0	0	0	0	2	0	2	2	8	53	Базовый	3
10Б-4	1	1	1	1	1	1	2	2	2	0	12	80	Высокий	5
10В-1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6	40	Низкий	2
10В-2	1	1	1	1	1	2	0	2	0	2	11	73	Базовый	4
10В-3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	0	13	87	Высокий	5
10В-4	1	0	1	0	1	2	2	0	2	0	9	60	Базовый	4
Кол-во выполн.	12	10	11	10	9	9	7	5	5	3	8,9	59,4		3,5

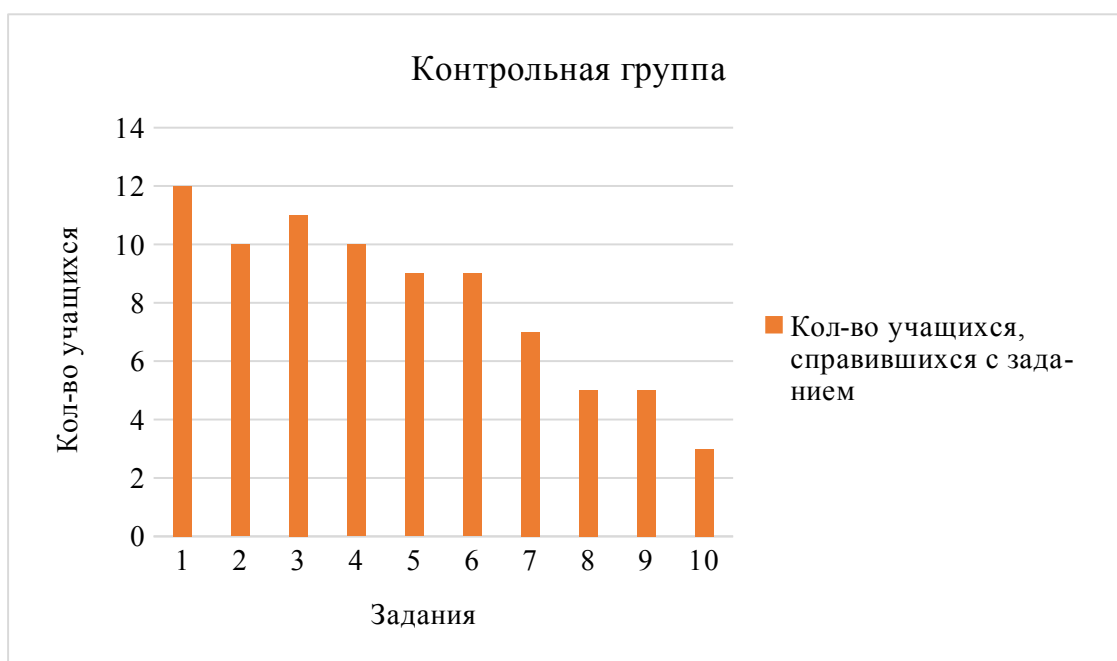


Рис. 2. Количество учащихся, справившихся с заданиями в контрольной группе.

Результаты мониторинга показали (Таблица 5), что учащиеся 10-х классов, не изучающие факультативный курс по физике, владеют разделом «Механика» на высоком уровне – 2 человек (16,7%), на базовом уровне – 8 человек (66,7%) и на низком уровне – 2 человека (16,7%):

- 10А: высокий уровень – 0 человек; базовый уровень - 3 человек (75%); низкий уровень – 1 человек (25%);

- 10Б: высокий уровень – 1 человек (25%); базовый уровень – 3 человека (75%);

- 10В: высокий уровень – 1 человек (25%); базовый уровень – 2 человек (50%), низкий уровень – 1 человек (25%).

Сравним таблицы 4 и 6, получим следующий результат:

Таблица 7.

