

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики
Кафедра физики и методики обучения физике

Подвысоцкая Наталья Сергеевна

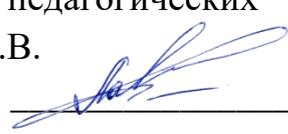
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Организация познавательной деятельности учащихся по физике в дистанционной
учебно-исследовательской лаборатории

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы Физика

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
профессор, доктор педагогических
наук Тесленко В.И.
«26» мая 2020 г. 



Руководитель:
доцент, кандидат педагогических
наук Латынцев С.В.
«19» мая 2020 г. 

Дата защиты «3» июля 2020 г.

Обучающийся Подвысоцкая И.С.
«18» мая 2020 г. 

Оценка отлично

Красноярск 2020

Содержание

Введение	3
ГЛАВА 1. УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	6
1.1. Опыт организации исследовательского обучения в педагогической науке	6
1.2. Организация познавательной деятельности обучающихся в условиях учебно-исследовательской лаборатории	13
ГЛАВА 2. ДИСТАНЦИОННАЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК ОДНА ИЗ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО ФИЗИКЕ	21
2.1. Методические рекомендации по организации обучения в дистанционной учебно-исследовательской лаборатории по теме «Эффект Магнуса»	21
2.2. Педагогический эксперимент по проверке эффективности развития познавательной деятельности в учебно-исследовательской лаборатории по физике	40
Заключение.....	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	48
Приложение 1	51
Приложение 2	53

Введение

Федеральный государственный образовательный стандарт, является отражением социального заказа общества современному общему образованию. Школа, опираясь на требования ФГОС должна быть, нацелена на формирование и развитие у учащихся готовности к саморазвитию и к непрерывному образованию, к активной учебно-познавательной деятельности, к умению учиться. Другими словами, школа должна научить учащихся самостоятельно находить доступную и нужную информацию, критически анализировать полученные знания, искать пути решения актуальной на сегодняшний день проблемы, а также применять уже полученную информацию в решении совершенно новых задач.

В целом, перед учителями, и школой, остро встала проблема самостоятельного освоения учащимися новых знаний, умений и навыков. Вследствие этого, результатом современного образования должны стать сформированные у обучающихся ключевые компетентности. Одной из таких компетенций, считается готовность учащихся к целенаправленной познавательной деятельности.

Помимо этого в требованиях ФГОС уделяется особое внимание организации внеурочной деятельности, так как она считается важной частью учебного процесса. Следовательно, познавательная деятельность учащихся может быть осуществлена не только во время учебных занятий, но и на вне учебных занятиях.

Исследование является неотъемлемой частью жизни любого человека, оно способствует развитию у школьников таких важных в современном обществе черт, как оригинальность и творческий характер мышления. Кроме того, организация исследовательской работы способствует развитию у школьников познавательных умений, которые являются показателем осуществления учениками познавательной деятельности. Исходя из этого, познавательная деятельность может быть организована, к примеру, в учебно-исследовательской лаборатории по физике, при помощи которой учащиеся

научатся самостоятельно приобретать знания и получать опыт, творчески применяя эти знания.

В связи с современными обстоятельствами появляется потребность внедрения в учебный процесс именно дистанционного обучения. Следовательно, опираясь на все вышесказанное, следует, что **актуальность представленной работы обусловлена** существующей потребностью организации познавательной деятельности учащихся по физике в дистанционной учебно-исследовательской лаборатории.

Одной из **проблем**, возникающих при внедрении дистанционной учебно-исследовательской лаборатории по физике, является отсутствие учебно-методических разработок по организации познавательной деятельности обучающихся.

Цель данной работы заключается в том, чтобы разработать учебную программу, направленную на организацию познавательной деятельности учащихся по физике в дистанционной учебно-исследовательской лаборатории

Объект исследования: процесс обучения физике учащихся основной и старшей школы в условиях дистанционного обучения.

Предмет исследования: познавательная деятельность обучающихся в условиях дистанционной учебно-исследовательской лаборатории по физике.

Гипотеза исследования: познавательная деятельность учащихся по физике в процессе дистанционного обучения будет успешно осуществляться в учебно-исследовательской лаборатории на основе специально разработанных учебно-методических материалов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

1. Проанализировать опыт организации исследовательского обучения физике;
2. Выявить необходимые условия для организации познавательной деятельности учащихся в учебно-исследовательской лаборатории;

3. Определить особенности организации учебно-исследовательской лаборатории по физике в условиях дистанционного обучения;

4. Разработать учебно-методические материалы для организации познавательной деятельности учащихся по физике дистанционной учебно-исследовательской лаборатории.

5. Провести апробацию разработанной учебно-исследовательской лаборатории по физике в старшей школе.

Апробация результатов исследования осуществлялась в ходе прохождения автором педагогической интернатуры с октября 2019 по апрель 2020 года на базе МБОУ СШ №27 города Красноярска.

Результаты исследования по теме ВКР были представлены на Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистров и аспирантов «Современная физика в системе школьного и вузовского образования» в рамках XXI Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» 22 мая 2020 года.

Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованных источников. В первой главе рассматривается опыт организации исследовательского обучения и одна из форм организации обучения такого вида – учебно-исследовательская лаборатория. Во второй главе представлены методические рекомендации для учителя по организации внеурочной познавательной деятельности учащихся по физике в дистанционной учебно-исследовательской лаборатории, а так же результаты педагогического эксперимента.

ГЛАВА 1. УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБУЧЕНИЯ

1.1. Опыт организации исследовательского обучения в педагогической науке

В разные периоды становления образования методисты и педагоги многократно обращали своё внимание на организацию исследовательского обучения. Особенно необходимым считалось внедрение такого вида обучения при изучении наук, имеющих отношение к экспериментальной деятельности. Физика одна из таких наук.

Для того чтобы начать говорить об учебно-исследовательской лаборатории, стоит углубиться в историю педагогики как науки, и узнать как формировались исследовательское обучение, и тесно связанные с ним проблемное и проектное обучение.

Попытки выстроить учебную деятельность в школе при помощи исследовательских методов обучения предпринимались с давних времен. Одним из первых ученых, был Сократ – создатель метода «сократическая беседа». В своих беседах он побуждал слушателей самих отыскивать истину, ученики поэтапно открывали новые знания, отвечая на наводящие вопросы учителя.

Эпоха Возрождения знаменуется как время грандиозных открытий, благодаря которым учителя стали уделять особое внимание поисковой деятельности учащихся, для получения новых знаний использовались непривычные для средневековья способы: детские наблюдения, различные самостоятельные опыты. Попытки реального приближения учебной деятельности ребенка к познавательной. К примеру, философ Дж. Локк, ставил своей целью объединение общего образования с прикладным. Считал, что необходимо развивать у детей навык мыслить самостоятельно, без помощи учителя, что на данный момент является основным аспектом исследовательской деятельности.

Основатель теории «свободного воспитания» Ж. Ж. Руссо считал, что важно научить ребенка самостоятельно находить и приобретать знания. Его теория «свободного воспитания» целиком и полностью опирается на природу ребенка и считает, что истинные знания ребенок может получить лишь из собственного опыта. Поэтому задача педагога состоит лишь в том, чтобы создать специальные ситуации, оказывающие содействие в обогащении этого опыта. По его утверждению обучение и познание это два тесно связанных понятия и важно обучать, включая ребенка в поиск. Исходя из этого, при помощи образовательного процесса дети приобретают умения искать, думать, включаться в решение проблем. Жан-Жак Руссо, активно способствовал развитию исследовательского обучения. Он не признавал учебники и всегда ставил учащегося на место исследователя, который совершает научные открытия.

Принципы теории обучения И. Г. Песталоцци, связанные с учебно-исследовательским обучением:

- процесс обучения основывается на саморазвитии возможностей и сил ребенка, заложенных в нем первоначально;
- основной задачей обучения является «возвышение духа от смутных наблюдений до ясных понятий»;
- обучение должно быть развивающим (в свою очередь действительно развивающее обучение, должно быть: наглядным, самостоятельным, постепенным, последовательным, элементарным);
- первичными элементами любого знания, считаются именно чувственные впечатления, поэтому необходимым и обязательным является принцип наглядности;
- принцип самостоятельности (самостоятельность на занятиях пробуждает у учащихся ясность познаний, воспитывает и развивает у них умение помогать самим себе во всем).

