МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ИНФОРМАТИКИ
КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Методика обучения решению олимпиадных задач по физике (на материале темы «Баллистическое движение»)

**Выпускная квалификационная работа по направлению
44.03.05 Педагогическое образование
Направленность программы бакалавриата
«Физика. Математика»
Форма обучения очная**

Проверка на объем заимствований:
80,52 % авторского текста
Работа рекомендована к защите
« 18 » марта 2023 г.
зав. кафедрой ФиМОФ
__________ Шефер О.Р.

Выполнила:
студентка группы ОФ-513/084-5-1
Терешкова Екатерина Александровна
Научный руководитель:
доктор педагогических наук, профессор
Даммер Манана Дмитриевна

Челябинск
2023

Содержание

ВВЕДЕНИЕ ... 3

ГЛАВА 1. ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ ... 7

1.1. Характеристика олимпиадного движения по физике в России ... 7

2.1. Анализ литературы по подготовке обучающихся к олимпиадам по физике ... 12

3.1. Формирование у учащихся умения решать олимпиадные задачи по физике ... 19

4.1. Общие методы и приемы решения олимпиадных задач по физике ... 21

5.1. Разработка и реализация индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся средствами олимпиад по физике ... 27

Выводы по первой главе ... 29

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 7 – 9-Х КЛАССОВ К ОЛИМПИАДАМ ПО ФИЗИКЕ ... 31

1.2. Методические рекомендации по подготовке учащихся к участию в олимпиадах по физике ... 31

2.2. Реализации индивидуальных образовательных траекторий для подготовки обучающихся к участию в олимпиадном движении по физике на примере темы «Баллистическое движение» ... 37

Выводы по второй главе ... 71

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ... 74

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ... 77

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной работы определяется необходимостью поиска одарённых детей, развития их творческого и духовного потенциала, на котором базируется формирование интеллектуальной элиты общества.

Решение физических задач является трудоёмким процессом, который требует не только полноценных знаний физики и математики, но и определённых умений, таких как: анализировать исходные условия задачи, переформулировать, заменять исходную задачу другой, моделировать, делить на подзадачи, составлять план решения, выдвигать возможные гипотезы для решения задачи, т.е. обладать основными умственными операциями, с помощью которых возможно найти решение задачи.

Олимпиадные задачи по физике способствуют развитию у обучающихся их умственных способностей, позволяя ориентироваться на высокий уровень знаний по физике. При обучении должны учитываться индивидуальные способности и интересы обучающихся.

Стратегия обучения одаренных детей состоит в поиске мотивации решения олимпиадных физических задач. Занятия подобного рода ориентированы не только на развитие интереса к физике, но и на организацию самостоятельной и интеллектуальной деятельности обучающихся, что могло бы способствовать формированию умения решать нестандартные задачи.

Научиться решать физические задачи — значит приобрести умение анализировать условие задачи, задавая себе вопросы и концентрируясь на поиске ответов. Знание модели нахождения решений создают узкий и определённый круг вопросов, который позволит сделать ход решения задачи целенаправленным.

В настоящее время не уделяется должного внимания саморегуляции мышления и гибкость ума при поиске решений. Решение олимпиадных задач требует активизации мыслительной деятельности, творческого подхода, самостоятельности и овладения определёнными методами решения задач различных типов. Уровень обучения можно повысить, не только увеличивая теоретические знания, но улучшая навык решения разных типов физических задач в практической части. Актуальный задачей физического образования является само умение решать задачи, так как этот навык позволяет развивать логику мышления, творческие способности, развивает межпредметные связи, формирует такие качества личности как целеустремленность, терпеливость и упорство.

В современных условиях ключевая роль отводится интеллектуальной деятельности в формировании гармоничного развития личности и определении профессиональных ориентиров.

Основная задача олимпиад состоит в выявлении и развитии одарённых обучающихся и повышении заинтересованности к изучению физики. Раскрытие способностей каждого ведет к интеллектуальному обогащению всего общества. Глобализация стимулирует активность личности, создавая необходимость подготовки ее к будущему, так как от этого зависит интеллектуальный, творческий и экономический потенциал всего государства.

Методике обучения олимпиадных задач по физике посвящены работы ряда учёных: А.И. Попова, И.Ю. Кудриной, Г.А. Дзида и др. В них обучающимся предлагаются разнообразные олимпиадные задачи различного уровня сложности — от школьного до международного. В рассматриваемых пособиях представлены олимпиадные задачи по физике с подробным и поэтапным анализом решения, что поможет обучающимся разобраться в решении задач, посмотреть на них по-новому, и дают возможность выделить для себя полезную информацию о физических явлениях и законах. Описанные в этих пособиях подходы позволяют развивать нестандартное мышление обучающихся, умение анализировать и делать необходимые умозаключения.

Методические разработки по организации и проведению олимпиад по физике и подготовке к ней учащихся таких авторов, как Б.П. Вирачев, В.И. Грабцевич, В.А. Балаш и др., позволяют развивать интуицию, сообразительность и быстроту реакции при решении различных новых физических задач, формально-логическое и алгоритмическое мышление, обучают грамотному выполнению решения задач рациональными способами.

Однако, современность вносит свои коррективы в олимпиадное движение. Современные задания содержат новые виды знаний и способы деятельности. Поэтому проблема подготовки школьников к физическим олимпиадам требует исследования с учётом особенностей современного олимпиадного движения.

Высокая степень актуальности проблемы подготовки обучающихся к участию в олимпиадах по физике вызвала наш интерес, и мы решили исследовать данную проблему.

Объектом нашего исследования является процесс обучения физике в основной школе.

Предметом — методика обучения школьников решению олимпиадных задач по физике.

Цель исследования: разработать методику обучения решению олимпиадных задач по физике обучающихся основной школы.

В работе были поставлены следующие задачи исследования:

1. Проанализировать особенности олимпиадных задач по физике, представленных на различных этапах Всероссийской олимпиады школьников, предметных турниров и чемпионатах.

2. Рассмотреть классификацию олимпиадных задач по физике.

3. Разработать методику обучения решению олимпиадных задач различного вида для вовлечения и подготовки обучающихся к участию в олимпиадном движении по физике и достижению ими планируемых результатов.

4. Разработать организационные формы реализации методики обучения решению олимпиадных задач по физике.

5. Провести апробацию разработанной методики.

В работе были поставлены следующие этапы исследования:

1. Анализ литературы для подготовки школьников к олимпиадам по физике (октябрь 2021 — ноябрь 2021).

2. Рассмотрение появления и развития олимпиадного движения по физике в России (декабрь 2021 — январь 2022).

3. Рассмотрение классификаций олимпиадных задач по физике (февраль 2022 — март 2022).

4. Разработка методики обучения решению олимпиадных задач по физике (апрель 2022 — май 2022).

5. Разработка организационных форм реализации методики обучения решению олимпиадных задач по физике (октябрь 2022 — декабрь 2022).

6. Проведение апробации разработанной методики (январь 2021 — февраль 2021).

ГЛАВА 1. ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

1.1. Характеристика олимпиадного движения по физике в России

В XIX веке в России появились соревнования по решению задач. В 1885 году Э.К. Шпачинский стал издавать и редактировать журнал "Вестник опытной физики и элементарной математики", в котором ежегодно публиковались задачи на премию.

Большую популярность олимпиады получили в СССР. Первая физическая олимпиада состоялась в 1938 году в Московском университете уже. В 1940-1941 была проведена Первая Республиканская олимпиада юных физиков, которая была организована Центральной детской технической станцией имени Н.М. Шверника совместно с Физическим институтом Академии наук СССР и Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова.

Ранее проводимые олимпиады охватывали обучающихся только 9-10-х (по-новому 10-11-х) классов, имели местный характер и их целью был отбор будущих студентов. Но проведение Первой Республиканской олимпиады было ориентированно на обучающихся средней школы.

Большую популярность олимпиадное движение получило после окончания Великой Отечественной войны 1941-1945 г.г. С 1947 года стали регулярно организовываться олимпиады в Иркутске, Вологде, Смоленске, Иванове, таким образом высшие учебные заведения начали обращать огромное внимание работе со школьниками. Однако в большинстве областей и во многих крупных городах олимпиады проводились эпизодически [29].

В последующие годы физические олимпиады начинают проводить почти во всех городах, в которых есть высшие учебные заведения. Олимпиады получают высокую значимость и становятся формой внеклассных занятий с обучающимися.

В 1962 году была проведена в 58-ми городах первая массовая олимпиада по физике, организацией которой занимался Московский физико-технический институт (МФТИ). В это же время проводилась Всесибирская физико-математическая олимпиада, которая состояла из нескольких туров. Последний тур организовывали в летней физико-математической школе Новосибирского Академгородка. Он являлся вступительным экзаменом в создаваемую физико-математическую школу-интернат при Новосибирском государственном университете. Подобную работу проводили ведущие университеты страны. К 1963 году были созданы школы-интернаты при Киевском, Московском и Ленинградском университетах.

В процессе организации и проведения указанных выше олимпиад был приобретён опыт, который позволил увеличить масштабы организации и привлечения школьников по всей территории страны.

В 1963 году была проведена Вторая физико-математическая олимпиада европейской части СССР и Закавказья при поддержке МФТИ и МГУ им. М.В. Ломоносова, которая имела важное отличие от прошлых олимпиад - она проводилась в два тура. Первый тур организовывался заочно, а второй - очно. Проверка работ первого тура проводилась органами народного образования. Второй тур включал в себя теоретический и экспериментальный уровень.

Проведение первых масштабных олимпиад привело к активной работе ведущих вузов страны со школьниками, что только укрепляло связь между преподавателями университетов и учителями школ. Олимпиады проводились в более 160-ти городах страны, что стало переломным моментом в развитии олимпиадного движения.

С 1963 областной заочный тур проходил в дальневосточных, сибирских и среднеазиатских областях и являлся определённым этапом Всесибирских олимпиад. Победители участвовали в очных областных турах. Данная система формировала равные условия участия для всех желающих, несмотря на место их проживания. С 1970 года первый тур олимпиад был заменён на систематические конкурсы, проводимые всесоюзным физико-математический журналом «Квант» [29].

В 1964 году был создан под руководством академика П.Л. Капица оргкомитет проведения олимпиад и создана специальная смена во Всероссийском пионерском лагере "Орлёнок", которая состояла из призёров олимпиад.

С 1964 года по 1967 год олимпиады были Всероссийскими, однако в них могли принимать участие команды из других союзных республик. С 1967 года Всероссийские олимпиады по физике начали проводиться под названием Всесоюзных. В проведении олимпиад начали принимать участвовать не только вузы, но и государственные структуры — министерство просвещения союзных республик и министерство просвещения СССР, что подтверждало огромную значимость олимпиадного движения на государственном уровне.

Второй тур включал в себя как теоретические, так и экспериментальные задачи, авторами которых являются И.Ш. Слободецкий и А.Р. Зильберман.

С 1975 года в РСФСР начали проводить ежегодно Всероссийские олимпиады школьников по физике, которые включали в себя четыре этапа. Первым этапом были школьные олимпиады, вторым — районные, третьим — областные, четвёртым — зональные. Победители заключительного этапа получали право на участие в финальном этапе Всесоюзной олимпиады.

С 1993 года в России начался новый этап олимпиадного движения, который отличался массовостью и структурой проведения. Всероссийские физические олимпиады проводятся в пять этапов.

Первым этапом являются школьные олимпиады. В них принимают участие школьники с 7 по 11 класс, поэтому этот этап является самым массовым, и проводится ежегодно в ноябре. Второй этап - районные (городские) олимпиады. Он проводится в декабре по заданиям, составленным областными (краевыми) оргкомитетами олимпиад. В нём принимают участие школьники с 8 по 11 класс, которые являются победителями школьных олимпиад. Третий этап — областные, краевые, республиканские олимпиады. Он проводится в январе и его организацией занимаются местные органы народного образования. В олимпиаде принимают участие школьники с 9 по 11 класс, являющиеся победителями районных олимпиад. Олимпиада на данном этапе включает в себя как теоретический тур, так и экспериментальный, задания к которым разрабатываются в Методической комиссии Центрального оргкомитета.

Четвёртый этап — зональные олимпиады. Они проводятся в марте на четырёх зонах: Северо-западной, Центральной, Юго-западной и зонах Сибири и Дальнего Востока. Команды формируются из школьников с 9 по 11 класс, которые являются победителями третьего этапа.

Пятый этап — заключительный (финальный). Он проводится во второй половине апреля. Команды формируются из школьников с 9 по 11 класс, которые являются победителями четвёртого этапа [29].

Данная система проведения Всероссийских олимпиад по физике является многоступенчатой, что позволяет увеличить интерес школьников в изучении физики, выявить наиболее способных учеников, расширить численность олимпиадного движения и помочь школьникам поступить в вузы. Таким образом, Всероссийские олимпиады решают ряд задач, связанный с полноценным формированием личности, расширением границ интеллектуальных возможностей и работой с талантливой молодёжью.

После пятого этапа Всероссийской олимпиады по физике проводится Международная физическая олимпиада школьников. Обладатели дипломов 1-ой и 2-ой степеней Всероссийской олимпиады в количестве порядка 20 школьников приглашают в июне на двухнедельные учебно-тренировочные летние сборы и в январе на десятидневные зимние сборы. После финала Всероссийской физической олимпиады победителей приглашают в июне на заключительные сборы, по окончанию которых должна быть сформирована команда.

Во время соборов с кандидатами в национальную сборную России проводятся учебные занятия, мини олимпиады, состоящие из теоретических и экспериментальных туров, где претенденты набирают очки в рейтинге, которые учитываются при окончательном формировании сборной команды России.

Развитие информационных технологий и прошедшая пандемия внесли серьёзные изменения в организацию олимпиад по физике. Школьный тур олимпиады проводится централизованно в школах, или дома на компьютерах. Сами задания разрабатываются образовательным центром «Сириус». Таким образом, достигается единообразие заданий во всех регионах страны. Задания ко всем турам разрабатываются в образовательном центре «Сириус».

2.1. Анализ литературы по подготовке обучающихся к олимпиадам по физике

Важную роль в подготовке обучающихся к физическим олимпиадам играет различная учебная и методическая литература. Это — сборники задач, содержащие разноуровневые задачи, сборники с решениями задач, пособия с методическими рекомендациями по формированию умений решения задач различного вида. Рассмотрим эту литературу подробнее.

Книга В.А. Балаша «Задачи по физике и методы их решения» представляет собой пособие по решению задач повышенной трудности по курсу элементарной физики. В данном пособии автор стремился разработать единые методы решения задач по курсу элементарной физики, показать, как нужно использовать эти методы при решении конкретных задач. В начале каждой главы даны краткие теоретические сведения, позволяющие вспомнить основные понятия и законы курса физики, приведены формулы, которые используются при решении задач. Далее следуют методические указания по решению задач и примеры их решения. Каждая глава заканчивается задачами для самостоятельного решения. Большинство задач, приведенных в пособии, предлагалось на физических олимпиадах и вступительных экзаменах по физике в ведущих вузах страны [2].

В работе В.И. Грабцевича «Методическое пособие для подготовки к олимпиаде по физике» представлены разнообразные многоуровневые задания и ответы к ним по всем разделам физики и астрономии, интересные задачи и вопросы, предполагающие серьезную самостоятельную подготовку школьников, которые расширяют рамки учебного материала и смогут помочь учителю в подготовке старшеклассников к олимпиадам разного уровня. Данное пособие предназначено учителям физики для осуществления индивидуального и дифференцированного подхода к обучению, при работе в профильных классах в условиях перехода к ФГОС [7].

В пособии А.И. Попова «Формирование творческого потенциала ученика в условиях олимпиадного движения» описаны образовательные практики развития творческого потенциала педагогов и обучающихся в общеобразовательной школе. В пособии представлены варианты развития и актуализации творческого потенциала не только обучающихся, но и самого педагога в инновационной деятельности. Первая часть пособия раскрывает возможные варианты решения проблемы для школьников в рамках учебной и внеучебной деятельности, вторая часть — для педагогов в режиме реализации жизнедеятельности школы как инновационной площадки. Наряду с представленной системой проблемно-творческих семинаров для учителей приводятся в качестве примеров индивидуальные исследовательские проекты конкретных педагогов [25].

В диссертации Б. П. Вирачева «Методические принципы организации и проведения физической олимпиады и подготовки к ней учащихся» рассматриваются основные организационные условия и принципы подготовки и проведения олимпиад, дидактические и методические принципы составления заданий теоретического тура и составления заданий экспериментального тура, методика организации и проведения экспериментального тура, требования, предъявляемые к учителю-руководителю, занимающемуся подготовкой учащихся к олимпиадам, основные условия и принципы подготовки учащихся к участию в олимпиадах, психолого-методические условия подготовки учащихся к олимпиадам [4].