Результаты итогового мониторинга сформированности УУД у обучающихся экспериментальной и контрольной группы по разделу «Механика»

	Кол-во	Высокий	Базовый	Низкий
Экспериментальная группа	12	58,3%	41,7%	0%
Контрольная группа	12	16,7%	66,7%	16,7%

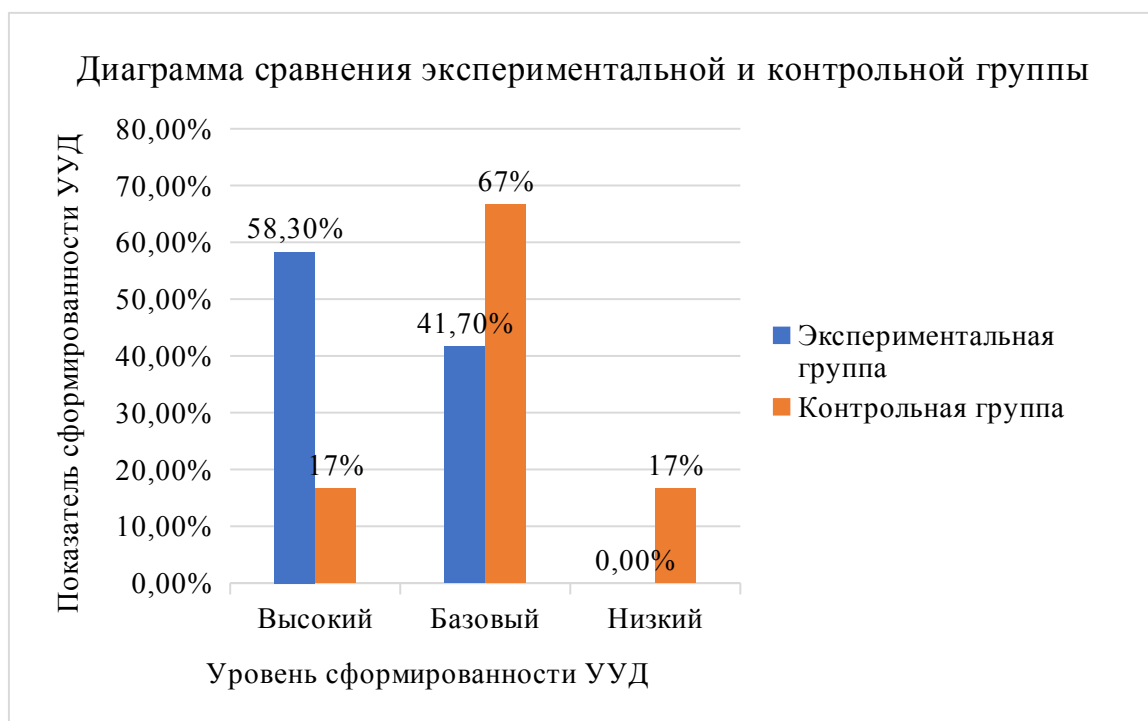


Рис. 3. Диаграмма сформированности УУД экспериментальной и контрольной группы.