В XIX веке произошел переворот университетского образования. Начинается активный процесс внедрения в университетскую практику

специально созданных исследовательских лабораторий, а вместе с ними и исследовательских методов обучения. Берлинский университет считается лидером в проведении данных реформ. Создание исследовательских лабораторий на базе университетов имело массу положительных последствий, таких как: повышение качества обучения студентов, профессионализация научно-исследовательской деятельности, прикладная направленность в научных исследованиях и др.

В XIX веке деятельность К. Д. Ушинского внесла ясность и дала ответ на самые разные вопросы: о ступенях научного и учебного познания, об этапах процесса обучения, о путях познания, воспитательных функциях учебной деятельности. К. Д. Ушинский считал, что рассудок формируется при помощи наблюдения и переработки этих наблюдений. Критикуя старые подходы к образованию, Ушинский пишет, что «новая школа» должна: разделять и организовывать труд учителя и учеников, требовать, чтобы дети как можно больше трудились самостоятельно, а учитель руководил этим самостоятельным трудом и давал для него новый материал. Несложно заметить, что эти идеи Константина Дмитриевича Ушинского максимально близки основным современным представлениям об исследовательском обучении [1] [2].

Гениальный писатель, автор собственной педагогической концепции Л. Н. Толстой (1828 – 1910) в своих трудах отстаивал свободу и независимость ребенка в образовании, ценность его собственных познавательных устремлений. Он говорил, что образование должно опираться на собственный опыт ученика и исходить из его сегодняшних потребностей, а не из подготовки к будущей жизни. Л. Н. Толстой, требует рассматривать процесс обучения как многосторонний и творческий, как процесс активной, сознательной, творческой переработки и усвоения материала. Концепция Л. Н. Толстого отлично вписывается в современные требования ФГОС, ориентация на возможности, желания и потребности учащегося.

Необходимость исследовательского подхода в образовании выразил в одном из своих трудов известный русский педагог – исследователь К.Н. Вентцель (1857 – 1947): «Ребенок по натуре своей утилитарист и практик, только в более позднем возрасте начинает просыпаться чисто теоретический интерес к знанию, и чем более глубокие корни будут пущены этим теоретическим интересом в практике жизни, тем он сам окажется жизненнее, живучее, устойчивее» [3].

Американский философ и педагог Джон Дьюи пропагандировал свои идеи исследовательского обучения, по его мнению, школьное обучение должно быть организовано так, чтобы ребенок оказывался в позиции исследователя. Кратко этот механизм Дж. Дьюи характеризует так: в ходе собственной практики, в «процессе делания» у ребенка возникают познавательные потребности и формируются познавательные интересы; они пробуждают исследовательский инстинкт, который способен сделать обучение увлекательным. На основе творчества и труда у ребенка рождаются потребности: к осмыслению задачи или проблемы, построению гипотез, выбору путей их решения, достижению желаемого результата. Дж. Дьюи возмущает, что в школьной комнате мало места для самого ребенка: «Мастерская, лаборатория, материалы, инструменты, – пишет он, – при помощи которых ребенок мог бы строить, творить и самостоятельно исследовать, даже необходимое место для этого – все это в большинстве случаев отсутствует» [4].

Метод Дальтон-план был предложен американской деятельницей народного образования Хелен Паркхёрст. Обучение по её методу основывается на трех принципах: свобода, самостоятельность, сотрудничество. Многие советские педагоги говорили, что дальтон-план, построенный на базе исследовательских методов обучения, – гениальное открытие.

По мнению Э. Паркхерст, в идеале дальтон-план должен иметь следующий вид:

1. Школа освобождена от общих программ, так как она составляет свои учебные программы, сообразуясь с требованиями общества. Вместо того чтобы разрабатывать годовую детальную программу намечаются лишь вехи, по которым программа разрабатывается в процессе учебных занятий сообразно запросам учеников.

2. Разрабатываются двухнедельные или месячные задания-подряды, в основном они вырабатываются самими учениками совместно с учителем.

3. Учащиеся могут выполнять работу в лабораториях, как в группах, так и индивидуально, в зависимости от характера заданий.

4. Периодически устраиваются конференции, которые посещаются заинтересованными учениками. Учителя отвечают на вопросы учащихся, обычно работа на конференциях проходит очень живо.

5. В лабораториях царит свободное творчество. Между преподавателем и учениками устанавливаются дружеские взаимоотношения: учитель для ученика – советчик, главный помощник.

Опираясь на работы специалистов в области исследовательского обучения, профессор педагогики Уильям Херд Киллпатрик (1871–1965) разработал многим известную в мировой педагогике «проектную систему обучения» («метод проектов»). Суть данной системы заключалась в том, что ученики, опираясь на свои интересы, вместе с учителем выполняли собственный проект, решая какую-либо практическую, исследовательскую задачу. Таким образом, включаясь в реальную деятельность, они овладевали новыми знаниями. Поэтому педагоги пришли к выводу о том, что «метод проектов», это один из путей реализации учебного исследования.

Объединив всё вышесказанное, хочется отметить, что рассматриваемые нами понятия очень тесно связаны друг с другом. Их становление и развитие происходило в ходе учебных практик наших предшественников. Опираясь на опыт предыдущих поколений можно сделать вывод о том, что исследование

важный элемент учебного процесса. На сегодняшний день происходят коренные перемены в процессуально-содержательной и организационной структуре образования. Эти изменения уже сейчас позволяют педагогике сделать большой шаг от «класса-аудитории» к «классу-лаборатории» [14].

С появлением ФГОС меняется роль педагога, который должен от роли ментора перейти к роли тьютора. Весь учебный процесс сводится к результатам освоения школьниками основных общеобразовательных программ. Новый федеральный образовательный стандарт общего образования впервые основывается на отечественных психолого-педагогических разработках, а именно на системно-деятельностном подходе.

Во ФГОС, наряду с предметными и метапредметными результатами обучения прописаны требования к личностным результатам, которые включают готовность и способность обучающихся к самообразованию, саморазвитию и личностному самоопределению, сформированность мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности, систему значимых социальных и межличностных отношений, ценностно-смысловых установок, отражающих личностные и гражданские позиции в деятельности, умение ставить цели и строить жизненные планы. Эти способности, умения, установки, квалифицируются в новом образовательном стандарте как личностные универсальные учебные действия, подлежащие формированию и развитию у учащихся на всех ступенях обучения [5].

Изучив ФГОС для основной и старшей школы, хочется выделить следующие требования для проектной и исследовательской деятельности:

- «Программа развития универсальных учебных действий должна быть направлена на: формирование у обучающихся основ культуры исследовательской и проектной деятельности и навыков разработки, реализации и общественной презентации обучающимися результатов исследования, предметного или межпредметного учебного проекта, направленного на решение научной, личностно и (или) социально значимой проблемы» (ФГОС ООО, п. 18.2.1);

- «Программа развития универсальных учебных действий на ступени среднего (полного) общего образования «...» должна быть направлена на формирование у обучающихся системных представлений и опыта применения методов, технологий и форм организации проектной и учебно-исследовательской деятельности для достижения практико-ориентированных результатов образования (ФГОС СОО, п. 18.2.1).

Формы организации учебного исследования (ПООП ООО, п. 2.1.5):

- На урочных занятиях: урок – исследование; урок – лаборатория; урок – защита исследовательских проектов; учебный эксперимент, позволяющий освоить элементы исследовательской деятельности;

- На внеурочных занятиях: факультативные занятия; участие обучающихся в олимпиадах, конференциях; образовательные экспедиции – походы, поездки, экскурсии с четко обозначенными образовательными целями, программой деятельности, продуманными формами контроля; исследовательская практика обучающихся [16].