В статье И.Ю. Кудриной «Роль индивидуальной образовательной траектории в развитии у школьников интереса к предметным олимпиадам» рассказывается о целях олимпиад, их ценности для обучающихся, для родителей и для самих учителей, рассматривается система подготовки участников олимпиад. Особое внимание уделяется созданию методики подготовки индивидуальной образовательной траекторий по предмету, которая включает в себя создание для учащихся развивающей среды, систематическая работа с банком олимпиадных заданий, решение подобных задач, обучение творческому мышлению, развитие навыков активной самостоятельной работы учащихся, привлечение не одного ученика, учёт личностных интересов учащихся, использование принципа «От простого к сложному» [20].

В статье О.Р. Шефер «Требования, предъявляемые к учителю, организующему подготовку учащихся к олимпиаде по астрономии» представлены рекомендации по подготовки учителей физики к организации работы с учащимися, участвующими в олимпиадах по астрономии. Статья содержит научную концепцию теоретического обоснования работы учителя со школьниками, структуру учебной программы курса и требования к учителю, который планирует реализовать эту концепцию [36].

В монографии О.Р. Шефер «Комплексные задачи по физике как средство достижения обучающимися метапредметных и предметных результатов» поднимаются проблемы сформированности комплексного применения знаний-предписаний и знаний-описаний в учебном процессе, причины низкого уровня приобретения умений у обучающихся решать комплексные задачи, путём анализа результатов ГИА по физике. Приводится перечень критериев отбора комплексных задач, которые могут быть использованы в образовательной деятельности для достижения предметных и метапредметных показателей в изучении физики, описываются методики конструирования качественных комплексных задач [35].

В пособии А.В. Усовой «Методика преподавание физики в 7-8 классах средней школе» освещены общие вопросы методики обучения физике в средних общеобразовательных учебных заведениях. Большое внимание уделено политехнической направленности изложения материала, выводам и обобщениям методологического характера. Благодаря курсу физики, учащиеся получают первоначальные сведения из некоторых разделов элементарной физики. Общеобразовательная задача курса физики заключается в том, чтобы дать учащимся более глубокие и систематизированные знания по основным разделам физики (механике, теплоте, электродинамике, оптике, строению атома, физике элементарных частиц). Важная задача курса состоит в расширении знаний, учащихся о роли физики в развитии техники и смежных наук, выработка у них умения применять знания для решения практических вопросов, ознакомление учащихся с научными принципами производства, что имеет важное значение для осуществления политехнического образования и профессиональной ориентации учащихся [30].

Учебное пособие А.И. Попова «Решение творческих задач» содержит сведения о роли творчества в реализации инновационных процессов в производственном секторе, о развитии творческих способностей при решении профессионально-ориентированных задач по механике, задачи по механике для самостоятельного решения [24].

В пособии М.В. Семёнова, Ю.В. Старокурова и А.А. Якута «Методические рекомендации по подготовке учащихся к участию в олимпиадах высокого уровня по физике» представлены рекомендации по подготовке учащихся с 8 по 11 класс к участию в олимпиадном движении по физике высокого уровня, описание проведения олимпиад по физике в РФ., проведён обзор различных способов подготовки учащихся к олимпиадам, сформулированы рекомендации по подготовке к олимпиадам по физике, приведены примеры условий задач теоретических и экспериментальных туров третьего (Московского регионального), четвертого (федерального окружного) и пятого (заключительного) этапов Всероссийской олимпиады школьников по физике и заданий Международной физической олимпиады, указан библиографический список, который пригодится учащимся при подготовке к физическим олимпиадам [28].

В диссертации Г.А. Дзиды «Развитие у учащихся познавательных умений в процессе решения учебных задач» рассматриваются познавательные умения как деятельностная характеристика личности, технология развития познавательных умений в теории и практике обучения, анализ сформированных научных понятий, необходимых для развития у школьников умения решать познавательные задачи, дидактические закономерности, принципы и основные условия развития познавательных умений в системе обучения, методы познания как ориентировочная основа действий при решении учебных задач [10].

В основе пособия М.П. Шаскольской «Сборник избранных задач по физике» представлены задачи, предлагавшиеся на физических олимпиадах, проводимых для школьников на физическом факультете Московского государственного университета. Содержание задач не выходит за рамки программы средней школы, понимание решений требует глубокого и продуманного освоения материала, что поможет обучающимся поэтапно разбирать задачи [33].

В книге «Элементарная физика с примерами решения задач» И.П. Гурский последовательно и кратко рассмотрел весь элементарный курс физики. Основное внимание обращено на решение типовых задач и примеров. К большинству задач даны подробные методические указания, имеется большой набор задач для самостоятельной работы. Автор изложил основы элементарной физики в сжатой форме, что поможет обучающимся повторить и усвоить эти основы с минимальной затратой времени. А представленные в книге примеры решения задач помогут разобраться и построить правильное и рациональное решение задачи [9].

Сборник А.П. Кузнецова «50 олимпиадных задач по физике» содержит 50 оригинальных задач физических олимпиад, которые будут полезны обучающимся, заинтересованным в глубоком изучении физики.

Каждая такая олимпиадная задача — это маленькая проблема, которую ученик должен решить самостоятельно. Это своего рода модели тех научных задач, которые встречаются в работе ученых. Преимущество олимпиадного задачника в том, что ученик может посвятить одной задаче много времени, что и происходит в реальном научном творчестве, когда одну задачу решают иногда даже не месяцы, а годы [21].

В пособии Е.П. Татьяниной, предназначенном для подготовки к физическим олимпиадам, содержатся задачи, которые предлагались на вузовской олимпиаде по физике в ВГТУ за период 2001- 2018 гг. В пособие включены условия и решения олимпиадных задач, предлагаемых на олимпиаде ВГТУ по механике, молекулярной физике и электромагнетизму, с целью углубления знаний и подготовки к участию в студенческих олимпиадах. Каждая предложенная задача сопровождается подробным разбором решения. Для олимпиадных заданий предлагаются задачи с глубоким физическим смыслом, развивающие нестандартное мышление. Ряд задач, представленных в пособии, авторские [26].

В сборник А. И. Буздина «Раз задача, два задача...» вошло около двухсот пятидесяти нестандартных физических задач разных уровней, начиная со школьного и заканчивая международным. Решение предложенных задач требует не только знаний школьного курса физики, но и сообразительности, умения взглянуть с другой точки зрения на физические явления. Часть задач совсем простые, попадаются задачи и посложнее, требующие для своего решения уже некоторых усилий и размышлений. Ломая голову над этими задачами, обучающиеся начинают лучше понимать физические законы и связь между ними [3].

В учебнике И. Ш. Слободецкого «Всесоюзные олимпиады по физике: Пособие для учащихся 8–10 кл. сред. школы» можно найти советы и примеры задач физических олимпиад с полным разбором. Рассматриваются задачи от начального до высокого уровня, что может пригодиться как школьникам, так и студентам. В этой книге собраны экспериментальные задания физических олимпиад: приведены условия заданий, даны указания по их выполнению, а в некоторых случаях даже проведены измерения, обработаны и получены некоторые результаты [29].

В пособии В. А. Макарова «Физика. Углубленный курс с решениями и указаниями. ЕГЭ, олимпиады, экзамены в вуз» по каждому разделу курса физики дано достаточно полное изложение теории в объеме, необходимом для решения задач, приводятся примеры решения ключевых задач, даны задания для самостоятельной работы. Кроме того, в пособии помещены подробные решения всех задач, оформленные в соответствии с требованиями ЕГЭ и снабженные комментариями. Отличительной особенностью этой книги является то, что наряду с традиционными составляющими (теоретический раздел, примеры с решениями, задачи для самостоятельного решения) представлены решения всех предложенных задач с идеями и последовательными подсказками, помогающими решить задачу оптимальным способом без посторонней помощи. Это позволит ученику самостоятельно продвигаться в решении задачи [31].

В сборнике А.Р. Зильбермана «Школьные физические олимпиады» в начале каждого раздела приводятся важные для понимания задачи с подробными решениями, для других задач предлагаются подсказки, ответы и/или краткие решения, часть задач не содержит даже ответов — для того, чтобы учителю было удобно их использовать для работы в классе. Данные задачи смогут пробудить интерес к изучению предмета у сильных учеников, которым на уроках часто бывает просто скучно, и дополнительная возможность обучения физике на более широком материале и на более высоком уровне. Это возможность для участников проверить свои силы в прямом соревновании с одноклассниками, проявить свои способности, реализовать спортивные амбиции и победить [14].

Таким образом, обилие литературы по подготовке к физическим олимпиадам может помочь школьнику в самостоятельном освоении процесса решения нестандартных задач. В наше время к этой литературе добавляются еще различные интернет-каналы, которые ведут систематическое вещание и готовят школьников к олимпиадам. Тем не менее, роль учителя в этой подготовке все-таки является ведущей.

3.1. Формирование у учащихся умения решать олимпиадные задачи по физике

Организация учебной деятельности обучающихся по решению задач обеспечивает получение системных, глубоких и прочных знаний по физике.

Физическая задача — это проблемная ситуация, как совокупность определенных действий, требующая от учащихся выполнения мыслительных процессов и практических операций на основе физических закономерностей и законов физики, направленных на формирование таких умений, как анализировать, нестандартно мыслить, выстраивать логические цепочки и приходить к определённым умозаключениям. Физические задачи играют важную роль в образовательном процессе, так как являются средством диагностики общего интеллектуального развития и специальных навыков и умений учащихся. С воспитательной точки зрения физические задачи знакомят учащихся с достижениями в науке и технике, формируют трудолюбие, характер, волю, настойчивость, целеустремленность.

Процесс решения задач является средством контроля полноценного и правильного формирования не только знаний, но и навыков и умений учащихся. Обучение самостоятельному решению физических задач является одной из трудных педагогических проблем. Успешное обучение решению задач в большей мере зависит от используемой учителем методики обучения.

Классификация школьных физических задач по степени сложности включает в себя исследовательские, учебные и олимпиадные. Учебные задачи являются стандартными, к которым требуется применять классические способы решения. Однако исследовательские и олимпиадные задачи не могут иметь какого-то одного принципа решения, так как любая задача состоит из определенной проблемы, которую нужно разобрать путем проведения самостоятельного физического исследования в теоретическом и эмпирическом аспекте. Умение решать подобного рода задачи говорит о высоких знаниях обучающихся. Таким образом, олимпиадные задачи являются одним из инструментов определения показателя сформированности познавательной самостоятельности личности.

Для осуществления вышеперечисленных аспектов формирования познавательной самостоятельности учащихся, необходимо воплощать подбор системы олимпиадных заданий, которая будут соответствовать следующим требованиям:

– Повышение качеств и умений самостоятельного применения математических и физических знаний в нестандартных ситуациях, имеющихся у учащихся, и формирования новых.

– Обеспечение систематичности выполнения заданий, которые будут отличаться необходимым разнообразием и соответствовать уже пройденному материалу. При создании системы заданий необходимо учесть их логическую последовательность, т.е. уже разобранные задания должны становиться ключевой основой для решения следующего нового задания. Задачи следует выстраивать от простейших до высокого уровня сложности.

– Стимулирование самостоятельности в исследовании, выборе метода и нахождении способа решения задачи.

– Развитие творческих способностей учеников в ходе решения задач.

– Разбор не только теоретических, но и экспериментальных задач, в качестве которых можно предложить лабораторные работы, при выполнении которых требуется измерить физическую величину, используя необходимое оборудование. Школьникам необходимо самостоятельно разработать план проведения эксперимента, провести соответствующие измерения, обработать и проанализировать полученные экспериментальные данные и оценить точность результатов.

Создание системы олимпиадных заданий, которая способствует формированию познавательной самостоятельности школьников, требует включения подборки заданий, ориентированных на возникновения умений и навыков самостоятельно думать, рассуждать, анализировать, систематизировать, принимать решения. Региональный и заключительный этапы Всероссийской олимпиады школьников проводятся только для 9-11 классов, однако систематическую подготовку школьников к решению олимпиадных задач целесообразно начинать уже в 7 классе.

4.1. Общие методы и приемы решения олимпиадных задач по физике

В настоящее время развития научно-технического прогресса необходимо уметь ставить и решать современные задачи науки, техники, жизни. Таким образом, цель физического образования - формирование навыка решать олимпиадные задачи по физике, который основан на практико-ориентированном подходе. Для этого необходима не только теоретическая подготовленность школьников, но и экспериментальная. Соответствующий теоретический уровень подготовленности позволит создать целостную систему знаний, и эта обобщённость знаний поможет в решении большого количества задач. Однако нужно учесть, что одним из условий подготовки является удаление достаточного количества времени для приобретения опыта. Прежде чем отправлять обучающихся на олимпиады следует заниматься его подготовкой не менее одного года, организуя специальные систематические дополнительные занятия. Таким образом, начинать подготовку к физическим олимпиадам школьников, у которых имеется определённый интерес и способности к нестандартному мышлению, желательно с 7 класса, но можно и ранее. Возможно начать с 5 класса знакомить их с интересным миром физики, чтобы в дальнейшем у них уже были сформированы первоначальные представления о физических явлениях и закономерностях. Элективные занятия с одарёнными детьми должны быть не только непрерывными и системными в течение целого учебного года, но также не должны прерываться даже на время каникул в соответствии с составленной программой. Бессистемная подготовка к решению задач повышенной сложности не даст особого результата, так как у школьников не сформируются целостное представление и системность задач [28].

Одной из основных характеристик подготовки к физической олимпиаде является комплексность, которая подразумевает под собой не просто элективные занятия по расширенной программе, а требует обязательного углубления знаний всех разделов математики, в химии знания строения вещества, основ информатики, также владение приёмами развития памяти и логического мышления, методов запоминания.

Таким образом, подготовка к олимпиаде является комплексом взаимосвязанных временем и тематикой изучения разделов физики, математики, информатики и химии. Именно такое всестороннее сочетание знаний позволяет достаточно быстро и качественно овладеть методикой решения физических задач.

Всякое решение физической задачи состоит из ряда обязательных этапов:

1. Физический – анализ физического процесса или явления,

лежащего в основе задачи, выявление физического закона и закономерностей, необходимых для применения и запись соответствующих уравнений.

2. Математический – решение уравнений в общем виде относительно искомой величины, получение ответа в численном виде.

3. Заключительный – анализ полученного ответа на достоверность и на корректность решения с физической точки зрения, поиск более рациональных альтернативных путей решения.

Олимпиады различных уровней созданы для выявления одарённых учащихся, которые могут нешаблонно мыслить, абстрагироваться от общеустановленных методик решения задач и создавать оригинальные подходы к каждой задаче. Однако не имея базовой теоретической и практической подготовки невозможно будет занимать почётные места на олимпиадах.

Олимпиадные задания делятся на два типа:

1. Теоретические задания, к которым относятся качественные задания и задачи, решаемые с помощью формул и математических преобразований и требующие хорошей теоретической подготовки учащихся, умения быстро и качественно делать математические преобразования, приводящие к получению расчётной формулы и правильному численному ответу. В школьной программе представлены задачи с погрешностями и допусками, такими как, пренебрежением трения, не учитываем сопротивление проводов, использование понятия идеального газа. В олимпиадах встречаются задачи, в которых описываются реальные физические объекты, и для их решения от школьников требуются навыки исследовательской работы и умение субъективно оценивать физические процессы и явления, приведённые в задаче.

2. Экспериментальные задания, для решения которых от учащихся

требуются знания о свойствах материалов, умение работать с оборудованием и приборами, такими как штангенциркуль, микрометр, ареометр, мультиметр.

Задания по назначению подразделяются на группы:

– Качественные, целью которых является непосредственное знакомство с физическими явлениями и процессами (например, проверка «закона сообщающихся сосудов»), заключаются в сборе установки (включении), зарисовки схемы, формулировании вывода.

– Количественные, предназначенные для формирования навыков использования простейших измерительных приборов и оформления экспериментальных заданий (например, измерение различных удлинений одной и той же пружины, если на неё подвешивать грузы разной массы), заключаются в сборе установки, измерении одних и вычислении других физических величин, построении графиков и формулировании соответствующих выводов.

– Творческие, в которых дан определённый набор оборудования, которым нужно воспользоваться при проведении эксперимента, задан объект исследования, сформулирована конечная цель, однако не указаны чёткие инструкции, следуя которым можно было бы добраться до конечной цели. Подобного рода задачи позволяют ученику самостоятельно искать пути, ведущие к конечному результату, разрабатывать план действий, учитывать возможности предоставленных приборов и оборудования и добиваться получения максимально возможной точности не за счёт высокой точности приборов, а за счёт того, что выбран оптимальный метод измерений, что даёт ученикам реализовывать и развивать свои творческие способности, которые в других видах учебной деятельности используются в малой степени.

К теоретическим относятся задачи на применение формул. Есть ряд задач простых с точки зрения физики и подобно разобранных в школьном курсе, но их трудность заключается в правильном выборе соответствующей формулы или в верном составлении уравнений. Например, в теме «кинематика тела, брошенного под углом к горизонту» школьник может запутаться при выборе формулы, которая может подойти для конкретного случая. Задачи подобного рода проверяют способность ученика анализировать какие формулы относятся к определённой задаче, а какие нет.