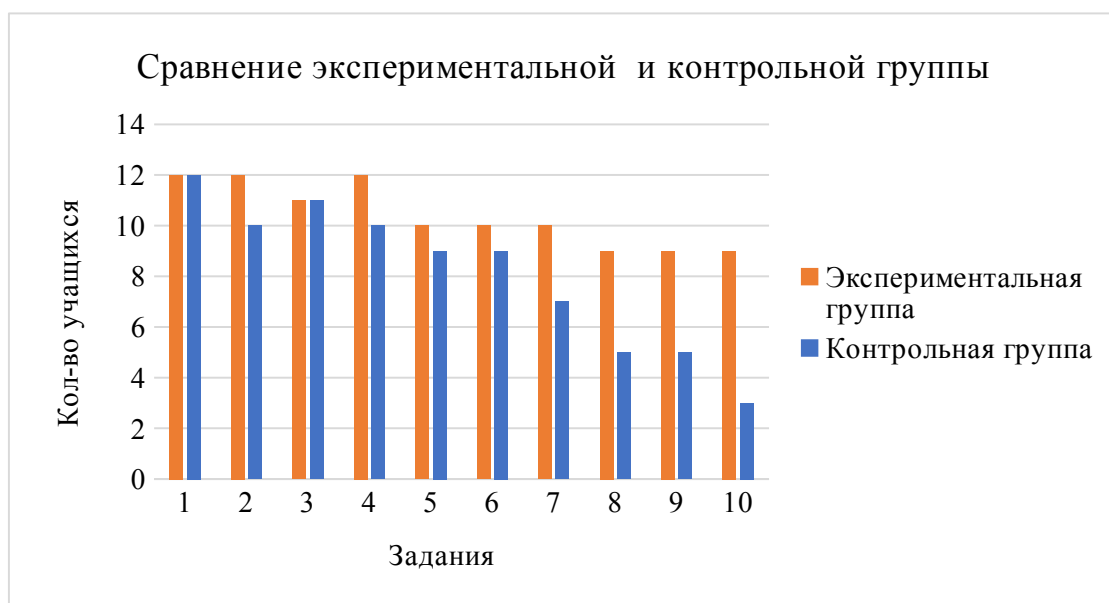


Рис. 4. Диаграмма сравнения выполненных заданий экспериментальной и контрольной группы.

1. У учащихся экспериментальной группы сформировались личностные, регулятивные, познавательные и коммуникативные УУД, из них на высоком уровне 7 человек, на базовом – 5, на низком не было. На наш взгляд учащиеся столкнулись с трудностями: в умении воспринимать и обрабатывать научно – техническую информацию; выдвигать гипотезы; предлагать методы решения, анализировать. У обучающихся контрольной группы УУД сформированы на высоком уровне у 2 человек, на базовом – 8, на низком – 2. Результаты эксперимента показывают, что обучающиеся контрольной группы владеют в основном УУД на базовом уровне, то есть могут работать на уроке только с помощью учителя.

2. У учащихся экспериментальной группы сформировались исследовательские навыки, а у обучающихся контрольной группы они находятся на низком уровне. Следовательно, учителю стоит обратить внимание на применение активных методов обучения учащихся (проблемное обучение, эвристический метод, поисковый метод и др.), при решении задач использовать практическое применение знаний о физических явлениях и законах.

3. Результаты педагогического эксперимента доказывают эффективность проведения таких факультативных занятий по физике.

Заключение

Практическая ценность проведенного исследования заключается в разработке и внедрении в практику факультативного курса по физике в старших классах технологического профиля, предназначенного для развития мотивационной сферы личности, стремления к познанию, удовлетворению индивидуальных потребностей, развитию творческого потенциала, адаптации в социуме, а также профессионального самоопределения во внеурочной деятельности по физике в МАОУ № 154 г. Красноярска.

Результаты исследования могут быть использованы для повышения эффективности обучения физике, так как это даст возможность учащимся расширить и углубить теоретические знания на базе стационарного образовательного учреждения, и реализовать практические навыки инженерной деятельности в центрах дополнительного образования.

Выполненное исследование имеет теоретико - экспериментальный характер. Предложенный в настоящем исследовании факультативный курс по физике, направлен на развитие у обучающихся инициативы, самостоятельности, конкурентоспособности, мобильности и др. качеств личности; обеспечивает повышение уровня общей успеваемости обучающихся во время урочной и внеурочной деятельности. Экспериментально доказана эффективность использования предложенного факультативного курса по физике для старших классов технологического профиля. Таким образом, поставленная в начале цель исследования достигнута.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Планирование и организация факультативного курса требует тщательно продуманного подхода к его проведению и реализации в рамках стационарного образовательного учреждения и учреждения дополнительного образования.
2. Предлагаемое содержание программы факультативного курса, направленное на углубление и расширение знаний по физике, успешно функционировало в урочной и внеурочной деятельности учащихся старших классов.