Особое значение для развития универсальных учебных действий в основной школе имеет исследовательская практика обучающихся. Это работа, осуществляемая одним или группой учащихся на протяжении длительного периода. В ходе такой работы подростки – авторы проекта – самостоятельно или с дозированной помощью педагога получают возможность научиться планировать и работать по плану, научиться решать творческую, исследовательскую задачи. Это одни из важнейших не только учебных, но и социальных навыков, которым должны овладеть каждый школьник.

Таким образом, проанализировав изученные публикации различных авторов, а так же требования ФГОС нового поколения можно сделать вывод о том, что организация учебного исследования всегда являлась очень важной, можно даже сказать неотъемлемой частью образовательного процесса. Особенно физика, являясь экспериментальной наукой, не может существовать без учебного исследования.

1.2. Организация познавательной деятельности обучающихся в условиях учебно-исследовательской лаборатории

На сегодняшний день перед школой стоит множество задач нацеленных на повышение качества образования, к примеру, формирование у учащихся ключевых компетенций: овладение школьниками основами естественнонаучного мировоззрения, развитие у них практических и теоретических умений, а так же активизация творческой познавательной деятельности школьников. В исследовательских работах специалистов в области психологии и педагогики сказано, что учебно-познавательная деятельность, одной из форм которой считаются исследования, играет весомую роль в развитии учащегося [6] [7].

Поэтому рассмотрим более подробно понятие познавательной деятельности и его связь с исследовательским обучением.

По мнению В.А. Сластенина, **познавательная деятельность** – это единство чувственного восприятия теоретического мышления и практической деятельности. Она осуществляется на всех этапах жизни человека, во всех видах деятельности, к примеру, путем выполнения всевозможных предметно-практических действий в учебном процессе (экспериментирование, конструирование, решение исследовательских задач и т.п.). Так как познавательная деятельность очень обширное понятие, оно охватывает все сферы человеческой жизни в том числе и учебную. Поэтому рассмотрим один из видов познавательной деятельности, учебно-познавательную деятельность [30].

Учебно-познавательная деятельность – это специально организуемое самим обучаемым или извне познание с целью овладения умениями и знаниями, а так же богатствами разных культур, накопленными человечеством за многие годы. Ее предметным результатом считаются научные знания, умения, навыки, формы поведения и виды деятельности, которыми овладевают обучающиеся [31].

Содержанием учебно-познавательной деятельности является опыт, накопленный предыдущими поколениями, а местом преимущественного её осуществления является специально организованная среда, к примеру, лаборатория, учебный класс [8].

Атрибутикой необходимой для осуществления учебно-познавательной деятельности может служить: учебники, учебно-наглядные пособия, технические и иные средства, помогающие освоению содержания образования. В зависимости от специфики учебного предмета выбирается атрибутика той или иной области знания (науки), литературы или же искусства [15].

Специфика учебно-познавательной деятельности заключается в результативности этой деятельности, она требует научения знаниям, умениям и мышлению.

Важно понимать, что в ходе осуществления любого вида деятельности человек приобретает определенные умения.

Выделим ряд познавательных умений, которые можно приобрести в ходе реализации учебно-познавательной деятельности [23]:

- осуществлять поиск необходимой информации для выполнения внеучебных заданий с использованием учебной литературы и в открытом информационном пространстве, энциклопедий, справочников (включая электронные, цифровые), контролируемом пространстве Интернета;
- формулировать цели, задачи исследования;
- выдвигать гипотезы и обосновывать их;
- осуществлять выборочную запись, фиксацию необходимой информации об окружающем мире или же о себе самом, в том числе при помощи инструментов ИКТ;
- применять навыки сопоставления, сравнение для установления общих и специфических свойств объектов;
- высказывать свои суждения по результатам сравнения свойств, качеств объектов;

- использовать различные способы измерения для решения практических задач;
- выделять главную мысль какого-либо высказывания или текста;
- называть последовательность своих действий, необходимых для решения учебной задачи (отвечать на вопрос «Как я это делаю?»);
- соотносить результаты своей деятельности с эталонным образцом, правилом (отвечать на вопрос «Похожий ли я получил результат?»);
- строить сообщения, доклады, проекты в устной и письменной форме;
- устанавливать причинно-следственные связи в изучаемом круге явлений;
- устанавливать и называть характерные (легко различимые) признаки наблюдаемых объектов окружающего мира;
- при измерении, каких либо величин уметь пользоваться соответствующими приборами и инструментами;
- находить ошибки в своей и чужой учебной работе и самостоятельно устранять их.

Отметим, что многие из данных умений могут развиваться у школьников в процессе выполнения ими учебного исследования.

Для того чтобы данные умения развивались у учащихся необходимо повысить их интерес к познавательной деятельности, другими словами нужно активировать их познавательную активность. Поэтому нам необходимо ознакомиться с приемами активации познавательной деятельности обучающихся [10] [11].

Основные приемы активизации познавательной деятельности учащихся:

1. Создание учебной проблемной ситуации;
2. Метод алгоритмизированного обучения;
3. Практические работы;

4. Частично-поисковый лабораторный метод;
5. Метод эвристического обучения;
6. Использование информационных технологий;
7. Использование исторического материала.

Многие из данных приемов также осуществимы при организации учебного исследования [24]. Приведем конкретные примеры по каждому из представленных выше приемов:

1. Неотъемлемая часть любого исследования это проблемная ситуация, она направляет деятельность учеников на максимальное овладение изучаемым материалом, и повышает мотивацию.

2. Метод алгоритмизированного обучения помогает учащимся самостоятельно составить алгоритм для решения поставленной проблемы.

3. Большую роль в усвоении материала играют практические работы. Часто обучающиеся запоминают только то, над чем потрудились их руки. В результате такой работы новые знания не поступают извне в виде информации, а являются внутренним продуктом практической деятельности самих обучающихся.

4. В основе частично-поискового лабораторного метода лежит наблюдение, сравнение свойств объекта с чем-либо.

5. Метод эвристического обучения необходим, так как учащиеся должны самостоятельно добывать знания, последовательно переходя при изучении теоретического материала от более легких к более сложным темам.

6. При помощи информационных технологий реализуются такие дидактические принципы как научность, доступность, наглядность, сознательность и активность обучаемых.

7. Во время учебного исследования учащиеся опираются на теоретический фундамент, который был заложен заранее, поэтому при активации познавательного интереса на уроках так актуален вопрос о том, как же происходили те или иные открытия и их дальнейшее исследование.

Опираясь на все вышесказанное, делаем вывод о том, что учебно-познавательная деятельность учащихся будет успешно осуществляться на исследовательских занятиях, которые могут проходить в форме учебно-исследовательской лаборатории.

В нашем понимании учебно-исследовательская лаборатория – это внеурочная форма организации индивидуально групповых занятий направленная на развитие исследовательских компетенций в процессе учебно-исследовательской деятельности.

Занятия такого вида лаборатории могут быть организованы как в дистанционном формате, так и в традиционном очном. При очном формате требуется личное присутствие и учеников и учителя в одном помещении, к примеру, в классе, а при дистанционном формате обучения в качестве помещения выступает онлайн среда, именно на базе такой виртуальной площадки мы организуем занятия.

Данная лаборатория имеет в своем содержании элементы, удовлетворяющие новым требованиям, которые предъявляются образовательным стандартом к системе обучения учащихся в школе, и которые способны помочь в достижении поставленной цели:

- формированию у обучающихся учебно-познавательных компетенций;
- осуществлению преемственности знаний в учебно-исследовательской деятельности между учащимися;
- достижению положительного уровня мотивации в обучении за счет приобщения учащихся к исследовательской деятельности.

В работе лаборатории могут принимать участие учащиеся как средней, так и старшей школы. Ранее отмечалось, что учебно-исследовательская лаборатория подразумевает внеурочные занятия. В учебной программе основного общего образования (5 – 9 класс) и среднего общего образования (10 – 11 класс) выделено определенное количество часов на внеурочную деятельность.

Во ФГОС указано, что план внеурочной деятельности на уровне основного общего образования должен содержать до 1750 часов за пять лет обучения, то есть около 350 часов в один учебный год. Занятия по организации внеурочной деятельности должны проходить с учётом интересов обучающихся, а так же с учётом возможностей организации, осуществляющей образовательную деятельность. А план внеурочной деятельности при получении среднего общего образования должен содержать до 700 часов за два года обучения, то есть всё те же 350 часов в один учебный год. Опираясь на данный ресурс, мы можем проводить занятия в нашей лаборатории.