Задачи на применимость физических законов и закономерностей выполняются при соблюдении некоторых условий, о которых ученикам необходимо напоминать. Они проверяют понимание школьниками границ применимости тех или иных законов. Часто такие задачи формулируются в виде «парадокса», и от школьника требуется его распутать.

Задачи, в которых практически ничего не известно. Метод решения достаточно стандартен: в начале решения необходимо ввести переменные, которые можно будет использовать в процессе решения задачи. Введенные величины в ответе должны сократиться. Такие задачи используют неэлементарную симметрию системы и полученный ответ не будет зависеть от выбора параметров.

От школьников требуется владение обобщенной системой знаний, которая приобретается только в процессе решения огромного числа задач. Отсюда, подготовка должна быть всесторонней, системной, комплексной и времязатратной. Для этого используются следующие формы занятий: теоретические занятия, практикумы по решению задач, самостоятельная работа учащихся, элективы.

В конце изучения каждой темы проводится тематическое тестирование, зачет или занятие в форме тура физической олимпиады. Эти задания выполняются за два часа, без какой- либо посторонней помощи и без обсуждения возникающих проблем с другими учащимися. Итогом работы должен быть письменный отчет, содержащий полное теоретическое или экспериментальное решение [19].

Можно выделить некоторую последовательность действий, которую стоит показать детям на первых занятиях кружка и учитывать при разборе отдельных задач, демонстрируя варианты реализации отдельных пунктов. Запись краткого «Дано», как в обычных задачах, на олимпиаде, безусловно, не требуется. Можно сразу приступать к решению, но перевод текстового условия в математический вид нельзя считать бесполезным. Структурирование, выбор обозначений для отдельных величин и анализ текста задачи — важный первый шаг на пути к решению.

Перевод размерностей в СИ тоже не только не обязателен, но часто вреден. Иногда удобнее задачу решать во внесистемных единицах. Тем не менее решить, стоит ли переводить размерности или нет, необходимо на первом этапе анализа задачи.

Большинство задач разных разделов физики допускает возможность изображения какого-либо графического варианта описания задачи. Даже если в условии этого не требуется, рисунок часто оказывается полезным.

Для выбора методов решения и подходящих законов необходимо осознать основную идею, которой посвящена задача. Это могут быть особенности какого-то конкретного процесса, интегральные связи между различными разделами физики или принципы работы какого-то устройства.

Желательны ссылки на названия законов. Перечисление тех соотношений, которые будут использоваться для решения, убережёт от ошибок алгебраических преобразований. Расчеты искомой величины — важный, но не последний этап решения. Оставшиеся позиции представленного алгоритма могут быть опущены для решения задач базового курса физики, но при работе с примерами повышенного уровня сложности после получения ответа следует перейти к его анализу. По возможности ищем второй способ решения с целью проверки. Если второго способа решения нет, то, как минимум, делаем проверку любым доступным путём.

5.1. Разработка и реализация индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся средствами олимпиад по физике

Индивидуальный образовательный маршрут является объективным и формальным в отношении самого ученика. Творческие проявления школьников в организации собственной образовательной траектории не учитываются, то есть индивидуальный образовательный маршрут не становится результатом обдуманной и инициативной деятельности учащихся. Итог маршрута уже известен изначально и соответствует образовательному стандарту. Индивидуальность воспринимается, как определенная альтернативность действий, которая в конечном смысле движет школьников по общепринятой и единой траектории развития, заканчивающейся общим для всех результатом.

Таким образом, индивидуальным образовательным маршрутом называется целенаправленно дифференцируемое образовательное движение, в процессе обеспечения которой позиция ученика является ведущей и осуществляется при педагогической поддержке учителем его самоопределения и самореализации, при этом гарантируется достижение определенного уровня навыков и умений в олимпиадном физическом движении.

Е.А. Александрова характеризует индивидуальный образовательный маршрут в виде сформированности в ребенке личностного и социального самоопределения и саморазвития. Для взращивания таких навыков эффективными средствами могут быть педагогическое планирование программы совместной с обучающимися деятельности, направленной на достижение целей государственного образовательного заказа и индивидуального развития и интеллектуального роста в процессе обучения, которое называется индивидуальной образовательной траекторией.

Однако появляется сложность, связанная с одобрением ученика стать субъектом проектируемой деятельности индивидуального образовательного маршрута. Данная проблема поднимается в работах Н.С. Пряжникова и Е.Ю. Пряжниковой о концептуальных способах оказания помощи в достижении его личностного и профессионального самоопределения. Авторы выделяют три идейных уровня:

1. Адаптационно-технологический уровень, который проявляется в необходимости занесения человека в некоторую систему, какими может быть социально-профессиональная группа или коллектив.

2. Социально-адаптационный уровень, сетующий о необходимости адаптации, которая основана на оптимальном использовании имеющихся ресурсов.

3. Ценностно-смысловой (нравственный) уровень, предметом которого является оказание помощи при постановке вопросов о смысле и совести.

Вышеперечисленные уровни представлены как способы решения проблем, связанных с профессиональным самоопределением. Применение данной схемы к педагогике основано на приоритете готовности ребенка к выбору индивидуального образовательного маршрута.

Адаптационно-технологический уровень помощи ученику не связан с выбором индивидуального образовательного маршрута и основан на авторитарном вмешательстве в деятельность ученика, не желающего «вписываться» в образовательное пространство. Этот уровень помощи можно характеризовать как полное отсутствие готовности и участия ученика решать проблемы, связанные со школьной деятельностью и, следовательно, неэффективностью «гуманных» средств для быстрого решения проблемы.

Социально-адаптационный уровень говорит о стремлении педагога развивать ребенка, тем самым помочь ему достичь высокого уровня школьной успешности. Так, для традиционной «школы» это высокие показатели, характеризующиеся прочностью и глубиной усвоенных знаний.

Индивидуализация данного маршрута осуществляется посредством отбора подходящих для конкретного ученика содержания, методов, приемов и форм организации образовательной деятельности. Рациональное и позитивное отношение к предлагаемой педагогом помощи, способность обсуждать и оценивать схемы построения маршрута является главным проявлением готовности ребенка участвовать в выборе такого маршрута.

Ценностно-смысловой или нравственный уровень помощи ученику в выборе индивидуального образовательного маршрута связан с потребностями учащегося в самовыражении посредством творческой деятельности, косвенно относящейся к учебной деятельности. Данный уровень предполагает, что ребенок становится автором собственного индивидуального образовательного маршрута, который выступает как средство по достижению личностно значимых целей развития. Поэтому, выбирая стратегии по педагогическому сопровождению и проектированию индивидуального образовательного маршрута, необходимо учитывать уровень готовности учащегося выступить субъектом деятельности по созданию этого самого маршрута. Прослеживается взаимосвязь между уровнем готовности учащегося и характером самоопределения — формальным либо творческим, ценностно-ориентированным [19].

Выводы по первой главе

Одной из целей физического образования является формирование умений работать с олимпиадными задачами по физике. Характерной особенностью подготовки к олимпиаде по физике является ее целостность, которая требует обязательного расширения и углубления знаний практически всех, изучаемых в школе разделов математики, знания основ строения вещества, изучаемого в химии, основ информатики, приемов развития памяти и методов запоминания.

Методы обучения решению олимпиадных физических задач достаточно разнообразны. Для формирования самостоятельности учащихся в решении задач необходимо осуществить подбор олимпиадных заданий, которые соответствуют некоторым требованиям: система олимпиадных заданий должна способствовать развитию логического мышления; должна обеспечить систематичность их выполнения, разнообразие деятельности обучающихся, стимулирование самостоятельного исследования задачи и выбора метода решения задачи;

В обучении необходим индивидуальный подход, потому что каждый школьник имеет свой определенный уровень знаний и умственного развития и реальными учебными возможностями.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 7 – 9-Х КЛАССОВ К ОЛИМПИАДАМ ПО ФИЗИКЕ

1.2. Методические рекомендации по подготовке учащихся к участию в олимпиадах по физике

Современный этап развития общества резко обострил проблему выявления одаренных школьников, создания условий для их развития и наиболее целесообразного использования их способностей. Благоприятные возможности для успешного ее решения создала дифференциация образования. В школах нового типа (лицеях, гимназиях), в классах с углубленным изучением отдельных учебных предметов, да и в обычных школах образуются устойчивые группы по интересам, склонностям, достигнутым успехам, а также по способностям школьников.

Раннее выявление, обучение и воспитание одаренных и талантливых детей составляет одну их главных задач совершенствования системы образования. Однако недостаточный психологический уровень подготовки педагогов для работы с детьми, проявляющими нестандартность в поведении и мышлении, приводит к неадекватной оценке их личностных качеств и всей их деятельности. Нередко творческое мышление одаренного ребенка рассматривается как отклонение от нормы или негативизм.

Взаимодействие педагога и ребенка зачастую строится на основе лишь нормативно-ролевых предписаний (субъектно-объектные отношения), при котором чётко распределяются роли и обязанности ребёнка и учителя. Для одаренных детей такой стиль не приемлем, им лучше подойдёт субъектно-субъектные отношения, в которых учитель вместе с учеником открывает, исследует этот мир. А для этого педагог должен позиционировать себя субъектом. Прежде всего, у педагога должно быть такое качество как гибкость в поведении, мышлении, эмоциональном реагировании. Он должен мочь легко отказываться от средств деятельности, приемов мышления, способов поведения, не соответствующих ситуации или задаче, и уметь вырабатывать или принимать новые, оригинальные подходы к разрешению различных ситуаций при неизменных целях и идейно-нравственных основаниях [11].

Олимпиады — одна из общепризнанных форм работы с одаренными школьниками. Они организуются во всех районах и городах страны. Уровень олимпиад достаточно высок и содержит в себе достаточно сложные и оригинальные задания. Иначе невозможно будет сформировать команду, способную успешно конкурировать на различных этапах олимпиад. Сложность и оригинальность задач требует продуманного подхода при подготовке участника олимпиады на всех этапах.

Физика в школе изучается с 7 класса, а серьезное участие в олимпиаде (городской, районный тур) начинается с 9 класса. Следовательно, возникший разрыв необходимо устранить на школьном уровне. Заинтересовать учащегося, вовлечь в олимпиадное движение, не потерять уникальность мышления, развить и привить определенные навыки, это задача учителя. Олимпиадные задания отличаются от «обычных» задач по многим параметрам. Условия задач оригинальны и требуют нестандартного мышления и высокого уровня эрудиции.

Первый тип задач использует условный мир идеализированных моделей: материальных точек, невесомых и нерастяжимых нитей, идеальных индуктивностей и емкостей. Кроме хорошего знания законов физики, нужно еще проявлять изобретательность и смекалку, умение выбрать нетривиальный способ рассуждения, отказавшись от решения «в лоб», которое или нерационально, или вообще невозможно при использовании школьного математического аппарата.

Второй тип — это задачи, приближенные к практике, родившиеся под влиянием физического эксперимента, при наблюдении явлений природы. В таких задачах рассматриваются реальные физические объекты. Зачастую такие задачи носят оценочный характер. По существу, они являются небольшими физическими исследованиями, прообразом научного поиска. Для решения таких задач необходимо хорошо ориентироваться в исследуемом явлении.

Третий тип — экспериментальные задания. Экспериментальные задания включаются на этапе областных олимпиад. К сожалению, не все школьные кабинеты позволяют качественно повысить знание при решении этого типа задач. По объективным причинам происходит селекция экспериментальных задач, выполнение задания на простейшем оборудовании. Вместе с тем простота задания и применяемых экспериментальных средств часто оказывается достоинством, а не недостатком. Экспериментальное задание предполагает несколько способов его выполнения, необходимо провести анализ каждого их них, оценить точность полученных результатов и выбрать оптимальный способ. Тем не менее, экспериментальные задачи международных олимпиад — это, как правило, обширные экспериментальные исследования, выполняемые на современном оборудовании с использованием современных экспериментальных методик.

Можно выделить несколько подходов в качестве рекомендаций по подготовке к олимпиадам. В первую очередь, успешная подготовка — это решение как можно большего числа олимпиадных задач. Это более подробное дополнительное изучение тем школьного курса. При этом не следует решать сложные задачи. За сложностью решения может потеряться суть явления. Сложные задачи можно подключить на заключительном этапе подготовки. Полезно изучение различных методов решения задач. Возможен и комбинированный способ. Ученик 7 класса любознателен, заинтересован, непосредственен. Важно поддержать этот интерес и увлечь, ненавязчиво, физикой [10].

Принцип первый: ненавязчивость и добровольность. Личность учителя, его желание и умение заинтересовать является толчком к началу занятий. Учитывая возраст и багаж математических и физических знаний, возникает необходимость в правильном подборе заданий и упражнений на первом этапе. На первом уроке физики, когда происходит введение в предмет, есть смысл рассказать об успехах нашей школы. Привлечь для разговора старшеклассников, студентов, которые могут на личном примере поделиться ощущениями от участия в олимпиадном движении. Возможно, кто-то из учащихся класса уже добивался определенных успехов, выступая в олимпиадах по другим предметам, приятно будет выслушать и их. На личном примере рассказать и поделиться своими ощущениями как участника и победителя различных соревнований. Наряду с принципом «Пусть победит сильнейший» при подготовке и проведении олимпиад необходимо руководствоваться и другим принципом: «В олимпиаде есть победители, но нет побежденных», так как важно и просто участие. Олимпиады школьников представляют собой массовое движение и именно поэтому оказывают заметное влияние на общий уровень знаний учащихся средних школ. В связи с этим важнейшая задача учителя — привлечь к школьным турам олимпиад возможно большее число школьников.

Принцип второй: высокая мотивация обучения. Желание заниматься напрямую связано с мотивацией учащегося. На примере старших товарищей, удачное выступление на олимпиадах, конференциях, конкурсах и, наконец, поступление в престижное учебное заведение является достаточной мотивацией для занятий. Обратная связь с родителями ученика играет не последнюю роль. Ученик – учитель – родитель — это звенья одной команды. Решение олимпиадных задач — это лишь небольшая и очень специфическая область занятий физикой. Дело в том, что олимпиадные задачи «выдумываются» жюри олимпиады и в подавляющем большинстве своем достаточно просты. Для их решения необходимо угадать красивую идею (обычно маскируемую автором задачи в условии). Предлагаемые же человеку природой проблемы чаще всего устроены по-иному и редко допускают простые и изящные решения. Однако, олимпиадные задачи развивают интуицию, умению глубже мыслить, развивают упорство и терпение, учат серьезному подходу при решении проблемы. Экспериментальные задания приближены к реальным задачам. Следует отметить, что реальные задачи решаются в результате многократно повторяемых, проверяемых и уточняемых экспериментов (они часто требуют от физиков нескольких лет подготовительной работы, а не трех-четырех часов «мозгового штурма», к которому сводится экспериментальный тур), громоздких математических выкладок (требующих от физиков гораздо более глубокого знания математики). Тем не менее, нестандартность мышления, упорство при достижении цели, трудолюбие — качества, которые востребованы в реальной работе в реальной физике, если ею заинтересоваться по-настоящему.

Принцип третий: продуманность и систематичность занятий. Задания должны быть продуманы, простой набор олимпиадных задач, на наш взгляд, не проходит. Систематичность занятий обязательна. Первые два принципа призваны заинтересовать и мотивировать дополнительные занятия ученика. Третий принцип определяет весь ход подготовки. Правильно подобранные задания, их уровень сложности и последовательность, зависят от личности ученика. Поэтому рекомендовать универсальную схему подготовки для всех учащихся, по крайней мере, некорректно. Это самый сложный принцип, требующий продуманности действий, долгосрочного перспективного планирования. Здесь в полной мере проявляются как талант, так и интуиция учителя. От умения спланировать, придерживаться выбранной линии, выполнения намеченного зависит успех начатого дела [19].

Кроме всего прочего ученика предстоит обучить различным навыкам. Это и оформление работы, проверка и поиск ошибок, проведение и анализ данных эксперимента, умение апеллирования своей работы.

В олимпиадное движение включаются ученики на раннем этапе изучения физики, а это семиклассники. Для них проводятся дополнительные занятия-консультации на которых разбираются заявленные вопросы. Ребята работают по сборникам олимпиадных заданий. Среди этой группы есть целесообразность проводить заочные туры олимпиад. Очный тур необходимо провести в конце учебного года. Так отбирается костяк команды параллели, которая приступает к серьезной подготовке в следующем классе. Учащиеся 8 класса переходят на очную форму занятий. Занятия проводятся регулярно. Происходит углубление ранее изученных тем. Разбираются задания городских олимпиад 7, 8 класса. Изучаются различные методические приемы: построение графиков в кинематике, переправы, погони, аналогии со световым лучом, симметрия в цепях, поиск минимума в задачах, графики в тепловых явлениях и т. д. На каникулах проводятся занятия со всей командой олимпиадников. Есть целесообразность объединения в разновозрастные группы. В 9 классе количество занятий увеличивается. Проработка основных вопросов, изученных тем, разбор олимпиад 7, 8, 9 классов городов, областей. Дверь в клуб олимпиадников открыт для всех желающих. Старшие классы используют эту возможность как один из этапов подготовки к выпускным экзаменам. Возможно использование несколько методических приемов при подготовке олимпиадников:

1. Погружение: индивидуальная работа ученика при поиске возможного решения поставленной задачи.
2. Обмен опытом: работа в двойках, обмен и критика возникших идей.
3. Мозговой штурм: обсуждение решений четверкой.
4. Подсказка: беглое знакомство с авторским решением, с последующим самостоятельным решением.
5. Консультации преподавателя.