3. Проведенный эксперимент по внедрению факультативного курса для старших классов технологического профиля показал, что смешанная форма проведения факультативных занятий положительно влияет на результаты обучения учащихся.

Данная выпускная квалификационная работа может использоваться в качестве методических рекомендаций для подготовки учителя к занятиям факультативного курса по физике в старших классах технологического профиля.

Список использованных источников

1. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ (последняя редакция) [электронный ресурс] путь доступа: <http://www.consultant.ru> 12.04.2019
2. Бруднов А.К. О становлении и развитии системы дополнительного образования детей // От внешкольной работы - к дополнительному образованию детей: Сб. нормативных документов и нормативных материалов для дополнительного образования детей - М., 2000.
3. Воспитательная деятельность внешкольных учреждений: Сборник научных трудов / Редколлегия: М.Б. Коваль и др. - М.,1985.
4. Евладова Е. Б., Логинова Л. Г., Михайлова Н. Н. Дополнительное образование детей: Учеб. для студ. пед. училищ и колледжей/- М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2004.
5. Голованов В.П. Нормативно-правовая база деятельности учреждений дополнительно образование детей. М., 2002.
6. Шкатулла В.И. Образовательное право России: Учеб. для вузов. – М.: Юстицинформ, 2015. – 774 с.
7. Кабардин О.Ф. Методика преподавания физики. Пособие для учителей / О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина. – М.: Просвещение, 1990. – С.122-124.
8. Шепелева В.И. Принципы организации внеклассной работы. - М.: Высшая школа,1991 - 117с.
9. Цветкова З.М. - Особенности факультативных занятий для старшеклассников. - М.: Высшая школа,1983. - 98с.
10. Профильное обучение [электронный ресурс] путь доступа: <http://uotula.ru/cgi-bin/index.cgi?id=24> 17.11.2018
11. Министерство образования Российской Федерации. Концепция профильного обучения на старшей ступени общего образования: Российская академия образования - М., 2002.

12. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года как основа реформирования педагогического образования [электронный ресурс] путь доступа: <http://www.lexed.ru/obrazovatelnoe-pravo/knigi/yagofarov2005/1112.php> 17.11.2018
13. Приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 N 413 (ред. от 29.06.2017) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования" [электронный ресурс] путь доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142304/054d099ba783eaf7575fa99315e7145410884299/#dst100003 17.11.2018
14. ФГОС СОО (10 - 11 классы [электронный ресурс] путь доступа: http://mboutsosh.ru/images/document/FGOS/Информация_по_ФГОС_СОО_для_10-11_классов.pdf 17.11.2018
15. Орлов, В. А. Элективные курсы по физике /В.А. Орлов. - М.:Физика. – 2007. – №44. – С. 6.
16. Алексеева Г. И. Организационно-педагогические основы реализации профильного обучения Северных регионов России: автореф. дис. д-ра пед. наук. — М., 2010. 55 с.
17. Горский В. А., Журкина А. Я., Ляшко Л. Ю., Усанов В. В. Система дополнительного образования детей // Дополнительное образование. 2010.
18. Детский технопарк кванториум [электронный ресурс] путь доступа: <http://kvantoriumkrsk.ru> 16.01.2019

Список литературы для программы:

1. Баканина Л. П. и др. Сборник задач по физике: Учеб. пособие для углубл. изуч. физики в 10-11 кл. М.: Просвещение, 1995.
2. Гольдфарб Н.И. Физика. Задачник 10-11 классы. Пособие для общеобразовательных учебных заведений – М.: Дрофа, 2012 — 400 с
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 2010- 416 с.,
4. Чертов А.Г. Задачник по физике, 2009