Работа в учебно-исследовательской лаборатории подразумевает выполнение какого-либо исследования. Нами была предложена организация именно групповой работы над исследованием, поэтому более подробно разберем, как может быть организована групповая работа в лаборатории.

Особенности организации групповой работы учащихся, ее главные признаки:

1. Количество участников группы колеблется в пределах 5 – 7 человек. В зависимости от содержания и характера предстоящей работы состав группы может меняться.

2. Не менее половины группы должны составлять ученики, способные успешно самостоятельно добывать знания.

Руководители исследовательских групп подбирают школьников для выполнения исследования по принципу объединения школьников различного уровня подготовки, что позволяет им взаимно дополнять и компенсировать достоинства и недостатки друг друга. Принципиально важно чтобы в группе не было негативно настроенных друг к другу учеников.

В процессе работы члены исследовательской группы вступают в совместное обсуждение хода и результатов работы, возможны обращения учеников друг к другу за советом.

Групповая деятельность учащихся состоит из следующих элементов:

1. Предварительная подготовка учащихся к выполнению группового задания, определение учебных задач, краткий инструктаж учителя;
2. Обсуждение и составление плана выполнения учебного задания в группе, определение способов его решения, распределение обязанностей;
3. Выполнение учебной задачи;
4. Наблюдения за группой проводимые учителем;
5. При необходимости корректировка работы группы и отдельных учащихся;
6. Взаимопроверка работы учащимися, а так же контроль за выполнением задач в группе;
7. Доклады, презентации учащихся о полученных результатах, общая дискуссия под руководством учителя и формирование общих выводов;
8. Оценка работы группы.

Групповая форма организации учебно-познавательной деятельности учащихся предъявляет некоторые требования к учителю, который руководит работой школьников. Учитель должен отлично владеть дисциплиной, в совершенстве овладеть методикой определения задач для групповой работы обучающихся, умело их ориентировать, направлять и обеспечивать эффективность их деятельности, подчеркивая основные моменты, акцентируя внимание на главном в учебном материале. Предоставлять возможность для регулярных отчетов рабочих групп и обмена мнениями в ходе открытых общих обсуждений.

Очень важно отметить, что учебно-познавательная деятельность учеников может быть осуществлена в группе, в формате учебно-исследовательской лаборатории. Учебно-познавательная деятельность направлена больше на самостоятельное получение знаний (в нашем случае: изучение литературы, проведение эксперимента), а групповая работа позволяет сплотить детей, качество знаний полученных при групповой работе выше за счет взаимообучения и взаимокоррекции обучающихся.

Преимущества организации именно групповой работы учащихся в учебно-исследовательской лаборатории очевидны.

Существует множество различных форм для организации познавательной деятельности на занятиях (конференции, внутрипредметные и комплексные семинары, интегрированные уроки, практикумы, экскурсии). В проводимом нами исследовании рассматривается относительно новая форма внеурочной деятельности, направленных на приобретение учащимися познавательных умений, развитие их творческих способностей. Такой формой проведения занятий выступает учебно-исследовательская лаборатория, которая организует внеурочную деятельность учащихся в исследовательской группе.

ГЛАВА 2. ДИСТАНЦИОННАЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК ОДНА ИЗ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО ФИЗИКЕ

2.1. Методические рекомендации по организации обучения в дистанционной учебно-исследовательской лаборатории по теме «Эффект Магнуса»

Требования ФГОС ставит перед педагогами цель воспитания личности способной ответственно относиться к качеству получаемых знаний, самостоятельно решать проблемные задачи, критически мыслить, уметь принимать взвешенные и самостоятельные решения, быть заинтересованным в обучении и осуществлении исследовательской работы.

В рамках образовательной программы по физике это может быть реализовано с помощью организации дистанционного обучения школьников в форме лаборатории, представляющей собой совокупность внеурочных занятий по физике для учащихся тех классов, в учебной программе которых уже началось изучение данного предмета. Такая форма обучения школьников, как дистанционное обучение, в данный момент времени является больше необходимостью, однако это отличная возможность для всех участников образовательного процесса попробовать что-то новое [25].

Глобальная компьютеризация открыла возможность, для совершенствования образовательной системы. В XXI веке более 80% подростков пользуются интернетом, а это делает распространение дистанционного обучения еще проще и быстрее. Появилась возможность учить и получать обратную связь от любого ученика, где бы он ни находился. Уже сейчас по всему миру активно проводят онлайн семинары по получению дополнительного образования. Поэтому внеурочные занятия в дистанционной учебно-исследовательской лаборатории это новый шаг в школьной образовательной системе [13].

Дистанционная учебная исследовательская лаборатория – это дистанционная форма организации групповых занятий школьников,

направленная на развитие познавательных умений в процессе осуществления учебного исследования.

Данная форма организации дистанционного обучения школьников на внеурочных занятиях по физике преследует следующую цель:

- создание необходимых условий, способствующих наиболее полному использованию и развитию познавательных компетенций, интеллектуального потенциала учащихся, а также обеспечивающих возможность для каждого школьника реализовать свое право на творческое развитие личности, участие в учебном исследовании, а так же в учебно-познавательной деятельности.

Роль учителя в дистанционной лаборатории.

Организуя деятельность учащихся в формате лаборатории, стоит учесть, что на плечи преподавателя ложится: контроль над состоянием автоматизированных информационных систем, разработка содержания и логики обучения учащихся, контроль за выполнением учебного графика и за выполнением учебных задач, оказание помощи учащимся (координация их деятельности) [12].

Исходя из этого, учитель может «примерить» на себя следующие роли:

- Администратор системы дистанционного обучения;
- Дизайнер курсов;
- Преподаватель;
- Тьютор;
- Куратор (организатор, координатор);
- Слушатель.

Организуя деятельность учащихся в условиях данной лаборатории, школьникам предлагается выполнить учебное исследование, для исследования была выбрана тема «Эффект Магнуса». Для организации внеурочных занятий по физике в режиме видеоконференцсвязи можно использовать такие цифровые онлайн – платформы, как Zoom, Discord, Skype, Jitsi Meet.

Так как занятия будут проходить дистанционно, у нас появляется возможность организовать учеников на исследование вне стен школы, следовательно, каждый из учащихся проявит больше самостоятельности при выполнении исследовательской работы.

Занятия в данной лаборатории проводятся раз в две недели как дополнительные внеурочные занятия к основным урокам по физике с целью осуществления школьниками исследовательской работы, которая заключается в проведении и обосновании опытов, наглядно демонстрирующих «Эффект Магнуса».

Такой формат проводимых занятий напрямую зависит от количества учеников, участвующих в работе лаборатории. Наша учебно-исследовательская лаборатория может принять ограниченное число учащихся, 5 – 7 человек. Введенные ограничения должны способствовать снижению нагрузки на учителя, с целью увеличения доли его участия, в работе обучающихся. Также ограничения должны способствовать более осмысленным действиям учителя по корректировке деятельности учащихся, а также для возможности учителем своевременно оказать школьникам помощь и консультирование по теоретическим вопросам материала [29].

Данная тема исследовательской работы была выбрана нами в связи с тем, что она имеет прикладной характер, а так же дает возможность задействовать школьников как одного возраста, так и разных возрастов, за счет наличия в ней не только сложных, но и простых экспериментов.

В случае необходимости, по всеобщему согласию, члены лаборатории определяют своего лидера, это должен быть ученик, который обладает большим багажом знаний и легко ориентируется в теоретическом материале данной темы.

Осуществление деятельности учащихся можно разделить на 4 шага: первый шаг – организационно-подготовительный, второй шаг – теоретический, третий шаг – экспериментальный, четвертый шаг – заключительный.