2.2. Реализации индивидуальных образовательных траекторий для подготовки обучающихся к участию в олимпиадном движении по физике на примере темы «Баллистическое движение»

Баллистическое движение. Координатный метод.

В случае, если вектор начальной скорости и вектор ускорения тела при равноускоренном движении не направлены вдоль одной прямой, то движение тела — криволинейное.

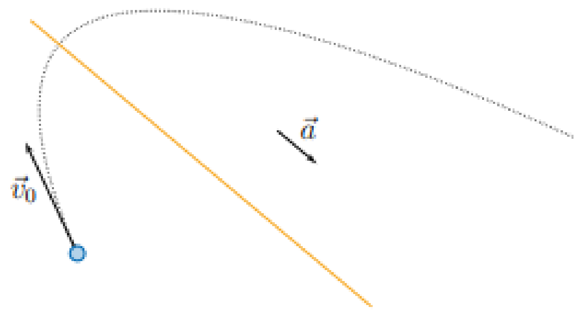

Рисунок 1 – Криволинейное движение тела

Найдем уравнение траектории тела для важного частного случая — движения в однородном поле гравитации, когда ускорение, создаваемое силой тяжести $\vec{a} = \vec{g}$. Силами сопротивления среды на фоне сил тяжести, можно пренебречь, что вполне оправдано для полетов обтекаемых тяжелых тел с малыми скоростями (тяжелые шарики, камушки) Рассмотрим движение в декартовой системе координат *xy*, расположив ось *ox* горизонтально, а ось *oy* вертикально вверх. Пусть тело стартует из начала координат с начальной скоростью v0 под углом α к горизонту.

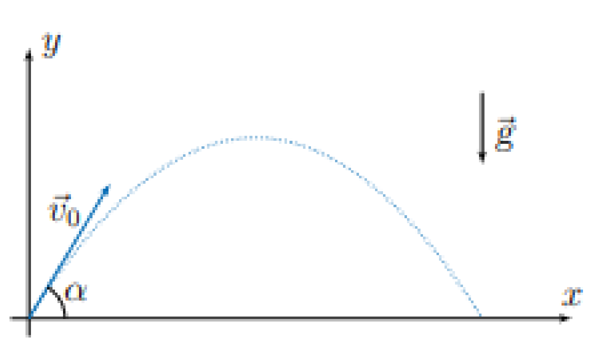

Рисунок 2 – Траектория тела в однородном поле гравитации

Тогда векторные уравнения для перемещения равноускоренно движущегося тела

$$\vec{s} = \overrightarrow{v_0}t + \frac{\vec{g}}{2}t^2 \quad (1)$$

и для скорости

$$\vec{v} = \overrightarrow{v_0} + \vec{g}t \quad (2)$$

в проекциях на соответствующие оси примут вид:

$$x = v_0 \cos\alpha t \quad (3)$$

$$y = v_0 \sin\alpha t - \frac{g}{2}t^2 \quad (4)$$

$$v_x = v_0 \cos\alpha \quad (5)$$

$$v_y = v_0 \sin\alpha - gt \quad (6)$$

Выражая время из уравнения (3) и подставляя его в (4), с учетом равенства

$$\frac{1}{\cos^2\alpha} = 1 + tg^2\alpha \quad (7)$$

получим:

$$y(x) = \frac{x}{tg\alpha} - \frac{gx^2}{2v_0^2}(1 + tg^2\alpha) \quad (8)$$

Это уравнение параболы, поэтому при дальнейших рассуждениях можно использовать свойства этой кривой, в частности ее симметрию относительно оси *oy*. Заметим, что уравнение (8) для фиксированных значений x, y и v_0 является квадратным уравнением относительно tg α и может иметь два корня. Следовательно, попасть из одной точки в другую тело может по двум траекториям — настильной и навесной, соответствующим двум решениям квадратного уравнения tg α_1 и tg α_1.

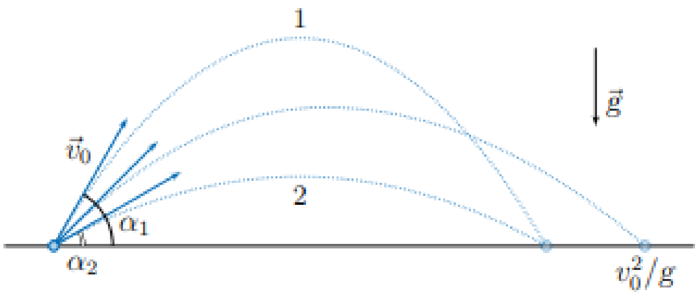

Рисунок 3 – Настильная и навесная траектория

И только если дискриминант этого уравнения обращается в ноль, то траектория одна. Это соответствует случаю минимальной начальной скорости, для которой полет на такую дальность возможен, или наоборот — максимальной дальности при фиксированной начальной скорости. Это обстоятельство позволяет, не прибегая к использованию производной, с помощью уравнения (8) решать задачи на «экстремальные» параметры полета, например, на поиск минимальной необходимой скорости, максимальной дальности и т.п. Так же заметим, что уравнение (8) в приведенной выше форме удобнее других для поиска угла, под которым надо осуществлять бросок тела если x и y заданы, так как в нем присутствует только одна тригонометрическая функция угла — тангенс. Разберем подробнее случай полета «из нуля в ноль», когда точка броска и падения находятся на одной высоте. Ряд параметров движения можно вычислить, зная лишь начальные параметры броска v_0 и α.

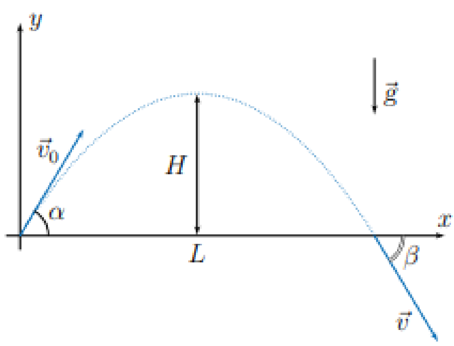

Рисунок 4 – Случай полета тела, когда точка броска и падения находятся на одной высоте

Уравнения 1 — 4 тогда принимают вид:

$$l = v_0 \cos \alpha t_0 \tag{9}$$

$$0 = v_0 \sin \alpha t_0 - \frac{g}{2} {t_0}^2 \tag{10}$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha \tag{11}$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - g t_0 \tag{12}$$

где ℓ — горизонтальная дальность, а t_0 — время полета.

Время полета можно найти сразу из уравнения (10)

$$t_0 = (2 v_0 \sin \alpha)/g, \tag{13}$$

и тогда, с учетом тригонометрического равенства

$$2 \sin \alpha \cos \alpha \ = \ \sin 2\alpha, \tag{14}$$

дальность полета равна:

$$l = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \tag{15}$$

Проанализируем выражение (15). При фиксированной начальной скорости v_0, горизонтальная дальность достигает максимального значения при $sin2\alpha$ = 1 или α = 45°. Подчеркнем, что угол 45° обеспечивает максимальную горизонтальную дальность только если точка броска и падения находятся на одинаковой высоте. В остальных случаях дальность ℓ оказывается одинаковой при выполнении равенства $sin2\alpha_1$ = $sin2\alpha_2$, что реализуется для углов дополнительных до 90° (α_1 + α_2= 90°).

Максимальная высота может быть найдена из кинематического уравнения для перемещения из которого исключено время:

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_0^2}{2a_x} \tag{16}$$

откуда следует, что

$$H = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} \tag{17}$$

В случае, если точка броска и точка падения находятся на разных высотах (например, на наклонной плоскости) необходимо выбирать рациональные оси (не обязательно ортогональные), при проецировании на которые векторных уравнений исключаются не нужные величины, или системы уравнений получаются проще.

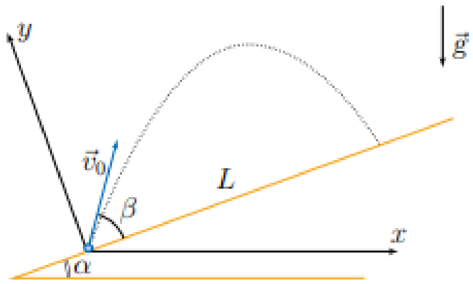

Рисунок 5 – Случай полета тела, когда точка броска и падения находятся на разных высотах

В приведенном выше примере, для нахождения времени полета удобнее выбрать ось в направлении перпендикулярном перемещению — ось y. Тогда уравнение (3) примет вид:

$$0 = v_0 \sin\beta t_0 - \frac{g \cos\alpha}{2} t_0^2 \qquad (18)$$

откуда следует, что

$$t_0 = \frac{2v_0 \sin\beta}{g \cos\alpha} \qquad (19)$$

Для поиска дальности полета в рассматриваемом примере удобна ось x. Уравнение (3) в проекции на эту ось запишется так:

$$L\cos\alpha = v_0 \cos\,(\alpha + \beta) t_0 \qquad (20)$$

и, с учетом найденного времени t_0,

$$L = \frac{2v_0^2 \sin\beta \cos\,(\alpha + \beta)}{g\cos^2\alpha} \qquad (21)$$

Выбора удобных осей требуют так же задачи с упругими отскоками от наклонных плоскостей. Так как при ударе сохраняется проекция скорости на направление вдоль плоскости, а нормальная проекция скорости изменяет свой знак на противоположный, то проще движение тела записывается в проекции на ось, направленную вдоль плоскости (вдоль этой оси движение равноускоренное, а удары не видны). Движение в направлении перпендикулярном плоскости — тоже простое и, как правило, периодическое. Заметим, что координатный метод расчета параметров криволинейного равноускоренного движения не исключает использование формул, которые выводились для случая прямолинейного движения:

$$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \tag{22}$$

$$s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2}t \tag{23}$$

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x} \tag{24}$$

$$s_x = v_x t + \frac{a_x t^2}{2} \tag{25}$$

Задача 1. С башни высотой H = 20 м брошен горизонтально камень, который упал на горизонтальную поверхность Земли на расстоянии S = 10 м от основания башни. С какой скоростью был брошен камень? Принять g = 10 м/с^2. Сопротивление воздуха не учитывать.

Дано: H = 20 м, S = 10 м, g = 10 м/с^2

Найти: v_0–?

Решение:

Изобразим на рисунке точку бросания камня, проведем из нее горизонтальную ось x и вертикальную ось y, направленную к земле. Покажем параболическую траекторию полета и расстояния H и S, пройденные телом по вертикали и горизонтали соответственно.

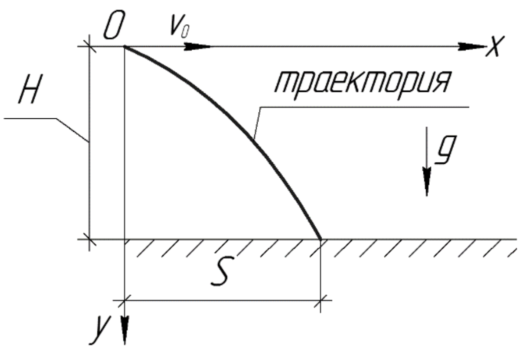

Рисунок 6 – Параболическая траектория полета тела

Запишем уравнения движения камня в проекциях на ось x и y.

$$\begin{cases} ox : x = v_0 t & (26) \\ oy : y = \frac{gt^2}{2} & (27) \end{cases}$$

Если принять за t – полное время падения, то справедливо:

$$\begin{cases} S = v_0 t & (28) \\ H = \dfrac{gt^2}{2} & (29) \end{cases}$$

Выразим из формулы (28) искомую начальную скорость v_0, а из формулы (29) найдем полное время падения t.

$$s = v_0 t \Rightarrow v_0 = \frac{S}{t} \quad (30)$$

$$H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (31)$$

Подставив (30) в (31), в итоге получим окончательную формулу для расчета ответа.

$$v_0 = S\sqrt{\frac{g}{2H}} \quad (32)$$

$$v_0 = 10\sqrt{\frac{10}{2 \cdot 20}} = 5 \text{ м/с} \quad (33)$$

Ответ: 5 м/с

Задача 2. С вершины холма бросают камень с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 60°$ к горизонту. На каком расстоянии от вершины холма упадет камень, если поверхность холма представляет собой наклонную плоскость с углом $\beta = 45°$ в основании?

Дано: $v_0 = 10$ м/с, $\alpha = 60°$, $\beta = 45°$

Найти: L–?

Решение

Обычно в задачах на движение тела под углом к горизонту направление осей x и y берется перпендикулярно и параллельно поверхности земли соответственно. Но если в этой задаче вводить оси таким же образом, то она станет сложнее для решения, поэтому ось y направим перпендикулярно плоскости холма, а ось x — по холму.

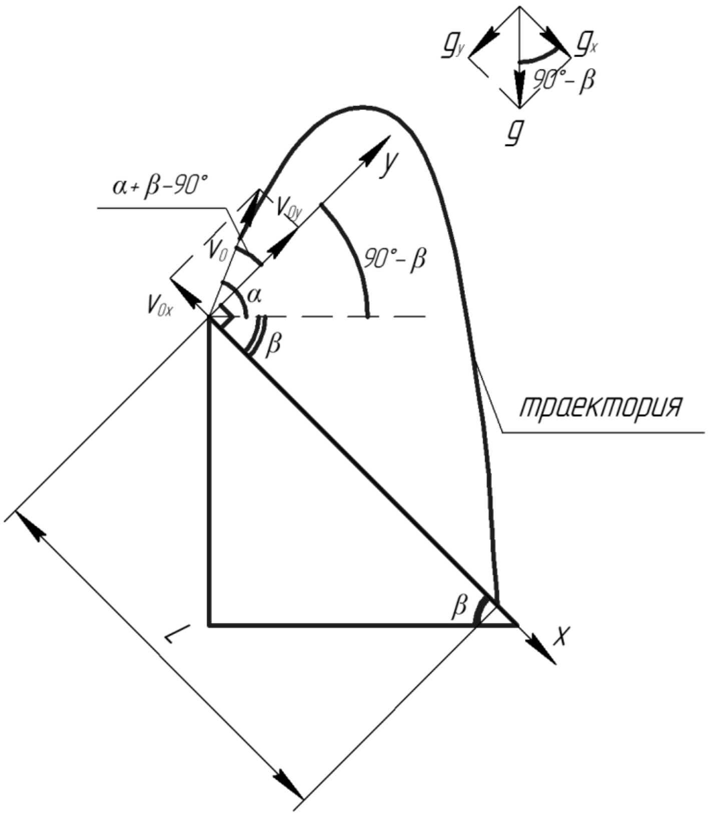

Рисунок 6 – Траектория движения тела

Теперь разберемся с углами, поскольку они необходимы для правильного проецирования начальной скорости и ускорения свободного падения.

Во-первых, угол между холмом и вектором начальной скорости υ_0 равен $\alpha + \beta$, поэтому угол между вектором начальной скорости υ_0 и осью y равен $\alpha + \beta - 90°$.

Во-вторых, угол между проекцией вектора начальной скорости υ_{0y} и горизонтом равен $\alpha - (\alpha + \beta - 90°)$, т.е. $90° - \beta$. Этот же угол имеет место между вектором ускорения свободного падения g и его проекцией на ось x – g_x.

Далее необходимо написать уравнения движения в проекциях на обе оси и решить их.

$$\begin{cases} oy: y = v_0 \, cos(\alpha + \beta - 90°)t - \dfrac{g \, sin(90° - \beta)t^2}{2} & (34) \\ ox: x = -v_0 \, sin(\alpha + \beta - 90°)t + \dfrac{g \, cos(90° - \beta)t^2}{2} & (35) \end{cases}$$

Примечательно, что движение по обоим осям, даже по оси *ox*, является ускоренным.