5. Заикин Д.А., Овчинкин В.А., Прут Э.В. Сборник задач по общему курсу физики. (Часть 1. Механика. Термодинамика и молекулярная физика) Издательство: МИФИ, 2010.
6. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики. Учебное пособие. — 11-е изд., перераб. — М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985.— 384 с.
7. Всероссийские олимпиады по физике. 1992—2001 / Под ред. С. М. Козела, В. П. Слободянина. М.: Вербум - М, 2002.
8. Савельев И.В. Курс общей физики, том 1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика, 1970 г. Савельев И.В. Курс общей физики, том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика, 1982 г.
9. Савельев И.В. Курс общей физики, том 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц, 1970 г.
10. Иродов И.Е. Общая физика: основные законы механики, том 1, 1985 г.
11. Кибец И.Н., Кибец В.И. Физика: Справочник. -Харьков: Фолио; Ростов н/Д: Феникс,1997.-479с.
12. Лабораторный практикум по физике. Под. ред. Барсукова К.А. и Уханова Ю.И. – М.: Высшая школа, 1988.
13. Майсова Н. Н. Практикум по курсу общей физики. – М.: Высшая школа, 1970.
14. Александр Фоменко. Аэроквантум тулкит. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017.
15. Федосеев А.И. Космоквантум тулкит. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017.
16. Ларькин А.В. Энерджиквантум тулкит – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017.
17. Университет ИТМО: Мухин М., Мухин И., Голубок А. Наноквантум тулкит. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017.

Приложения

Приложение 1.

Лабораторная работа (1 час)

Тема: Изучение законов вращательного движения.

Результат: знание основных законов вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси.

Оборудование: маятник Обербека, штангенциркуль, линейка, секундомер.

План работы:

1. Инструктаж по ТБ при работе с маятником Обербека.
2. Изучение теоретических сведений.
3. Изучение описания экспериментальной установки, подготовка прибор к измерениям.
4. Выполнение работы.
5. Оформление результатов работы.
6. Работа с контрольными вопросами.

Методические рекомендации:

1. Проводить лабораторную работу на базе стационарного образовательного учреждения.
2. Перед выполнением лабораторной работы следует повторить материал соответствующей лекции и изучить теоретическую часть методических указаний к данной лабораторной работе.
3. Оформить лабораторную работу согласно требованиям учителя.

Приложение 2.

Практическая работа (1 час)

Тема: Конструирование и сборка БПЛА.

Результат: функционирующий летательный аппарат.

Оборудование: УМК «Клевер», компьютер.

План работы:

1. Инструктаж по ТБ при работе с конструктором, компьютером.
2. Изучение теоретических сведений.
3. Изучение описания составляющих конструктора.
4. Сборка модели.
5. Оформление отчета по результатам работы (выводы, «+» и «-» работы с конструктором, возникшие сложности, модернизация модели и др.)

Методические рекомендации:

1. Проведение практической работы на базе учреждения дополнительного образования «Кванториум».
2. Перед выполнением практической работы следует повторить теоретический материал, а также изучить составляющие части конструктора, руководство по сборке, и ТБ при работе с ним.
3. Оформить практическую работу согласно требованиям учителя.

Приложение 3.

Ответы к тесту по разделу «Механика»

1. Тангенциальное ускорение тела определяется по формуле

a) $|a| = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$;

b) $a_n = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_n}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$;

c) $a_\tau = \frac{dv}{dt}$.

2. Момент инерции материальной точки относительно неподвижной оси вращения – это:

a) векторная физическая величина, равная произведению массы материальной точки на квадрат расстояния до оси или центра вращения;

b) скалярная физическая величина, равная произведению массы материальной точки на квадрат расстояния до оси или центра вращения;

c) скалярная физическая величина, равная произведению массы материальной точки на расстояние до оси или центра вращения.

3. Треугольные крылья способствуют ...

a) увеличению подъемной силы;

b) уменьшению подъемной силы;

c) форма крыла не влияет на величину подъемной силы.

4. Крыло самолета предназначено для:

a) **Создания подъемной силы, необходимой для поддержки самолета в воздухе;**

b) Создания отталкивающей силы, необходимой для подъема самолета в воздух;

c) Создания разности давления, необходимого для подъема самолета в воздух.