Первый шаг работы лаборатории – организационно-подготовительный. На данном шаге учащимся предстоит познакомиться с темой исследования, обсудить проблемную ситуацию, определить цели, задачи, а так же построить план дальнейшей работы. Доля участия учителя на данном шаге велика. Эта необходимость вызвана отсутствием готовности учеников к самостоятельной деятельности. На данном шаге у учеников становится более ясным понимание того, каким образом будет строиться их работа над исследованием в условиях дистанционного формата. У школьников на данном шаге формируется представления о том, какие знания и умения нужно применить для успешного выполнения работы, какой вклад может внести в коллективную деятельность каждый из школьников. Складывается мнение о возможностях каждого школьника. Учащиеся делают выбор лидера своей исследовательской группы.

Второй шаг работы лаборатории – теоретический. На данном шаге деятельность и внимание учеников сосредотачивается на нахождении и изучении теоретических сведений об эффекте Магнуса с помощью дополнительной литературы. Происходит знакомство с применением эффекта Магнуса в жизни. Учащиеся самостоятельно изучают эксперименты, демонстрирующие эффект Магнуса, разбираются с их обоснованием.

В формате видеоконференции на одной из онлайн платформ в нашем случае Zoom, школьники под руководством учителя делятся знаниями, полученными в ходе сбора и анализа информации, и более глубоко разбираются в теме исследования, с помощью наводящих вопросов, заданных школьникам учителем. Чётко формулируются цели задачи исследования. Учащиеся делают предположения о том, какие опыты, наглядно демонстрирующие эффект Магнуса, они могли бы выполнить. Задача учителя заключается в направлении и коррекции выбора учащихся, а так же в ознакомлении школьников с более сложными экспериментами, демонстрирующими эффект Магнуса.

На данном шаге учащимся важно прийти к компромиссу и выбрать 2-3 эксперимента, распределить между собой обязанности по проведению и описанию экспериментов.

Третий шаг работы лаборатории – экспериментальный. На данном шаге ученики самостоятельно проводят эксперименты, которые они выбрали. Действия учеников становятся осмысленными. Учащихся могут записать на видео проведение опыта или же сделать серию фотографий, на которых будет видно действие эффекта Магнуса. Доля участия учителя сводится к нулю, так как учащиеся выполняют эксперимент самостоятельно, требуются лишь консультации и контроль за действиями учащихся.

Так же на данном этапе ребятам выдается памятка по технике безопасности, представленная в приложении 1. В связи с тем, что эксперимент будет проведен вне учебного заведения, контроль за действиями школьников должны осуществлять их родители или же законные представители.

Четвертый шаг работы лаборатории – заключительный. На данном шаге ученики обмениваются материалами о проделанной работе, и совместно делают выводы о проведенном эксперименте. Опираясь на свои теоретические знания, учащиеся должны выяснить, соответствует ли действительности, получившийся у них эксперимент, какие могли быть допущены ошибки при выполнении эксперимента. На данном шаге у учащихся должно быть как минимум 4 встречи в онлайн конференции. Каждый опыт необходимо разобрать отдельно от остальных, прийти к компромиссу. Данный шаг работы лаборатории располагает к работе с документацией, так как это одна из сторон научной, исследовательской, а так же проектной работы. Учащиеся должны обсудить результаты проделанной работы, подготовить отчет выполненного ими исследования. Результатом реализации данного шага стала разработка и дальнейшее оформление рукописи: исследование по теме «Эффект Магнуса».

Задача учителя – это направление и коррекция самостоятельного поиска различного рода информации и деятельности учеников посредством корректирующих действий, которые заключаются в задавании наводящих вопросов и выдвижении предложений по дальнейшим действиям всей группы, необходимых для выполнения проектной работы.

Знания, добытые учениками самостоятельно, а не при помощи преподавателя, заносятся в личный багаж знаний учащихся. Таким образом, достигается глубокий уровень понимания проводимых действий, осуществляется преемственность знаний, за счет обучения школьниками друг друга их уровень знаний становится глубже.

Организация деятельности учащихся в учебно-исследовательской лаборатории:

- Организация работы учащихся одного возраста.

Тема исследовательской работы требует непростого теоретического описания, школьники 7 или 8 класса просто не справятся с этой задачей, поэтому стоит организовывать работу 10 или 11 класса.

- Организация работы учащихся разного возраста.

В данном случае мы можем включить в работу учащихся с 7 по 11 класс. Важно, чтобы учащиеся при выборе эксперимента ориентировались на свой возраст и свои способности (старшим школьникам можно предложить более сложные опыты, младшим легкие).

Образовательная программа учебно-исследовательской лаборатории включает в себя: теоретический материал по теме «Эффект Магнуса»; набор опытов, демонстрирующих действие эффекта Магнуса с их теоретическим описанием. Данная программа может быть использована на внеурочных занятиях по физике.

Для организации познавательной деятельности учащихся по физике автором была создана дистанционная учебно-исследовательская лаборатория, на базе которой школьники выполняли исследование по теме «Эффект Магнуса».

Выполнение исследования направлено на развитие следующих умений:

- формулировать проблемную ситуацию;
- определять цели, задачи;
- выстраивать план дальнейшей работы;
- самостоятельно искать, синтезировать, анализировать информацию, устанавливать причинно-следственные связи;
- выдвигать гипотезы и доказывать их;
- организовывать рабочее место: подбирать необходимое оборудование, проводить эксперимент, наблюдать за ходом эксперимента, осмысливать полученные результаты;
- построение устного и письменного доклада о проделанной работе.

Таблица 1

Тематическое планирование				
№ занятия	Тема занятия	Цель	Деятельность учащихся на занятии	Домашнее задание
Первый шаг – организационно-подготовительный				
1	Вводное занятие	Сформировать целостное представление о предстоящей работе	1. Знакомство друг с другом. 2. Выбор лидера исследовательской группы. 3. Ознакомление с темой исследования. 4. Обсуждение проблемной ситуации. 5. Предварительно формулируют цели, задачи исследования. 6. Построение плана работы на ближайшие занятия.	Познакомиться с теоретическими сведениями об эффекте Магнуса. Подготовить краткий доклад о найденном материале.
Второй шаг – теоретический				
2	Эффект Магнуса	Сформировать у учащихся понимание о том, как возникает эффект Магнуса.	1. Учащиеся делятся найденными материалами об эффекте Магнуса. 2. Разбираются в возникших вопросах.	Изучив литературу, ответить на вопрос «Где в жизни можно встретить эффект Магнуса?». Подобрать 3 и более эксперимента,

			3.Формулируют цели, задачи исследования.	наглядно демонстрирующие эффект Магнуса.
3	Изучение опытов, демонстрирующих эффект Магнуса	Сформировать понимание о том, где в жизни можно встретить эффекта Магнуса.	1.Учащиеся дают ответ на вопрос «Где в жизни можно встретить эффект Магнуса?». 2.Учащиеся делятся найденными экспериментами. 3.Разбираются в возникших вопросах.	Ознакомиться с более сложными экспериментами, демонстрирующими эффект Магнуса. Разобраться в их теоретическом обосновании.
4	Подготовка к выполнению опытов, демонстрирующих эффект Магнуса	Распределить опыты для их дальнейшего выполнения.	1.Учащиеся разбираются в возникших вопросах. 2.Каждый выбирает себе один эксперимент, для его дальнейшего выполнения. 3.Обсуждают план дальнейшей работы.	Углубиться в изучение выбранного эксперимента, его теоретического обоснования. Сделать черновой набросок этапов выполнения эксперимента, необходимого оборудования.
Третий шаг – экспериментальный				
5	Подготовка к выполнению опытов, демонстрирующих эффект Магнуса	Подготовить учащихся к выполнению эксперимента.	1.Учащиеся делятся своими набросками. 2.Формулируют гипотезу к каждому из экспериментов. 3.Обсуждают этапы выполнения экспериментов. 4.Изучают памятку техники безопасности.	Начать оформление эксперимента: гипотеза, оборудование, поэтапный план выполнения эксперимента и его теоретическое обоснование. Подготовить оборудование для выполнения эксперимента. При необходимости собрать установку. По возможности выполнить эксперимент (при необходимости снять эксперимент на видео или сделать фотографии).
Четвертый шаг – заключительный				

6-7-8	Мой эксперимент, демонстрация эффекта Магнуса	Организовать показ наработок учащихся. Продолжить выполнение эксперимента.	1.Учащиеся делятся своими наработками. 2.Учащиеся готовы к защите своего эксперимента, выступают перед группой (если есть возможность, проводят эксперимент онлайн, дают теоретическое обоснование получившихся результатов эксперимента).	Домашнее задание на 7-8 занятие: продолжить оформление эксперимента, подготовить установку, выполнить эксперимент. Подготовиться к защите перед группой.
9	Подведение итогов	Провести рефлексию. Подвести итоги исследования.	1.Учащиеся оформляют единый отчет о проделанном исследовании. 2.Отвечают на вопросы учителя. 3.Делятся впечатлениями.	