В момент касания камня о холм, его координата у будет равна нулю, поэтому приравняем уравнение (34) к нулю.

$$y = 0 \Rightarrow v_0 \, cos(\alpha + \beta - 90°)t - \frac{g \, sin(90° - \beta)t^2}{2} = 0 \qquad (36)$$

Решая данное уравнение получаем 2 корня:

$$\begin{cases} t = 0 & (37) \\ t = \dfrac{2v_0 \cos(\alpha + \beta - 90°)}{g \sin(90° - \beta)} & (38) \end{cases}$$

Первый корень t=0 соответствует моменту бросания камня и нам не нужен. Осталось подставить второй корень в уравнение (35), произвести тригонометрические преобразования и получить ответ в общем виде.

$$L = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha + 2\beta)}{g \cos(\beta)} + \frac{2v_0^2 \sin(\beta) \sin^2(\alpha + \beta)}{g \cos^2(\beta)} \qquad (39)$$

$$L = \frac{10^2 \sin(2 \cdot 60° + 2 \cdot 45°)}{10 \cdot \cos(45°)} + \frac{2 \cdot 10^2 \sin(45°) \sin^2(60° + 45°)}{10 \cos^2(45°)} = 19{,}32 \text{ м}$$

Ответ: 19,32 м

Задача 3. Мяч, брошенный под некоторым углом к горизонту с начальной скоростью 10 м/с, через 0,5 с имел скорость 7 м/с. Определите максимальную высоту подъема мяча и время всего движения.

Дано: υ_0 = 10 м/с, t = 0,5 с, υ = 7 м/с, g = 10 м/с^2

Найти: H, τ –?

Решение:

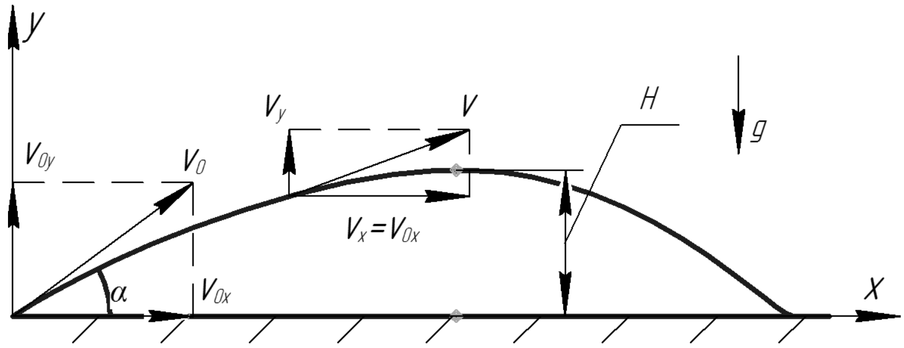

Рисунок 7 – Траектория движения тела

Чтобы решить эту задачу, запишем уравнение скорости в проекциях на оси x и y.

$$\begin{cases} ox: \; v_x = v_0 \cos\alpha & (40) \\ oy: \; v_y = v_0 \sin\alpha - gt & (41) \end{cases}$$

Полную скорость в любой момент времени можно найти по теореме Пифагора:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \tag{42}$$

Подставим составляющие скорости в это уравнение:

$$v = \sqrt{v_0^2\, cos^2\,\alpha + (v_0\, sin\,\alpha - gt)^2} \tag{43}$$

Раскроем квадрат под корнем и произведем некоторые тригонометрические преобразования:

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2v_0\, sin\,\alpha \cdot gt + g^2t^2} \tag{44}$$

Возведем обе части уравнения в квадрат и выразим sin α:

$$v^2 = v_0^2 - 2v_0\, sin\,\alpha \cdot gt + g^2t^2 \tag{45}$$

$$sin\,\alpha = \frac{v_0^2 + g^2t^2 - v^2}{2v_0gt} \tag{46}$$

Не будем тащить эту громоздкую формулу через всю задачу, чтобы решить ее в общем виде, поэтому подставим исходные данные сейчас, чтобы сосчитать $sin\,\alpha$:

$$sin\,\alpha = \frac{10^2 + 10^2 \cdot 0{,}5^2 - 7^2}{2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 0{,}5} = 0{,}76$$

Найдем время подъема, приравняв уравнение (41) к нулю, поскольку в наивысшей точке подъема вертикальная составляющая скорости равна нулю.

$$v_y = 0 \Longrightarrow v_0 \sin\alpha - gt_1 = 0 \tag{47}$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin\alpha}{g} \tag{48}$$

Полное время полета равно удвоенному времени подъема:

$$\tau = 2t_1 = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g} \tag{49}$$

$$\tau = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0{,}76}{10} = 1{,}52 \text{ с}$$

Для нахождения высоты подъема, необходимо подставить время подъема t_1 в уравнение движения в проекции на ось oy:

$$\begin{cases} ox: \ \mathrm{x} = v_0 \cos\alpha \cdot t & (50) \\ oy: \ \mathrm{y} = v_0 \sin\alpha \cdot t - \dfrac{gt^2}{2} & (51) \end{cases}$$

$$H = v_0 \sin\alpha \, \frac{v_0 \sin\alpha}{g} - \frac{g}{2}\frac{(v_0 \sin\alpha)^2}{g^2} = \frac{{v_0}^2 \sin^2\alpha}{2g} \tag{52}$$

$$H = \frac{10^2 \cdot 0{,}76^2}{2 \cdot 10} = 2{,}89 \text{ м}$$

Ответ: 2,89 м; 1,52 с.

Задача 4 (Всероссийская олимпиада по физике, 2008). В открытой прямоугольной коробке сидит кузнечик, который умеет прыгать с начальной скоростью v_0 = 3 м/с под любым углом к горизонту. На какой минимальный угол к горизонту нужно наклонить коробку, чтобы кузнечик смог из нее выпрыгнуть? Считать, что каждая грань коробки является квадратом со стороной h = 52 см.

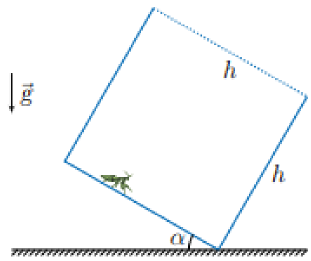

Рисунок 8 – Прямоугольная коробка, в которой сидит кузнечик

Дано: υ_0 = 3 м/с, h = 52 м, g = 10 м/с^2

Найти: α −?

Решение:

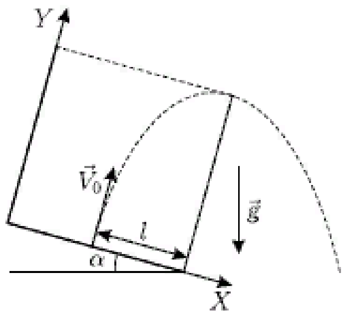

Рисунок 9 – Траектория движения кузнечика

Перепрыгнуть вертикальную стенку кузнечик не может, так как υ_0 = 3 м/с слишком мала

$$h = \frac{{v_0}^2}{2g} \tag{53}$$

$$h = \frac{3^2}{2 \cdot 10} = 45 \text{ см}$$

Поэтому следует наклонить коробку. Заметим, что при движении по параболе, ось симметрии, которой вертикально ускорение, можно разбить на две составляющие. Одна изменяет скорость в направлении перпендикулярно основанию, а другая отвечает за разгон кузнечика.

Введём координатные оси *ox* и *oy*, как показано на рисунке. Скорость кузнечика должна быть достаточной, чтобы подняться на высоту h, но только в поле гравитации $g\ cos\ \alpha$.

Тогда можно записать следующие соотношения:

$$h = \frac{{v_0}^2}{2g\,cos\,\alpha} \quad (54)$$

$$cos\,\alpha = \frac{{v_0}^2}{2gh} = 0{,}87$$

$$\alpha = arccos\frac{{v_0}^2}{2gh} = 30°$$

Скорости будет достаточно, чтобы удалиться от плоскости на расстояние h.

Найдём длительность полёта, за которое кузнечик сможет разогнаться на расстояние x с ускорением g sin α:

$$t = \frac{v_0}{g\,cos\,\alpha} \quad (55)$$

$$t = \frac{3}{10 \cdot 0{,}87} = 0{,}34\ \text{с}$$

$$x = \frac{t^2 g \sin\alpha}{2} \quad (56)$$

$$x = \frac{0{,}34^2 \cdot 10 \cdot 0{,}5}{2} = 29\ \text{см}$$

Таким образом, размеры дна коробки достаточно велики для того, чтобы кузнечик мог прыгнуть на нужном удалении от стенки.

Баллистическое движение. Векторы.

Векторный метод решения задач заключается в упрощении и рационализации хода решения и уменьшении затраченного времени, основанный на построении треугольника скоростей и перемещений.

Вектор скорости $\vec{v}$ и вектор перемещения $\vec{s}$ тела, двигающегося в поле силы тяжести, зависят от времени следующим образом:

$$\vec{v} = \overrightarrow{v_0} + \vec{g}t \quad (57)$$

$$\vec{s} = \overrightarrow{v_0}t + \frac{\vec{g}}{2}t^2 \quad (58)$$

В некоторых задачах имеет смысл не торопиться проектировать уравнения (57) и (58) на координатные оси, а вместо этого нарисовать соответствующие векторы и проанализировать возникающие геометрические ситуации.

Задача 1. Мяч бросили под углом к горизонту со скоростью 20 м/с. Найти скорость мяча на высоте – 10 м. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано: υ_0 = 20 м/с, h = 10 м, g = 10 м/с^2

Найти: υ –?

Решение:

Эту задачу можно решать разными способами: либо используя методы кинематики, либо используя законы сохранения энергии. Причем второй способ более быстрый, поэтому выберем его.

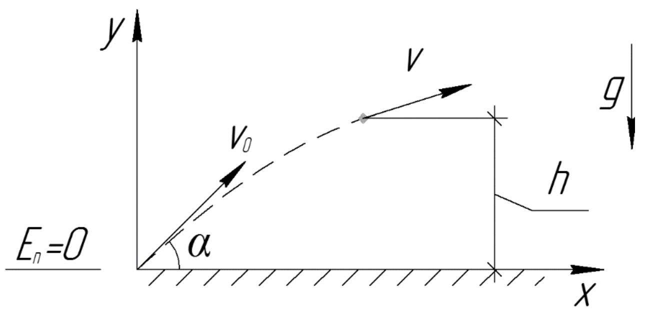

Рисунок 10 – Траектория движения тела

По закону сохранения энергии полная механическая энергия мяча будет сохраняться, так как нет сил сопротивления воздуха.

$$E = \text{const}$$

Кинетическая энергия камня в момент броска равна сумме кинетической и потенциальной энергии камня на некоторой высоте.

$$E_{к1} = E_{к2} + E_{п2} \tag{59}$$

Кинетическая энергия тела в любой точке определяется по формуле

$$E_{к1} = \frac{m\upsilon^2}{2}, \tag{60}$$

где υ — скорость тела в этой точке, а потенциальная — по формуле

$$E_{п} = mgh, \tag{61}$$

где h — высота над землей в этой точке. Тогда:

$$\frac{m{\upsilon_0}^2}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2} + mgh \quad (62)$$

$${\upsilon_0}^2 = \upsilon^2 + 2gh \quad (63)$$

$$\upsilon = \sqrt{{\upsilon_0}^2 - 2gh} \quad (64)$$

Численно скорость мяча на высоте 10 м равна:

$$\upsilon = \sqrt{20^2 - 2 \cdot 10 \cdot 10} = 14{,}1 \text{ м/с}$$

Ответ: 14, 1 м/с

Задача 2. Баскетболист бросает мяч в кольцо. Скорость мяча после броска υ_0 = 8 м/с и составляет угол α = 60° с горизонтом. С какой скоростью мяч попал в кольцо, если он долетел до него за секунду? Сопротивление воздуха не учитывать, ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2.

Дано: υ_0 = 8 м/с, t = 1 с, α = 60°, g = 10 м/с^2

Найти: υ –?

Решение:

Баскетболист забивает мяч сверху, поэтому рисунок, поясняющий решение данной задачи, выглядит следующим образом.

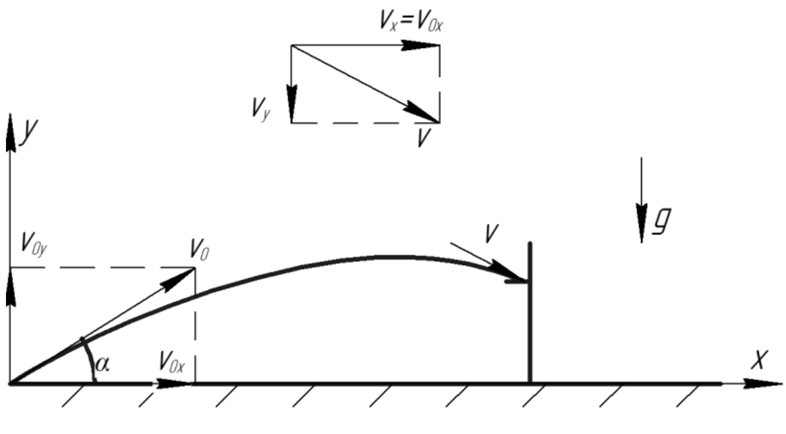

Рисунок 11 – Траектория движения тела

Скорость υ в момент попадания мяча в кольцо можно представить в виде двух взаимно перпендикулярных составляющих υ_x, равной υ_{0x}, поскольку движение вдоль оси x является равномерным, и υ_y, значение которой можно найти из формулы:

$$\upsilon_y = \upsilon_{0y} - gt = \upsilon_0 \sin\alpha - gt \qquad (65)$$

Если подставить данное нам время полета t=1 с, то мы получим отрицательное значение составляющей скорости υ_y, поскольку она должна быть направлена вниз, о чем и говорит знак «минус». Никаких действий по избавлению от этого знака «минус» производить не нужно, поскольку в дальнейшем решении в теореме Пифагора составляющая будет использоваться только в квадрате.

Составляющую υ_x определим таким образом:

$$\upsilon_x = \upsilon_{0x} = \upsilon_0 \cos\alpha \qquad (66)$$

Поэтому, для нахождения скорости υ, применим теорему Пифагора и получим формулу для получения ответа в общем виде:

$$\upsilon = \sqrt{\upsilon_{0x}^2 + \upsilon_0^2} = \sqrt{\upsilon_0^2 \cos^2\alpha + (\upsilon_0 \sin\alpha - gt)^2} \qquad (67)$$

$$\upsilon = \sqrt{8^2 \cos^2 60^\circ + (8 \cdot \sin 60^\circ - 10 \cdot 1)^2} = 5,04 \text{ м/с}$$

Ответ: 5, 04 м/с

Задача 2. С самолёта, летящего горизонтально со скоростью υ_0, на высоте h_0 сброшен груз. На какой высоте h скорость груза будет равной υ?

Дано: υ_0, h_0

Найти: h, υ –?

Решение:

Определим характер движения груза, который летит под действием силы тяжести Земли, т.е. равноускорено. Запишем уравнения движения груза в векторной форме (57) и (58).

Изобразим треугольник перемещений и скоростей.

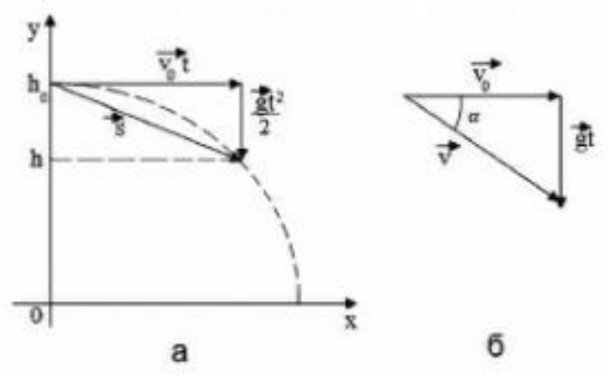

Рисунок 12 – Треугольник перемещений (а) и скоростей (б).

Из векторного треугольника скоростей получим

$$gt = \sqrt{v^2 - v_0^2} \tag{68}$$

Отсюда найдем время полета груза до необходимой высоты

$$t = \frac{\sqrt{v^2 - v_0^2}}{g} \tag{69}$$

Из треугольника перемещений видно, что перемещение груза по вертикали равно разности высот и ее можно записать следующим образом

$$h_0 - h = \frac{gt^2}{2} \tag{70}$$

$$h = h_0 - \frac{gt^2}{2} \tag{71}$$

Задача 3. Со скалы, возвышающейся над морем на высоту h = 25 м, бросили камень. Найдите время его полёта, если известно, что непосредственно перед падением в воду камень имел скорость, направленную под углом β = 120° к начальной скорости. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2. Ответ дайте в секундах.

Дано: h = 25, g = 10 м/с^2, β = 120°

Найти: t –?

Решение

Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{m{v_0}^2}{2} + mgh = \frac{mv^2}{2}, \tag{72}$$

где υ_0 – начальная скорость камня, m – масса камня.

Найдем начальную скорость камня

$$v = \sqrt{v^2 - 2gh} \qquad (73)$$

$$v = \sqrt{900^2 - 2 \cdot 10 \cdot 25} = 20 \text{ м/с}$$

По условию скорость камня в начальный момент времени и конечный направлены под углом 120°, отложим вектора этих скоростей из одной точки, при этом изменение скорости камня будет равно величине gt. Будет треугольник, составленный на сторонах υ_0, υ, и gt, при этом gt будет лежать напротив угла 120°. Откуда по теореме косинусов

$$gt = \sqrt{v_0^2 + v^2 - 2v_0 v \cos\beta} \qquad (74)$$

$$t = \frac{\sqrt{v_0^2 + v^2 - 2v_0 v \cos\beta}}{g} \qquad (75)$$

$$t = \frac{\sqrt{400^2 + 900^2 - 2 \cdot 20 \cdot 30 \cdot (-0{,}5)}}{10} = 4{,}4 \text{ с}$$

Ответ: 4, 4 с

Баллистическое движение. Относительность.