5. Космонавты в космическом корабле, совершающем свободное движение по круговой орбите вокруг Земли, находятся в состоянии невесомости. Почему?

a) Они находятся вне области действия силы тяжести;

b) Они не ускоряются;

c) Они свободно «падают» на Землю вместе с кораблем.

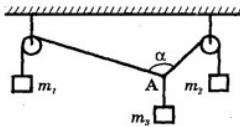
6. Автомобиль масса которого 3 тонны, движется по выпуклому мосту. Радиус кривизны моста 300 м. Скорость автомобиля равна 38 км/ч. С какой силой автомобиль давит на мост, проезжая через его середину?

- a) 29100 Н;
b) 378 Н;
c) 300000Н.

Дано:	СИ:	Решение:
$m = 3 \text{ т}$	3000 кг	$F = P - F_{\text{цс}} = mg - \frac{mv^2}{R} = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right)$ $F = 3000 \left(10 - \frac{100}{300} \right) = 29100 \text{ Н}$
$v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$	$10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	
$R = 300 \text{ м}$		
<hr/>		F - ?

Ответ: 29100 Н.

7. К концам нити, перекинутой через два блока, подвесили два груза m_1 и m_2 , $m_1 = 3$ кг, $m_2 = 5$ кг. Какой груз m_3 надо подвесить к нити между блоками, чтобы при равновесии угол α был равен 120° ?



- a) 4,4 кг;
b) 4 кг;
c) 5 кг.

Дано:	Решение:
$m_1 = 3 \text{ кг}$	Сила тяжести каждой нити равна весу неподвижно висящего на ней груза.
$m_2 = 5 \text{ кг}$	
$\alpha = 120^\circ$	
<hr/>	$T_1 = m_1 g; T_2 = m_2 g$
F - ?	$T_1 + T_2 + m_3 g = 0$
	$(m_3 g)^2 = T_1^2 + T_2^2 - 2T_1 T_2 \cos(\pi - \alpha)$
	$m_3 = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + 2m_1 m_2 \cos \alpha} = 4,4 \text{ кг}$

Ответ: 4,4 кг.

8. Где величина ускорения Кориолиса наибольшая (в зависимости от широты)?

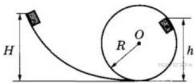
- а) в Бассовом проливе;
- б) в Беринговом проливе;**
- с) в Торресовом проливе.

Эти три пункта отличаются только широтой. По формуле, чем больше широта, тем больше ускорение Кориолиса. Следовательно, нужный ответ: Берингов пролив.

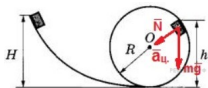
9. Какой закон лежит в основе уравнения Бернулли?

- а) закон сохранения энергии;**
- б) закон постоянства расхода воздуха;
- с) закон всемирного тяготения.

10. Небольшой брусок массой $m = 1$ кг начинает соскальзывать с высоты H по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите высоту горки H , если на высоте $h = 2,5$ м от нижней точки петли брусок давит на её стенку с силой $F = 5$ Н, радиус окружности $R = 2$ м. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



- а) 4 м
- б) 3,25 м**
- с) 12 м



Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$h = 2,5 \text{ м}$$

$$F = 5 \text{ Н}$$

$$R = 2 \text{ м}$$

$H = ?$

Решение:

Запишем второй закон Ньютона для бруска на высоте h :

$$N + mg \cos \alpha = m a_{\text{ц}} = m \frac{v^2}{R}$$

Выразим отсюда скорость бруска, учитывая, что $\cos \alpha = \frac{h-R}{R}$ и $N = F$

$$v^2 = \frac{R}{m} \left(F + mg \frac{h-R}{R} \right)$$

На высоте h брусок обладает как кинетической, так и потенциальной энергией. Найдём H из закона сохранения энергии:

$$H = h + \frac{V^2}{2g} = h + \frac{R}{2mg} \left(F + mg \frac{h-R}{R} \right) = 2,5 + 0,75 = 3,25 \text{ м.}$$

Ответ: 3,25 м.