Образовательная программа лаборатории:

Тема исследования: «Эффект Магнуса».

Учащимся предлагается изучить теоретический материал по данной теме, подобрать опыты, наглядно демонстрирующие эффект Магнуса, собрать действующие установки, использующие данный эффект.

Знакомство с литературой, изучение теоретического материала.

1.1. Теоретические сведения по теме «Эффект Магнуса».

Мало кто слышал о том, что же такое Эффект Магнуса. Впрочем, любой из нас следил за игрой с участием мяча: бурю впечатлений у болельщиков и игроков вызывают именно крученые мячи. Многие годы люди не могли разобраться, почему всякий раз при выстреле ядра из пушки оно меняет свое направление, не попадая в цель. Ученых очень заинтересовал данный факт, на разгадку данной задачи было затрачено много времени, однако после проведенных опытов при условиях проявления предполагаемого эффекта, был открыт эффект Магнуса.

Эффект Магнуса — физическое явление, образующееся при обтекании вращающегося тела потоком жидкости или же газа. Появляется сила, воздействующая на тело, зависящая от оси вращения твердого тела и направленная перпендикулярно направлению потока. Научное объяснение данному эффекту впервые дал немецким физиком Генрих Густав Магнус в 1853 году. Давайте рассмотрим вращающийся цилиндр, помещенный в неограниченной массе вязкой жидкости или газа. Вращающийся твердый цилиндр будет обязательно образовывать вокруг себя вихревое движение (Рис.1, а). Теперь рассмотрим обтекание неподвижного цилиндра равномерным невихревым потоком воздуха (жидкости). В данном случае цилиндр плавно и симметрично обтекается потоком (Рис.1, б). И, наконец, рассмотрим случай, когда вращающийся цилиндр обтекается равномерным потоком воздуха. Поток не симметричен, а цилиндр начинает движение (в данном случае вверх)(Рис.1, в) [9].

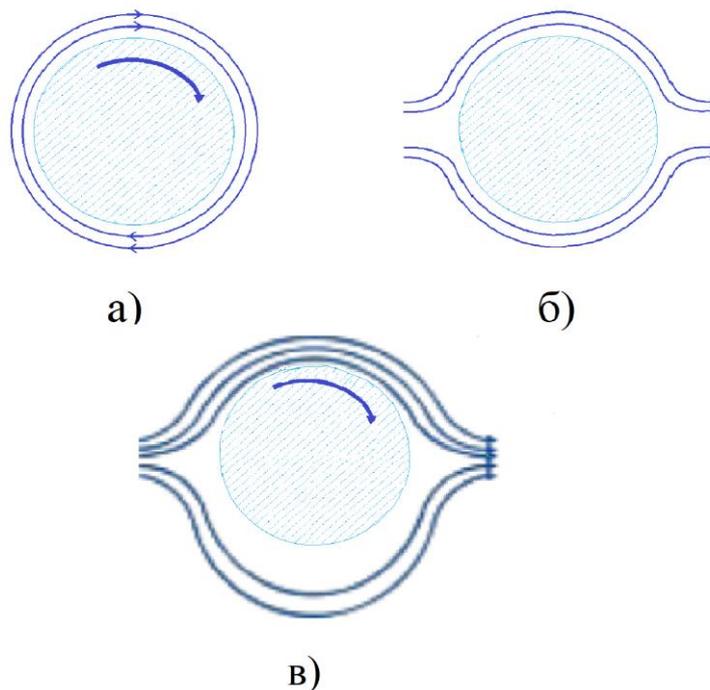


Рис. 1. Объяснение возникновения эффекта Магнуса

А теперь рассмотрим третий случай подробнее. Как мы помним на Рис.1, в показан вращающийся объект, который создаёт в среде вокруг себя вихревое движение. С одной стороны вращающегося объекта направление

вихря совпадает с направлением обтекающего потока и, следовательно, с этой стороны скорость движения среды увеличивается. Направление вихря с другой стороны объекта, как мы видим противоположно направлению движущегося потока, соответственно и скорость движения среды будет уменьшаться. Безусловно, из-за этой разности скоростей возникает разность давлений (согласно уравнению Бернулли: чем меньше скорость, тем больше давление), порождающая поперечную силу от той стороны вращающегося тела, на которой направление вращения и направление потока противоположно направлены, к той стороне, на которой эти направления совпадают (Рис.2).

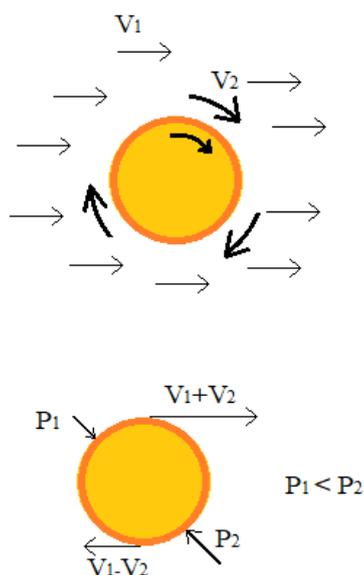


Рис.2. Объяснение эффекта Магнуса

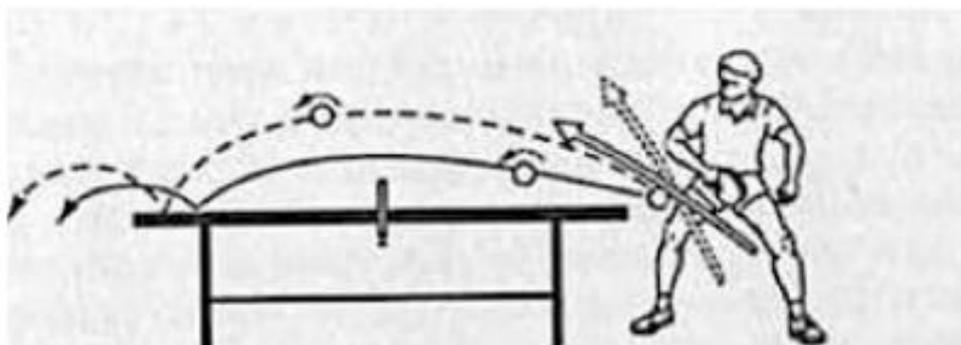


Рис.3. Удар «Топ-спин»

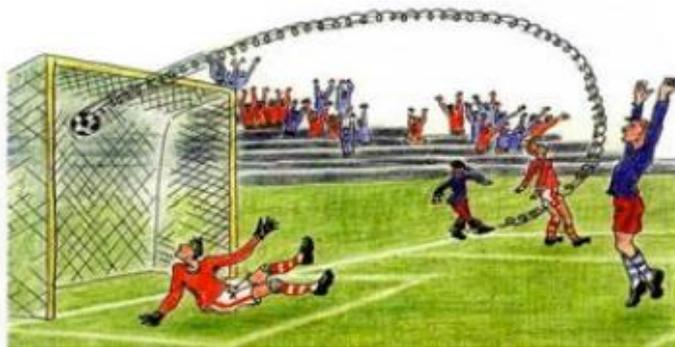


Рис.4. Удар «Сухой лист»

Эффект проявляется на телах вращения и находит свое применение: при разделении смешанных жидкостей на фазы; в конструировании воздушных змеев; в ветроэнергетических установках; в судостроении; в спортивных играх с мячом: например, специальные удары: «Топ-спин» в настольном теннисе (Рис.3), «Сухой лист» в футболе (Рис.4) и т.д. В эффекте Магнуса подъемная сила перпендикулярна скорости потока. Чтобы найти направление этой силы нужно вектор относительно скорости повернуть на 90° в сторону, противоположную вращению тела (Рис.5). Сила Магнуса также зависит от оси вращения тела.