В задачах, где рассматривается относительное движение двух брошенных камней, бывает полезно переходить в систему отсчёта, связанную с одним из камней. Она движется относительно земли с ускорением свободного падения $\vec{g}$, и потому движение второго камня в этой системе отсчёта будет равномерным и прямолинейным.

Задача 1. Снежки A и B, отстоящие друг от друга по горизонтали на S и по вертикали на $3S$, бросают одновременно со скоростями υ_1 = 5 м/с под углом α (cos α = 0,8) к горизонту вверх и υ_2 вертикально вниз. Через некоторое время снежки столкнулись. Найти υ_2.

Дано: υ_1 = 5 м/с, cos α = 0,8

Найти: υ_2 –?

Решение:

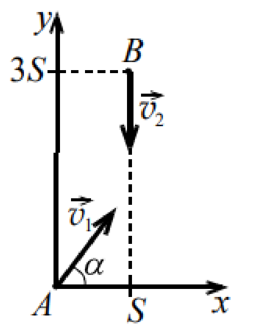

Рисунок 13 – Траектория движения тела

Введём систему координат и запишем связь координат *y(t)* и *x*(*t*) снежков от времени *t*:

$$y_2 - y_{20} = v_2 t - \frac{gt^2}{2} \tag{76}$$

$$y_1 - y_{10} = v_1 \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \tag{77}$$

$$x_1 - x_0 = v_1 \cos\alpha \cdot t \tag{78}$$

Пусть они столкнулись. От начала движения (t = 0) до этого момента прошло время Δt. Тогда

$$\Delta y_2 = v_2 \Delta t + \frac{g\Delta t^2}{2} \tag{76}$$

$$\Delta y_1 = v_1 \sin\alpha \cdot \Delta t - \frac{g\Delta t^2}{2} \tag{77}$$

$$\Delta y_1 - \Delta y_2 = 3S \tag{78}$$

$$\Delta x_1 = S \tag{79}$$

Отсюда находим, что

$$v_2 = v_1(3\cos\alpha - \sin\alpha) \tag{80}$$

$$v_2 = 5 \cdot (3 \cdot 0{,}8 - 0{,}6) = 9 \text{ м/с}$$

Ответ: 9 м/с

Задача 2. («Физтех», 2014) Мальчик, находясь на плоском склоне горы с углом наклона φ = 30°, бросает камень в сторону подъёма горы, сообщив ему начальную скорость υ_0, направленную под углом β = 60° к горизонту. На каком расстоянии от мальчика упадёт камень? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано: υ_0, φ = 30°, β=60°

Найти: l –?

Решение:

Выберем систему отсчёта, поместив начало отсчёта O в точке бросания.

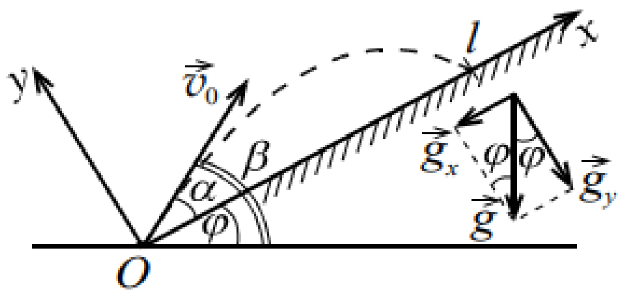

Рисунок 14 – Траектория движения тела

В этой системе отсчёта начальная скорость камня составляет с осью ox угол α = β − φ = 30°.

Начальные условия:

$$x_0 = 0, y_0 = 0, v_{0x} = v_0 \cos\alpha\,,\; v_{0y} = v_0 \sin\alpha$$

Проекции ускорения камня в отсутствие сопротивления воздуха равны:

$$a_x = g_x = -g \sin\varphi \tag{81}$$

$$a_y = g_y = -g \cos\varphi \tag{82}$$

Учли, что угол между вектором $\vec{g}$ и перпендикуляром к поверхности горы равен углу наклона горы φ = 30°, кроме того, по условию задачи $\varphi = \alpha$. Запишем уравнение движения с учётом начальных условий:

$$x(t) = (v_0 \cos\alpha)t - \frac{(g \sin\varphi)t^2}{2} \tag{83}$$

$$y(t) = (v_0 \sin\alpha)t - \frac{(g \cos\varphi)t^2}{2} \tag{84}$$

Время пролёта τ камня найдём из последнего уравнения, зная, что

$$y(\tau) = 0,\ cos\ \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}, sin\ \alpha = \frac{1}{2}$$

А именно

$$\tau = \frac{2}{\sqrt{3}}\frac{v_0}{g} \qquad (85)$$

Подставляя найденное значение τ уравнения для x(t), определим искомое расстояние (дальность полёта):

$$l = x(\tau) = \frac{2}{3}\frac{{v_0}^2}{g} \qquad (85)$$

Ответ: $l = x(\tau) = \frac{2}{3}\frac{{v_0}^2}{g}$

Баллистическое движение. Геометрический подход в задачах на движение тел в однородном поле гравитации.

При описании равноускоренного движения в ряде случаев оказывается целесообразным не прибегать к проецированию уравнений на оси, с последующим решением громоздких систем, а работать непосредственно с векторными уравнениями, визуализируя их в виде векторных треугольников или многоугольников, что позволяет использовать известные свойства геометрических фигур и готовые геометрические теоремы.

При решении задач на движение тела под действием силы тяжести векторные уравнения упрощают ситуацию еще сильнее, так как в этом случае известно не только чему равно ускорение, но и куда оно направлено ($\vec{a} = \vec{g}$). Траектория летящего тела — парабола с вертикальной осью симметрии.

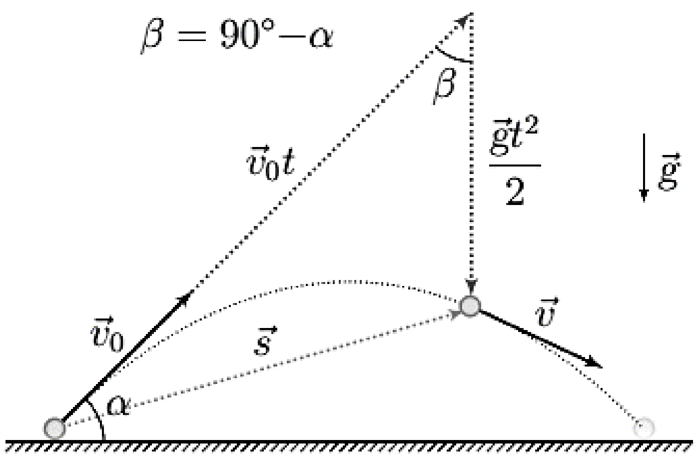

Рисунок 15 – Траектория движения тела

Векторные уравнения, используемые в кинематике равноускоренного движения:

$$\vec{s} = \overrightarrow{v_0}t + \vec{a}\frac{t^2}{2} \tag{86}$$

$$\vec{s} = \vec{v}t - \vec{a}\frac{t^2}{2} \tag{87}$$

$$\vec{s} = \frac{\overrightarrow{v_0} + \vec{v}}{2}t \tag{88}$$

$$\vec{v} = \overrightarrow{v_0} + \vec{a}t \tag{89}$$

Приобретают вид

$$\vec{s} = \overrightarrow{v_0}t + \vec{g}\frac{t^2}{2} \tag{90}$$

$$\vec{s} = \vec{v}t - \vec{g}\frac{t^2}{2} \tag{91}$$

$$\vec{s} = \frac{\overrightarrow{v_0} + \vec{v}}{2}t \tag{92}$$

$$\vec{v} = \overrightarrow{v_0} + \vec{g}t \tag{93}$$

Первые два уравнения можно изобразить в виде векторных треугольников перемещений, одна из сторон в которых — вертикальна.

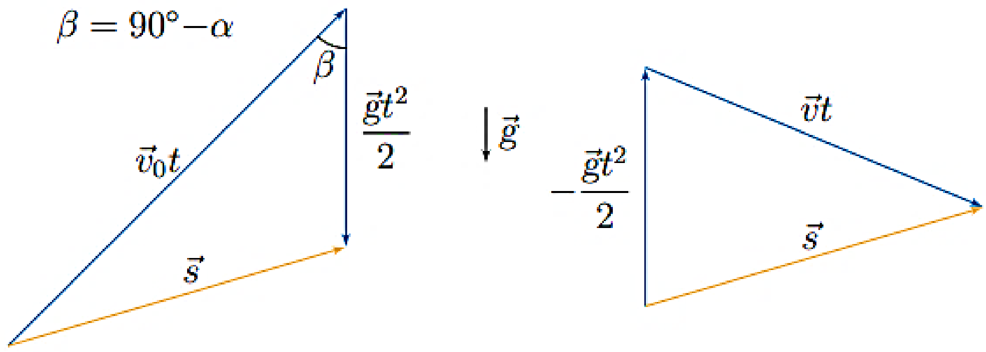

Рисунок 16 – Векторные треугольники перемещений, одна из сторон в которых — вертикальна

Последнее уравнение может быть представлено треугольником скоростей, так же с одной вертикальной стороной.

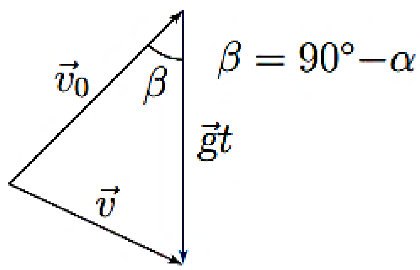

Рисунок 17 – Векторный треугольник скоростей, одна из сторон в которых — вертикальна

Задача. Мячик бросили со скоростью v_0 под углом к горизонту. В полете он находился время τ. Чему равна дальность полета, если точки бросания и приземления находятся на одной высоте?

Дано: v_0, g, τ

Найти: s –?

Решение с помощью геометрического подхода:

Представим уравнение (90) в виде векторного треугольника перемещения.

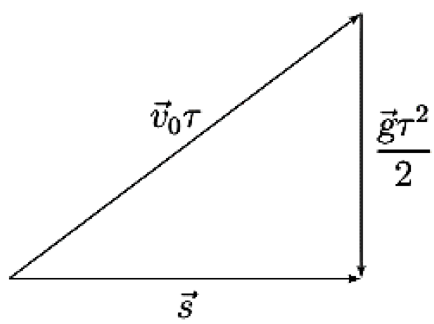

Рисунок 18 – Векторный треугольник перемещений, одна из сторон в котором — вертикальна

Применив теорему Пифагора, находим

$$s = \sqrt{{v_0}^2\tau^2 - \left(\frac{g\tau^2}{2}\right)^2} \tag{94}$$

Классическое решение:

$$s = \frac{2v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha}{g} \tag{95}$$

Так как угол α не дан, можем найти время полёта

$$\tau = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g} \tag{96}$$

$$\sin\alpha = \frac{\tau g}{2\,v_0} \tag{97}$$

Тогда

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} \tag{98}$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{\tau^2 g^2}{4v_0^2}} \tag{99}$$

Подставим в (95) уравнение и получим (94), что совпадает с предыдущим ответом.

Ответ: $s = \sqrt{{v_0}^2\tau^2 - \left(\frac{g\tau^2}{2}\right)^2}$

Задача 2. Камень бросили с крутого берега реки вверх под углом α = 30° к горизонту со скоростью υ_0 = 10 м/с. С какой скоростью он упал в воду, если время полета равно t = 2 с?

Дано: α = 30°, υ_0 = 10 м/с, t = 2 с

Найти: υ –?

Решение:

Представим (93) уравнение в виде векторного треугольника скоростей.

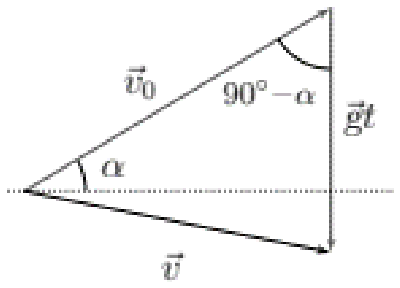

Рисунок 20 – Векторный треугольник скоростей

По теореме косинусов:

$$v = \sqrt{v_0^2 + g^2t^2 - 2v_0 gt\, sin\, \alpha} \tag{100}$$

Ответ: $v = \sqrt{v_0^2 + g^2t^2 - 2v_0 gt\, sin\, \alpha}$

Задача 3. Камень бросают с высоты 4 м вверх под углом в 45° к горизонту так, что к поверхности земли он подлетает под углом в 60°. Какое расстояние по горизонтали подлетит камень?

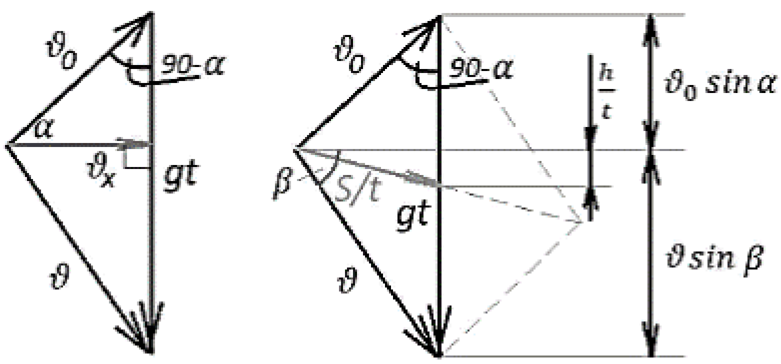

Рисунок 21 – Векторный треугольник скоростей

В треугольнике медиана делит противоположную сторону пополам. Значит в треугольнике скоростей длина медианы равна $\frac{S}{t}$ и делит gt на два равных отрезка

$$v_0\, sin\, \alpha + \frac{h}{t} = v\, sin\, \beta - \frac{h}{t} \tag{101}$$

$$t = \frac{2h}{v\, sin\, \beta - v_0\, sin\, \alpha} \tag{102}$$

Тогда расстояние равно

$$L = v_0 \cos\alpha t = \frac{2hv_0\,cos\,\alpha}{v\,sin\,\beta - v_0\,sin\,\alpha} = \frac{2h\,cos\,\alpha}{\frac{v}{v_0}sin\,\beta - sin\,\alpha}$$

Учтем, что горизонтальная составляющая неизменна.

$$v_0 \cos\alpha = v\cos\beta \qquad (103)$$

$$\frac{v}{v_0} = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} \qquad (104)$$

Тогда

$$L = \frac{2h\cos\alpha}{\cos\alpha\, tg\beta - \sin\alpha} = \frac{2h}{tg\beta - tg\alpha}$$

$$L = \frac{8}{\sqrt{3}-1} = 10{,}9 \text{ м}$$

Ответ: 10, 9 м

Задача 4 (Всероссийская олимпиада по физике, 9 класс, 1999 г.). Кот Леопольд сидел у края крыши. Два озорных мышонка выстрелили в него камнем из рогатки. Камень, описав дугу, упал у ног кота через время t = 1 с. На каком расстоянии S от мышей находился кот Леопольд, если векторы скоростей камня в момент выстрела и в момент падения были взаимно перпендикулярны?

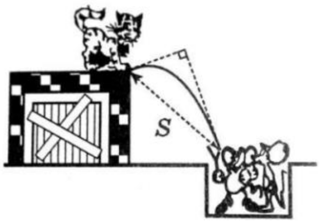

Рисунок 22 – Два мышонка стреляют в кота Леопольда из рогатки

Дано: t = 1 с

Найти: S –?

Решение:

Сравним несколько решений данной задачи.

Камень можно считать частицей и сопротивлением воздуха можно пренебречь, тогда приходим к задаче о кинематике частицы, движущейся с постоянным ускорением, равным ускорению свободного падения $\vec{g}$. Следовательно, можно применять уравнения (22) и (24).

Необходимо записать уравнения для вертикальной и для горизонтальной проекций перемещения $\overrightarrow{S}$. Найдя эти проекции, можно будет определить модуль S по теореме Пифагора и полученные уравнения будут содержать неизвестные модули скоростей v_1 и v_2, а также углы, которые они образуют с ускорением $\vec{g}$. Тогда нельзя обойтись без кинематических уравнений для проекций скорости v_2. Углы, фигурирующие в полученных уравнениях, должны удовлетворять некоторому соотношению, выражающему условие $v_1 \wedge v_2$. Таким образом, получится довольно громоздкая система алгебраических уравнений. Спешить с её решением не стоит, лучше найти более рациональное решение. Вместо координатного метода, можно рассмотреть решение векторным методом.

При движении камня в полёте тяготения

$$\overrightarrow{v_\tau} = \overrightarrow{v_0} + \vec{g}t \qquad (105)$$

где t – время, от начала движения камня.