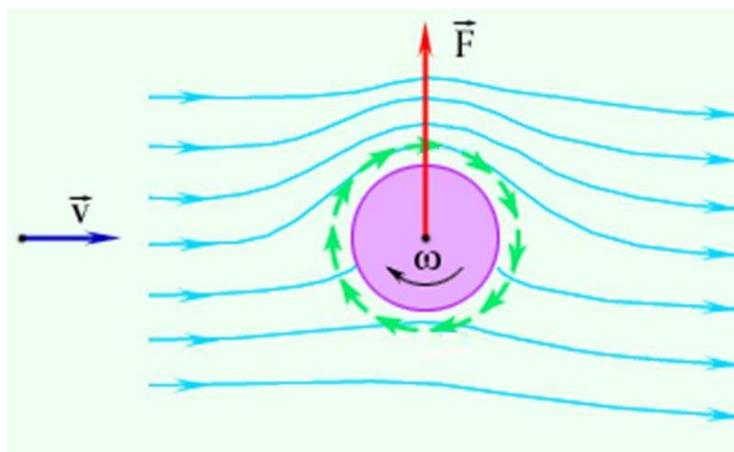


Рис.5. Направление подъемной силы Магнуса

1.2. Знакомство с опытами, наглядно демонстрирующими эффект Магнуса.

Опыт 1. «Падение с высоты».

Теоретическая справка:

Австралийские любители научных экспериментов сняли ролик, в котором они кидают с дамбы Гордон в Тасмании два баскетбольных мяча.

Первый мяч они просто отпускают, он падает почти вертикально вниз. Второй мяч при броске подкручивают. В результате, баскетбольный снаряд полетел вниз вдоль поверхности дамбы, однако к концу своего полёта он изменил траекторию, казалось, будто мяч летит параллельно земле, медленно приближаясь к ней. Суть данного эффекта заключается в том, что в момент падения завернутый объект создает вихревое движение вокруг себя. Эффект Магнуса появляется в результате образования вокруг объекта так называемого «пограничного слоя».

Можно провести подобный эксперимент, используя вместо дамбы крышу или балкон многоэтажного дома. Необходимо приготовить 2 или более мячей. Важно, чтобы на территории около дома не было людей, животных, машин.

Опыт 2. «Летающие цилиндры».

Оборудование: пластиковые стаканчики (2 шт.), скотч, набор канцелярских резинок.

Этапы изготовления планера:

1. Необходимо склеить стаканы дном друг к другу при помощи скотча.
2. Нужно сделать одну длинную резинку, для этого скрепим несколько канцелярских резинок друг с другом.
3. На место где наклеен скотч, наматываем резинку. Важно, чтобы резинка была хорошо растянута перед наматыванием.

Планер из двух стаканчиков, приводится во вращение вокруг своей оси с помощью резинки, после запуска сначала резко поднимается вверх, а потом летит по наклонной линии. Вращение планера приводит к тому, что сверху и снизу он обтекается воздухом с разной скоростью (эффект Магнуса). При этом увеличивается дальность полета планера, сначала он как бы «медленно парит» в воздухе, а затем спускаются вниз [17].

Опыт 3. «Отклонение пламени свечи».

Оборудование: спички, плоский диск, фен, свеча, установленная на чаше.

Этапы изготовления установки:

1. Приготовить рабочую зону и включить фен в розетку.
2. Зажечь свечу и установить её на расстоянии 80 см от фена.
3. Включить фен и направить на свечу.
4. Поднести диск, расположив его между феном и свечей на расстоянии около 50 см от фена.
5. Наблюдаем за пламенем, при этом подносим диск все ближе и ближе к свече.

Пламя свечи, помещенной за диском, при направлении воздушного потока на диск, отклоняется в сторону середины диска. На опыте мы убедились, что если перпендикулярно потоку воздуха, идущего (в нашем случае) от фена, разместить плоский диск, то за ним образуется область с вихревым движением воздуха, который около центра диска движется по направлению к диску. Пламя свечи, (свечу размещаем за диском), которое сдувается в сторону потоком воздуха от фена, направляется в сторону диска. Если диск убрать, то видно, что пламя свечи сдувается в сторону. На опыте мы подтвердили существование эффекта Магнуса и явления «подсасывания».

Опыт 4. «Полет футбольного мяча».

«Закрученный» мяч летит по сложной дуге. Сделать данный удар не всем «под силу». Удар называется «сухой лист» и напоминает удар с подкруткой, только бить необходимо повернутой на 45 градусов внешней стороной стопы по противоположной от ноги стороне мяча. Удар тоже должен быть скользящим. Данный эффект заключается в особой силе, возникающей при обтекании вращающегося тела потоком жидкости или газа и направленной перпендикулярно направлению потока. При вращении летящего тела – к примеру, круглого или цилиндрического – близлежащие слои воздуха увлекаются им и также получают вращение вокруг тела, то есть

начинают циркулировать вокруг него. В результате тело не летит прямолинейно, а меняет направление. Другими словами, мяч сначала летит прямо, а потом внезапно поворачивает к воротам.

Опыт № 5 «Падение цилиндра с наклонной полкости».

Оборудование: лист бумаги, клей, наклонная плоскость, брусок для крепления наклонной плоскости.

Этапы изготовления установки:

1. Склеить лист плотной бумаги, так чтобы получился цилиндр.
2. Закрепить на бруске наклонную плоскость.

Первое что нужно сделать, это положить цилиндр на край плоскости и отпустить его.

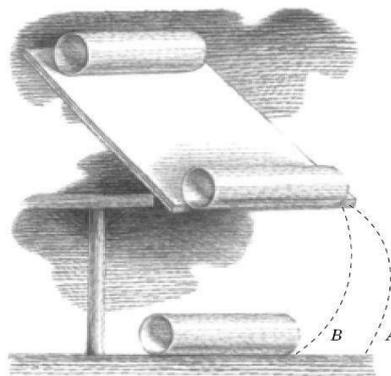


Рис.6. Траектории движения цилиндра

Естественно, скатываясь, цилиндр приобретет некоторую скорость. Далее, казалось бы, цилиндр должен двигаться (падать) по параболической траектории «А», слегка искажаемой сопротивлением воздуха. Так все и происходило бы, если бы цилиндр падал без скольжения или скатывался бы тяжелый предмет. Как ни странно, но легкий цилиндр будет упрямо залетать под поверхность скатывания по траектории «В», существенно отклоняясь от предполагаемой параболической траектории.

Объясняется такое явление следующим образом: вращение цилиндра нарушает симметричность обтекания воздуха за счет эффекта прилипания. С одной стороны бумажного цилиндра скорость воздушного потока больше, значит, там давление понижается и возникает боковая подъемная сила, называемая силой Магнуса [19].

Опыт 6. «Наблюдение движения теннисного шарика в потоке воздуха».

Оборудование: фен, теннисный шарик, лист бумаги, клей.

Этапы изготовления и запуска установки:

1. Приготовим фен и теннисный шарик.
2. Из листа бумаги изготовим насадку в виде конуса, диаметр верхнего отверстия должен быть приблизительно равен диаметру шарика.
3. Положим теннисный шарик в насадку. Включим фен, приподняв шарик.

При подаче потока воздуха шарик вращается в потоке воздуха, не выскакивая за пределы воздушного потока. В данном опыте обтекание шарика потоками воздуха создается феном. Поток воздуха поднимает шарик вверх и поддерживает его внутри струи. Когда шарик пытается выскочить из потока, окружающий воздух возвращает его обратно в струю, т.к. давление окружающего воздуха, имеющего малую скорость, велико, а давление воздуха в струе, имеющего большую скорость, мало. Несмотря на то, что давление в свободно движущейся воздушной струе равно атмосферному, за счет движения воздушных потоков возникает сила, перпендикулярная скорости движения воздушного потока со стороны воздуха, имеющего малую скорость. Поперечная устойчивость шарика объясняется возникновением силы, направленной перпендикулярно скорости потока воздуха.