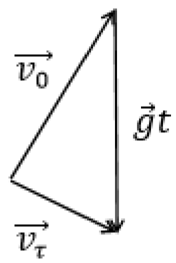

Рисунок 23 – Векторный треугольник скоростей

Вектор перемещения камня

$$\vec{S}(\tau) = \overrightarrow{v_0}t + \frac{\vec{g}t^2}{2} = \frac{2\overrightarrow{v_0} + \vec{g}t}{2}t = \frac{\overrightarrow{v_0} + (+\vec{g}t)}{2}t = \frac{\overrightarrow{v_0} + \overrightarrow{v_\tau}}{2} \qquad (106)$$

Тогда для момента τ найдем перемещение камня

$$\left|\vec{S}(\tau)\right| = \left|\frac{\overrightarrow{v_0} + \overrightarrow{v_k}}{2}\right|\tau \qquad (107)$$

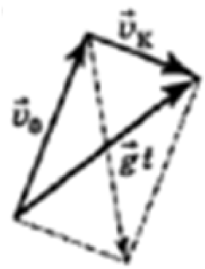

Рисунок 24 – Векторный треугольник скоростей

В силу перпендикулярности векторов $\overrightarrow{v_0}$ и $\overrightarrow{v_k}$ (как диагонали прямоугольника).

$$|\overrightarrow{v_0} + \overrightarrow{v_k}| = |\overrightarrow{v_k} + \overrightarrow{v_0}| = g\tau \tag{108}$$

Подставим (108) в (107) и получим

$$|\vec{S}| = \frac{g\tau^2}{2} \tag{109}$$

$$S = \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 5 \text{ м}$$

Рассмотрим более простой и удобный способ – геометрический. Для перехода от алгебры к геометрии следует вместо уравнений для проекций векторных величин рассмотреть фигуры, образованные соответствующими направленными отрезками, и соотношения между элементами получившихся геометрических фигур.

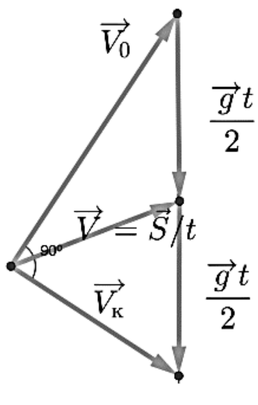

Рисунок 25 – Векторный треугольник скоростей

$$\frac{S}{t} = \frac{gt}{2} \tag{110}$$

$$S = \frac{gt^2}{2} \tag{111}$$

$$S = \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 5 \text{ м}$$

Ответ: 5 м

3.2. Результаты апробации разработанного материала

Разработанную методику обучения решению олимпиадных задач по теме «Баллистическое движение» мы апробировали на обучающихся 9–х классах онлайн-школы «ProRepetitor». Мы провели три урока в форме лекций, каждая из которых длилась 45 минут и на которых мы рассмотрели три метода решения олимпиадных физических задач такие как координатный, векторный и геометрический, кроме того разобрали с обучающимися 9-х классов ряд физических задач, в которых использовали вышеперечисленные методы решения.

Основными целями апробированных уроков были:

1. Развитие творческого и интеллектуального потенциала учащихся.
2. Приобретение умения анализировать условие задачи; переформулировать и моделировать, заменять исходную задачу другой, делить на подзадачи; составлять план решения; проверять предлагаемые для решения гипотезы, т.е. владеть основными умственными операциями, составляющими поиск решения задачи; задавать себе вопросы и концентрироваться на поиске ответов к ним применять знания физических явлений, закономерностей и законов, эффективно владеть математическим аппаратом, проверять на достоверность полученный ответ.
3. Формирование мыслительной деятельности, самостоятельности мышления ребенка и овладения ими общими методами и подходами к решению задач различных типов.

На четвёртом уроке ученикам было предложено самостоятельно решить три олимпиадные задачи из подборок «Физтех», «Всероссийская олимпиада школьников» и «МФТИ», используя наиболее рациональный и удобный для себя способ решения из тех что мы разобрали ранее на уроках. Данный учебный материал имеет высокую степень сложности для учащихся 9 класса и носит как теоретический, так и экспериментальный характер. Для решения олимпиадных задач подобного типа у учащихся должны быть сформированы опорные знания по физике и математике.

Задача 1. Дальность полета тела, брошенного горизонтально со скоростью 4, 9 м/с, равна высоте, с которой его бросили. Чему равна эта высота?

Дано: v_0 = 4, 9 м/с

Найти: h –?

Решение:

Начертим траекторию полёта тела, брошенного горизонтально

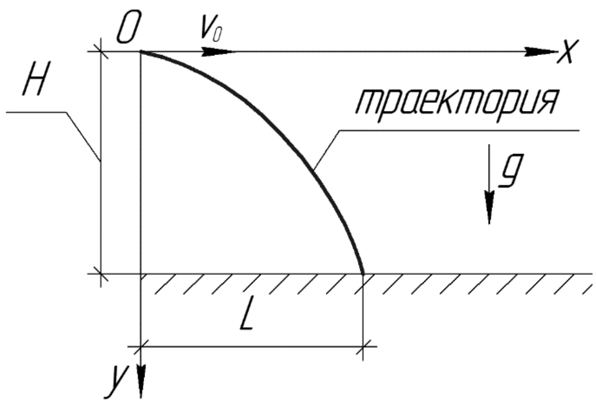

Рисунок 26 – Траектория движения тела

Запишем уравнения движения тела в проекциях на оси x и y

$$\begin{cases} ox : x = v_0 t & (112) \\ oy : y = \dfrac{gt^2}{2} & (113) \end{cases}$$

Примем t за время полета тела, L — дальность полета тела по горизонтали, H – высоту, с которой оно упало:

$$\begin{cases} L = v_0 t & (114) \\ H = \dfrac{gt^2}{2} & (115) \end{cases}$$

По условию задачи дальность полета тела равна высоте (L = H), с которой его сбросили, поэтому приравняем формулы (114) и (115) для того, чтобы найти время t.

$$L = H \Rightarrow v_0 t = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2v_0}{g} \quad (116)$$

Подставим (116) уравнение в (115).

$$H = \frac{g}{2}\left(\frac{2v_0}{g}\right)^2 = \frac{2v_0^2}{g} \quad (117)$$

$$H = \frac{2 \cdot 4{,}9^2}{9{,}8} = 4{,}9 \text{ м}$$

Ответ: 4, 9 м

Задача 2. При осаде древней крепости осаждённые вели стрельбу по наступающему противнику с помощью катапульт из-за крепостной стены высотой h = 20, 4 м. Начальная скорость снарядов v_0 = 25 м/с. На каком максимальном расстоянии L_{max} от стены находились цели, которых могли достигать снаряды катапульт? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Дано: h = 20,4 м, v_0 = 25 м/с

Найти: L_{max} –?

Решение:

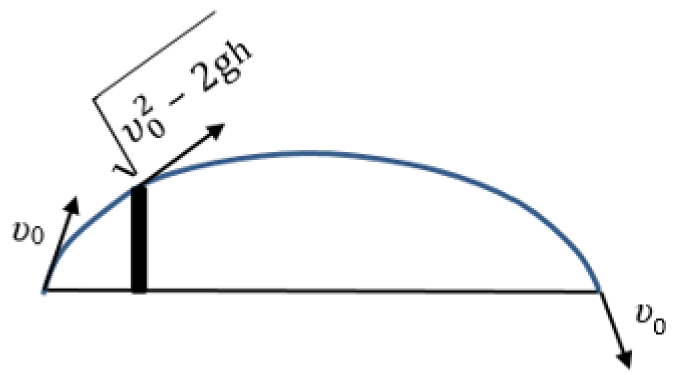

Рисунок 27 – Траектория движения тела

Нужно стрелять так, чтобы парабола, по которой летит снаряд, касалась верхней точки стены.

Начертим треугольник скоростей с начальной и конечной скоростями:

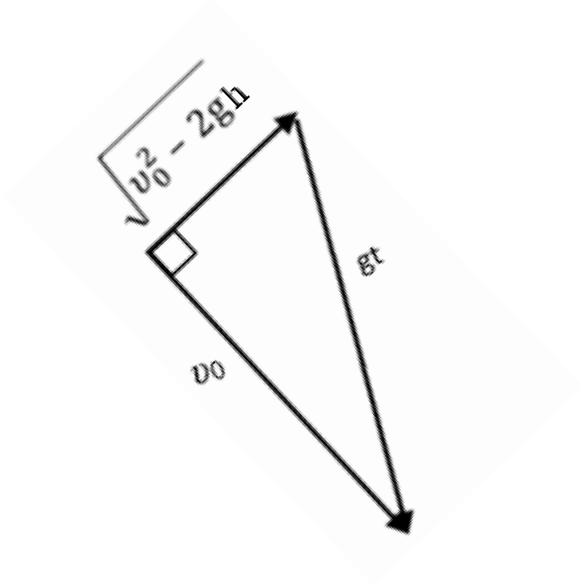

Рисунок 28 – Треугольник скоростей

Для того чтобы сделать площадь максимально возможной синус угла между начальной и конечной скоростями должен быть равен 1, следовательно, угол равен 90°.

$$S = \frac{1}{2}Lg \tag{118}$$

$$\frac{1}{2}L_{max}g = \frac{1}{2}v_0\sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

$$L_{max} = \frac{v_0\sqrt{v_0^2 - 2gh}}{g} \tag{119}$$

$$L_{max} = \frac{25\sqrt{25^2 - 2 \cdot 10 \cdot 20,4}}{10} = 37 \text{ м}$$

Ответ: 37 м

Задача 3. С обрыва под углом α к горизонту бросили камушек со скоростью v_0 = 6 м/с. Сколько времени камушек находился в полете, если его конечная скорость составила v = 8 м/с и была направлена под углом 90° - α к горизонту? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано: α, v_0 = 6 м/с, v = 8 м/с

Найти: t –?

Решение:

Начертим траекторию камушка, конечная скорость которого направлена под углом $90° - \alpha$ к горизонту

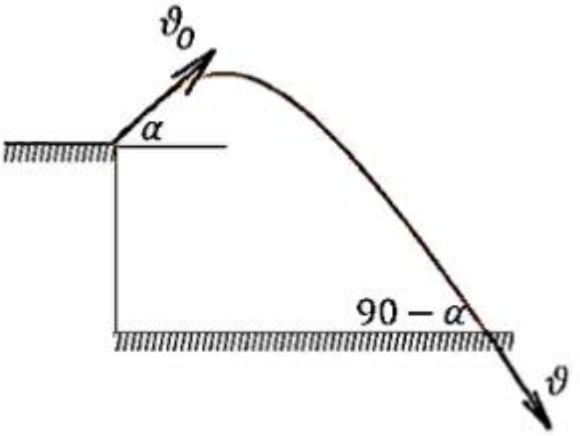

Рисунок 29 – Траектория движения тела

Векторы начальной и конечной скоростей перпендикулярны друг другу. Используя труегольник скоростей, получим

$$v_0^2 + v^2 = g^2 t^2 \tag{120}$$

Отсюда выразим время:

$$t = \frac{\sqrt{v_0^2 + v^2}}{g} \tag{121}$$

$$t = \frac{\sqrt{6^2 + 8^2}}{10} = 1\ с$$

Ответ: 1 с

Первую задачу все 11 учеников решили координатным методом, практически у всех получилось записать уравнения движения тела в проекциях. С выполнением математических преобразований и вычислением правильного ответа проблем не возникло.

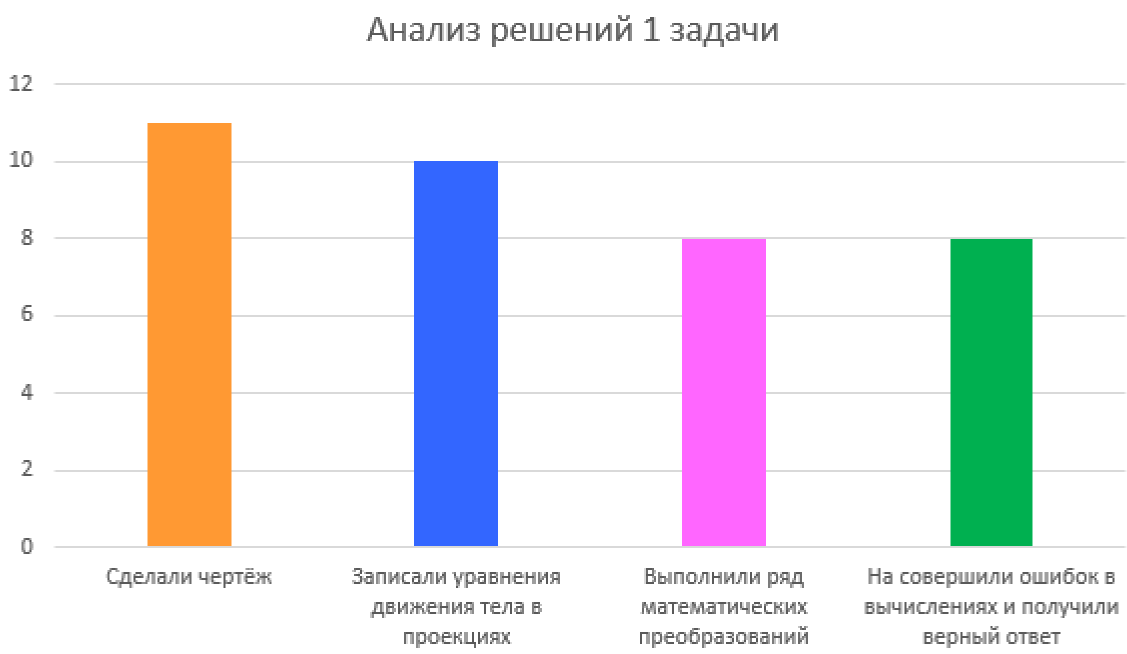

Диаграмма 1 – Анализ решений 1 задачи

Вторую задачу большинство учеников решило векторным методом, у них получилось начертить треугольник скоростей с начальной и конечной скоростями. Однако только 7 учеников догадались, что синус угла между начальной и конечной скоростями должен быть равен 1 и, следовательно, угол равен 90°. Составление уравнения и дальнейшие математические преобразования не вызвали затруднений и верный ответ был получен.

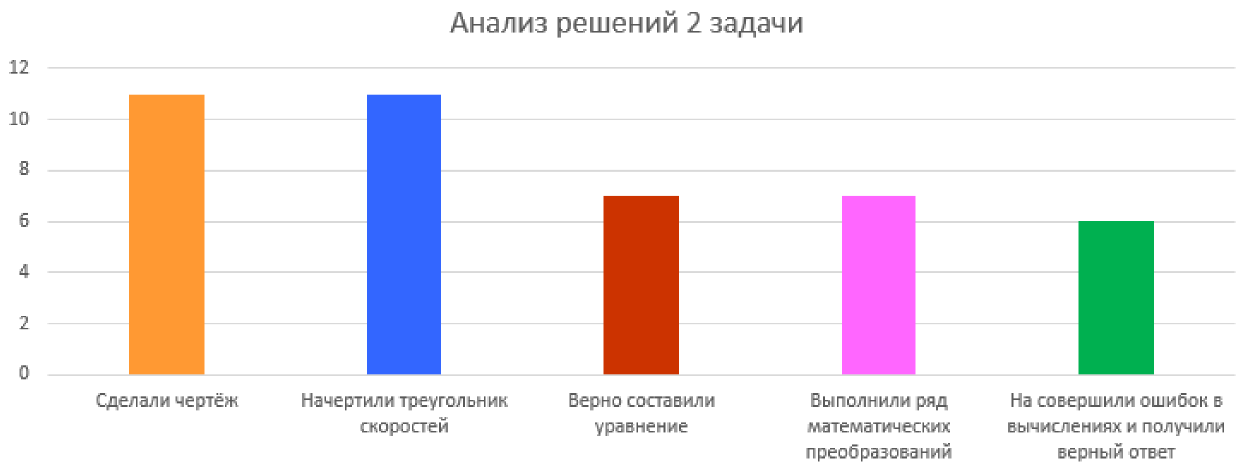

Диаграмма 2 – Анализ решений 2 задачи

С третьей задачей почти все справились и решили её геометрическим методом в несколько действий. Ответ было несложно получить, но 2 ученика сделали ошибки в преобразованиях и вычислениях, поэтому ответ был неправильный, но ход решения верным.

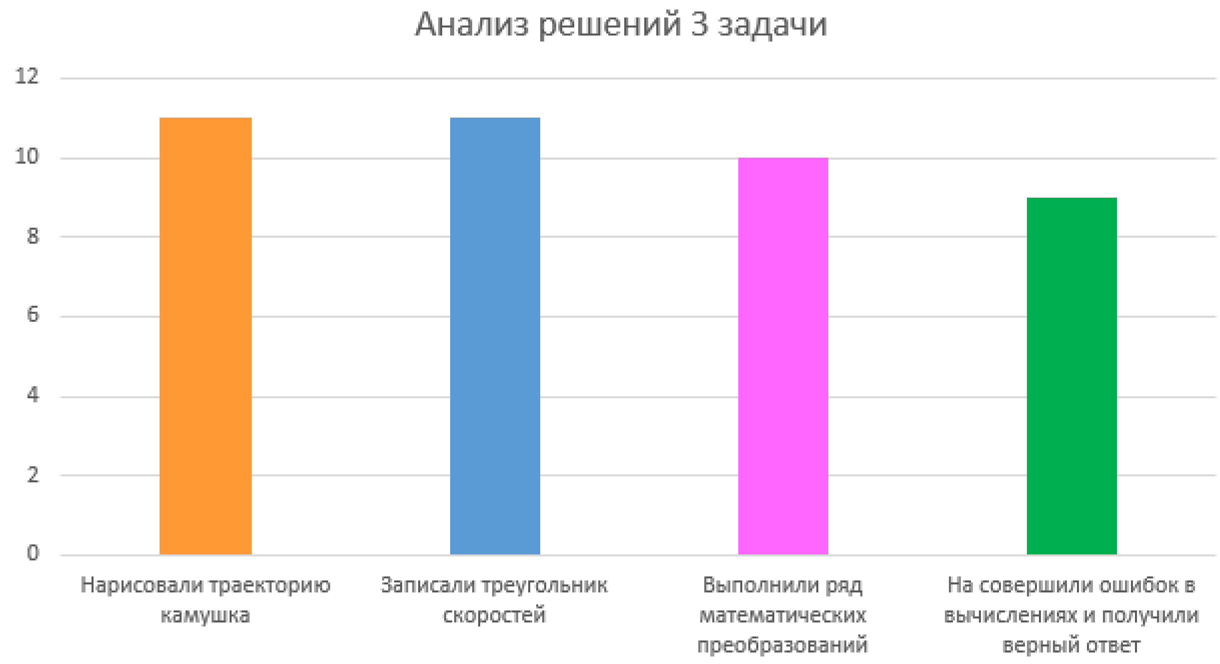

Диаграмма 3 – Анализ решений 3 задачи

Материал был подобран и распределён таким образом, что учитель на первых трех уроках объяснял основные типы решения задач по теме «Баллистическое движение», а на последнем уроке только направлял и координировал деятельность учащихся при выполнении самостоятельной работы, в которой представлены три задачи, подобные уже разобранным.

По результатам самостоятельной работы из 11 учеников большинство усвоило пройденный материал, смогли составить план решения задач, применить свои физические знания, додуматься до определенных нестандартных умозаключений и провести ряд верных математических преобразований, которые привели к правильным ответам.

Выводы по второй главе

Во многих имеющихся сборниках школьных задач и пособиях по физике приводятся примеры решений разнообразных задач, даются алгоритмы решения задач того или иного типа, обсуждаются методы организации учебной работы учащихся. Однако, не смотря на использование этих пособий и рекомендаций, многие выпускники школ испытывают значительные трудности при решении физических задач, особенно нестандартных. Возможно, что одной из причин этого является недостаточное внимание к обучению наиболее рациональным общим приемам поиска решений, к выработке навыков эвристических рассуждений в процессе решения.

Нецелесообразно решать нестандартные задачи классическим путем, используя громоздкие алгебраические вычисления, в которых обучающиеся могут запутаться. Огромной ошибкой в решении олимпиадных задачах является чрезмерная алгоритмизация. Существует огромное множество алгоритмов решения задач, но их все почти невозможно запомнить. Ученик, привыкший решать задачи по готовым алгоритмам, оказывается бессильным перед нестандартными задачами. Такой навык, как поиск наиболее рационального подхода решения задачи, поможет не только понимать смысл нешаблонных задач, но и позволит сэкономить время на олимпиаде.

Стратегия решения сводится к разбиению задачи на несколько связанных друг с другом более простых подзадач, которые решаются посредством определенных алгоритмов, то есть последовательностей элементарных действий, выполнение которых приводит к цели. Таким образом, знание алгоритмов типичных подзадач также необходимо для успешного решения физических задач, но является недостаточным условием готовности к решению олимпиадных задач, так как невозможно держать в памяти всё разнообразие алгоритмов, каждый из которых содержит порядка десятка шагов. Поэтому необходимо рассматривать разнообразные методы решения олимпиадных физических задач, чтобы они могли иметь обширное представление и понимание всей системы, чтобы обучающиеся приобрели навык анализировать условия задачи, создавать план решения, выбирать наиболее рациональный метод решения, который поможет без лишних затрат времени прийти к правильному ответу.

Мы рассмотрели три метода решения олимпиадных физических задач такие как координатный, векторный и геометрический, кроме того разобрали с обучающимися 9-х классов ряд физических задач, в которых использовали вышеперечисленные методы решения. По итогам проведенной самостоятельной работы по теме «Баллистическое движение» в 9 классе из 11 учеников большинство усвоило пройденный материал, смогли составить план решения задач, применить свои физические знания, додуматься до определенных нестандартных умозаключений и провести ряд верных математических преобразований, которые привели к правильным ответам.

К основным ошибкам в решении олимпиадных задач можно отнести неспособность начертить треугольник перемещений и скоростей, неправильную запить уравнения движения тела в проекциях, незнание физических законов (закон сохранения энергии) и математических формул (теорема косинусов), неумение производить тригонометрические преобразования, отсутствие эффективной работы математического аппарата.

Анализ содержания олимпиадных заданий, предлагаемых учащимся по теме «Баллистическое движение» позволил установить, что все олимпиадные задачи, независимо от уровня олимпиады, отличаются от типовых школьных задач нестандартностью, хотя для решения таких заданий требуется применить знания в объеме школьных курсов физики и математики. При этом решение олимпиадных физических задач требует умения строить физические модели, глубокого понимания физических законов, умения самостоятельно применять их в различных ситуациях, а также свободного владения математическим аппаратом. Сформировать у школьников готовность к участию в физических олимпиадах возможно лишь при систематическом обучении их решению нестандартных расчетных и экспериментальных задач при изучении конкретных тем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашей работе была поставлена и достигнута цель, состоящая в разработке методики обучения решению олимпиадных задач по физике обучающихся основной школы. Для достижения цели были поставлены и последовательно решены следующие задачи:

1. Проведен анализ особенностей олимпиадных задач по физике, представленных на различных этапах Всероссийской олимпиады школьников, предметных турниров и чемпионатах.

2. Рассмотрены классификации олимпиадных задач по физике.

3. Разработана методика обучения решению олимпиадных задач

различного вида для вовлечения и подготовки обучающихся к участию в олимпиадном движении по физике и достижения ими планируемых результатов.

4. Проведена апробация разработанной методики среди учеников 9 класса на примере темы «Баллистическое движение».

В настоящее время значительная роль отводится интеллектуальной деятельности учащихся для полноценного развития личности и определения профессиональных ориентиров. Основная цель олимпиад состоит в выявлении и развитии одаренных обучающихся, увеличении их заинтересованности к исследованию физики.

В данной работе мы рассмотрели появление и развитие олимпиадного движения по физике в России, выделив пять этапов проведения физических олимпиад: школьная, районная (городская), областная, зональная (финальная).

Одним из условий обеспечения глубоких и прочных знаний у учащихся является организация их деятельности по решению задач. Научить учащихся решать физические задачи – одна из сложнейших педагогических проблем.

Благодаря систематическому обучению учащихся решению нестандартных расчетных и экспериментальных задач при изучении конкретных тем в физике, можно сформировать у школьников готовность к участию в физических олимпиадах. Для этого школьникам необходимо научиться решать не только задачи с явно заданной физической моделью, но и задачи, подразумевающие самостоятельное создание физической модели адекватной задачной ситуации, а также освоить методы самостоятельного планирования и проведения экспериментов.

Необходимой частью процесса обучения физике является такой вид деятельности, как решение задач, который позволяет сформировать представления о физической сущности явлений природы, овладеть научным подходом к решению различных задач, умением формулировать гипотезы, конструировать, оценивать полученные результаты. При решении физических задач у школьников расширяется диапазон физических знаний, развиваются мотивация к учению, познавательная самостоятельность, воспитывается трудолюбие, упорство в достижении поставленной цели.

Олимпиадные задачи по физике, как правило, комплексные. Они взаимосвязаны тематикой и временем изучения программ по математике, физике, химии и информатике. Именно такое сочетание даёт достаточно быстрое и качественное овладение приёмами и методами решения физических задач.

Мы проанализировали типы олимпиадных заданий и сформулировали разнообразные методические рекомендации по решению этих заданий. В первую очередь, учащимся необходимо сформировать навыки по выводу расчетных формул, составления обобщающих таблиц и алгоритмов решения задач. Чтобы не снизить интерес к знаниям у школьников и стимулировать их творческую работу, следует многократно повторять уже усвоенные темы, разносторонне отрабатывать навыки и приемы решения от анализа к синтезу и от синтеза к анализу.

Полноценная подготовка к олимпиадам по физике предполагает под собой, систематичность занятий, продуманность действий и долгосрочное перспективное планирование. В зависимости от интеллектуальных и личностных способностей ученика подбираются задания с соответствующим уровнем сложности и в правильной последовательности.

По итогам апробации уроков, проведенных в 9 классе по теме «Баллистическое движение», был проведен их анализ. Большинство учащихся справились с предложенными заданиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александрова, Е.А. Педагогическое сопровождение старшеклассников в процессе разработки и реализации индивидуальных образовательных траекторий: дис. докт. пед. наук: 02.03.2006 / Александрова Екатерина Александровна; науч. рук. И. Е. Видт; ТГУ. — Тюмень, 2006. — 364 с.
2. Балаш, В. А. Задачи по физике и методы их решения. / В. А. Балаш. — Москва: Просвещение, 1964. — 192 с.
3. Буздин, А. И. Раз задача, два задача... / А. И. Буздин, А. Р. Зильберман, С. С. Кротов. — Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. — 240 с. —ISBN 5-02-014401-0.

4. Вирачев, Б. П. Методические принципы организации и проведения физической олимпиады и подготовки к ней учащихся: дис. канд. пед. наук.: 28.12.1998 / Вирачев Борис Павлович; науч. рук. Н. Н. Тулькибаева; ЧГПУ. — Челябинск, 1998. — 168 с.
5. Всероссийские олимпиады по физике. 1992–2004 / Под ред. С.М. Козела, В.П. Слободянина. — 2-е изд., доп. — Москва: Вербум-М, 2005. — 534 с. — ISBN 5-8391-0087-0.
6. Гороховатский, Л.Ю. Олимпиадная образовательная среда как условие для развития одаренности школьников / Л.Ю. Гороховатский // Альманах научно-образовательной практики. Психолого-педагогическая серия статей по выпускным квалификационным работам РГПУ им. А.И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 10–13.
7. Грабцевич, В.И. Методическое пособие для подготовки к олимпиаде по физике / В.И. Грабцевич / [Электронный ресурс]. — http://www.afportal.ru/teacher/instruction/10 (дата обращения: 19.04.2023).
8. Григорьев, Ю.М. Физика. Олимпиадные задачи по физике. Международная олимпиада «Туймаада» / Ю.М. Григорьев, В. М. Муравьев, В. Ф. Потапов. — Москва: МЦНМО, 2006. — 160 с. — ISBN 978-5-94057-256-5.
9. Гурский, И.П. Элементарная физика с примерами решения задач. / И.П. Гурский. — Москва: Наука, 1984 — 449 с.
10. Дзида, Г. А. Развитие у учащихся познавательных умений в процессе решения учебных задач: дис. д-ра пед. наук / Дзида Галина Андреевна — Челябинск, 2001 — 296 с.
11. Дзида, Г.А. Развитие умения решать физические задачи при обобщающе-систематизирующем повторении (на подготовительном отделении вуза): дис. кан. пед. наук / Дзида Галина Андреевна — Челябинск, 1987. — 179 с.

12.Задачи московских физических олимпиад. / А. И. Буздин, В. А. Ильин, И. В. Кривченков, С. С. Кротов, Н. А. Свешников. — Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. — 192 с. — ISBN 5-02-014231-X.
13. Задачи Московской региональной олимпиады школьников по физике / под ред. М.В. Семенова, А.А. Якуты. — Москва: Изд-во МЦНМО, 2007. — 56 с. — ISBN 978-5-94057-356-2.
14.Зильбермана, А.Р. Школьные физические олимпиады / А.Р. Зильбермана; МЦНМО. — Москва: Изд-во МЦНМО, 2019. — 248 с. — ISBN: 978-5-4439-0686-7
15. К вопросу об обучении школьников по индивидуальным траекториям образовательного маршрута / Т.Ф. Есенкова / [Электронный ресурс]. — http://uipk.narod.ru/diskons/nach/nach_4doc (дата обращения: 24.04.2023).
16. Кабардин, О. Ф. Международные физические олимпиады школьников / О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов. — Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. — 160 с.
17. Как организовать творческую работу ученика по учебному предмету. Материалы дистанционного курса / сост. А.В. Хуторской, Е.В. Доманский. — Москва: Центр дистанционного образования "Эйдос", 2007. – 390 с.
18.Кудрина, И.Ю. Влияние индивидуальной образовательной траектории на развитие у школьников интереса к предметным олимпиадам по физике //Проблемы и перспективы современной науки: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции. — Ставрополь: Логос. – С. 50–54.
19.Кудрина, И.Ю. Дидактические условия подготовки школьников к участию в олимпиадах по физике // Познание процессов обучения физике: сборник статей. Вып. Шестнадцатый / под ред. Ю.А. Саурова. — Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2015. – С. 17–19.
20.Кудрина, И.Ю. Роль индивидуальной образовательной траектории в развитии у школьников интереса к предметным олимпиадам // Учебные

записки: сборник научных статей. Вып.16 — Уфа: Изд-во БГПУ, 2015. — С. 138–143.

21. Кузнецов, А.П. 50 олимпиадных задач по физике. / А.П.Кузнецов, С.П. Кузнецов, Л.А. Мельников, А.В. Савин, В.Н. Шевцов – Саратов: изд-во «Научная книга», 2006 — 60 с. — ISBN 5-9758-0110-9.
22. Лукашик, В. И. Физическая олимпиада в 6–7 классах средней школы: Пособие для учащихся / В. И. Лукашик. — Москва: Просвещение, 1987. — 192 с.
23. Пидкасистый, П.И. Педагогика. Учебное пособие для студентов педагогических вузов и педагогических колледжей / под ред. П.И. Пидкасистого. — Москва: Педагогическое общество России, 1998. — С. 3–31.
24. Попов, А.И. Решение творческих задач / А.И. Попов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 88 с. — ISBN 5-8265-0274-6.
25. Попов, А.И. Формирование творческого потенциала ученика в условиях олимпиадного движения / А.И. Попов // Открытое образование. — 2005. — С. 23–30.
26. Пособие для подготовки к олимпиаде по физике: учеб.-метод. пособие / Е. П. Татьянина, Т.Л. Тураева, Т. В. Дубовицкая [и др]; — Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2019 — 97 с. — ISBN 978-5-7731-0817-7.
27. Пурышева, Н.С. Метапредметный подход в методике обучения физике / Н.С. Пурышева, О.А. Крысанова: монография. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013. — 215 с. — ISBN 978-5-85716-979-7.
28. Семёнов, М. В. Методические рекомендации по подготовке учащихся к участию в олимпиадах высокого уровня по физике. / М. В. Семёнов, Ю. В. Старокуров, А. А. Якута. — Москва: Физический факультет МГУ, 2007. — 60 с. — ISBN 978-5-8279-0070-2.
29. Слободецкий, И. Ш. Всесоюзные олимпиады по физике: Пособие для учащихся 8–10 кл. сред. школы / И. Ш. Слободецкий, В. А. Орлов — Москва: Просвещение, 1982. — 256 с.

30. Усова, А.В. Методика преподавание физики в 7-8 классах средней школе / А.В. Усова. – Москва: Просвещение, 1976. — 387 с.
31. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» / [Электронный ресурс]: http://www.rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html (дата обращения: 25.02.2023).
32. Физика. Углубленный курс с решениями и указаниями. ЕГЭ, олимпиады, экзамены в вуз. / В. А. Макаров, С. С. Чесноков, Е. Б. Черепецкая, Е. А. Вишнякова. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 414 с. — ISBN: 978-5-00101-066-1
33. Шаскольская, М. П. Сборник избранных задач по физике. / М. П. Шаскольская, И. А. Эльцин — Москва: Гостехиздат, 1949. — 132 с.
34. Шефер, О.Р. Комплексные задачи по физике как средство достижения обучающимися метапредметных и предметных результатов / О.Р. Шефер, Ю.Г. Ваганова. – Челябинск: Край Ра, 2014. – 196 с. — ISBN: 978-5-905251-57-3
35. Шпилевский, Э.М. Цикл экспериментальных задач / Э.М. Шпилевский, Р.В. Рудович // Преемственность в преподавании физики в системе беспрерывного образования: Тезисы докладов Республиканской научнометодической конференции. – Минск, 1993. – С. 44 – 45.