Согласно уравнению Бернулли:

$$P_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho \cdot v_2^2}{2}$$

при малой скорости окружающего воздуха разность давлений равна:

$$\Delta P = \rho \cdot \frac{v_1^2 - v_2^2}{2}$$

отсюда возвращающая сила будет равна:

$$F = k \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S$$

Где ρ — плотность воздуха ($\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$);

v — скорость набегающего потока ($\frac{\text{м}}{\text{с}}$);

S — характерная площадь (м^2);

k — коэффициент силы Магнуса.



Рис.7. Окутывание шарика потоком воздуха

Опыт 7. «Петлеобразная траектория движения цилиндра».

Оборудование: бумага формата А4, клей, линейка, лента, рабочая поверхность (стол).

Этапы изготовления и запуска установки:

1. Изготовим цилиндр диаметром 6 сантиметров (из бумаги формата А4).
2. На цилиндр намотаем ленту, один конец которой прикрепим к линейке.
3. Необходимо резко дернуть ленту вдоль горизонтальной поверхности стола и чуть вверх сообщим цилиндру сложное движение (поступательное и вращательное).

При большой скорости цилиндр поднимается вверх и описывает небольшую вертикальную петлю. Наблюдение петлеобразной траектории движения цилиндра, которому сообщено сложное движение (поступательное и вращательное), можно объяснить тем, что вращение нарушает симметричность обтекания за счёт эффекта прилипания.

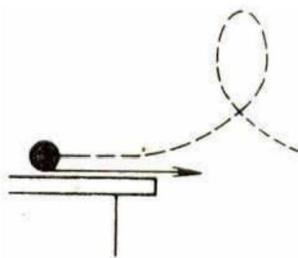


Рис.8. Траектории движения цилиндра

С одной стороны бумажного цилиндра скорость потока больше (над цилиндром вектор скорости воздуха сонаправлен вектору скорости цилиндра), значит, давление там понижается, а под цилиндром вектор скорости воздуха антипараллелен вектору скорости цилиндра.

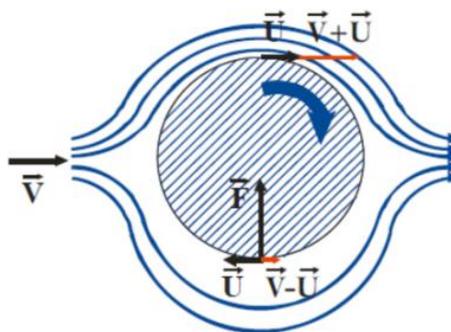


Рис.9. Направление векторов скоростей потока газа около цилиндра

В результате разности давлений возникает подъёмная сила, называемая силой Магнуса. Эта сила поднимает цилиндр вверх и меняет форму траектории на петлеобразную. Чтобы найти направление вектора силы, нужно повернуть вектор скорости потока газа или жидкости на девяносто градусов против вращения тела.

Опыт 8. «Ветродвигатель на колесах. Судно Флеттнера».

Оборудование: цилиндр, платформа, колеса, электродвигатель, батарейки напряжением 9 вольт, фен.

Этапы изготовления судна:

1. На платформу прикрепить 4 колеса.
2. Установить электродвигатель закрепив цилиндр.

Необходимо собрать модель судна Флеттнера, которая состоит из цилиндра, установленного на платформу с колесами (Рис. 10). Цилиндр приводится во вращение электродвигателем. При направлении потока воздуха из фена на вращающийся цилиндр, платформа движется перпендикулярно потоку воздуха.



Рис.10. Модель судна Флеттнера на колесах.

Эксперимент показал, что если в поток воздуха поместить вращающийся цилиндр, ось которого перпендикулярна направлению воздушного потока, то цилиндр начинает увлекать за собой воздух. Скорость обтекания цилиндра потоком в направлении вращения становится больше, чем в отсутствие вращения, а давление меньше. С другой стороны цилиндра, где скорость вращения направлена в противоположную направлению скорости потока, скорость обтекания становится меньше, а давление – больше. Появляется разность давлений и сила, действующая на цилиндр в направлении, перпендикулярном потоку [18]. Начинает действовать сила Магнуса, и тележка приходит в движение. Проанализировав данные, полученные в ходе эксперимента, можно сделать выводы: турбопарус работает благодаря эффекту Магнуса; для движения модели турбопаруса необходимы два условия: вращающийся цилиндр и направленный на него поток воздуха.

2.2. Педагогический эксперимент по проверке эффективности развития познавательной деятельности в учебно-исследовательской лаборатории по физике

Педагогический эксперимент проводился в период интернатуры с октября 2019 по апрель 2020 года. Основная цель данного эксперимента состоит в оценке эффективности организации познавательной деятельности учащихся в такой форме внеурочных занятий по физике, как дистанционная учебно-исследовательская лаборатория.

В ходе педагогического эксперимента были проведены внеурочные занятия по физике для учащихся 10 классов с использованием учебно-методических материалов, представленных в параграфе 2.1 настоящей работы. Учащиеся средней школы №27 города Красноярка взаимодействовали на платформе Zoom, предназначенной для проведения онлайн видеоконференции.

В ходе педагогического эксперимента решались следующие задачи:

- проанализировать возможность внедрения во внеурочную деятельность по физике такой формы исследовательских занятий как учебно-исследовательская лаборатория, которая должна способствовать развитию познавательных умений учащихся;
- апробировать разработанную форму занятий для учащихся 10 классов;
- выявить динамику развития познавательных умений учащихся при выполнении учебного исследования по теме «Эффект Магнуса».

Ниже приведен протокол наблюдаемых познавательных умений и уровня их сформированности. Умения, проявленные учащимися, оценивались тремя уровнями, где 3 уровень характеризует уровень сформированности познавательных умений, как недостаточный. А 1 уровень говорит о том, что учащийся обладает достаточным уровнем познавательных умений, то есть владеет большей частью их составляющих.

Оценочная карта по определению уровня сформированности познавательных умений

Таблица 2

Познавательные Умения учащихся	Уровни сформированности		
	1 уровень высокий	2 уровень средний	3 уровень низкий
1. Осуществляет выборочную запись, фиксацию необходимой информации, в том числе при помощи инструментов ИКТ	Учащийся фиксирует лишь необходимую информацию в достаточном объеме.	Учащийся осуществляет выборочную запись достоверной информации, но в большом объеме. (находит много лишнего)	1. В процессе изучения литературы, учащийся фиксирует ненужную информацию в большом объеме. 2. Учащийся фиксирует минимум информации, она не по теме изучаемого им вопроса.
2. Выделяет главную мысль какого-либо высказывания или текста	Учащийся с легкостью выделяет главную мысль высказывания или текста.	Учащийся затрудняется при выделении главной мысли высказывания или текста. Выделяет то, что не нужно.	Учащийся не может выделить главную мысль высказывания или текста.
3. Перерабатывает полученную информацию (анализирует, классифицирует и т.д.)	Учащийся самостоятельно и успешно анализирует, классифицирует полученную или найденную информацию.	Учащийся затрудняется самостоятельно проанализировать, классифицировать найденную или полученную информацию.	Учащийся не может самостоятельно проанализировать, классифицировать информацию, требуется помощь учителя.
4. Формулирует последовательность своих действий, необходимых для получения желаемого результата	Учащийся самостоятельно, успешно и без затруднений может выстроить последовательность своих действий, необходимых для получения желаемого результата.	Учащийся может самостоятельно выстроить последовательность своих действий, необходимых для получения желаемого результата, но не всегда успешно, нуждается в консультации учителя.	При формулировке последовательности действий необходимых для получения желаемого результата, учащийся испытывает большие затруднения, нуждается в помощи учителя.

5.Формулирует цель, задачи исследования	Учащийся может самостоятельно сформулировать цель и задачи исследования.	Учащийся, испытывает затруднения при формулировке цели или задачи исследования. (требуется пример)	Учащийся, не может самостоятельно сформулировать цель, задачи исследования. (требуется помощь учителя)
6.Выдвигает гипотезы и обосновывает их	Учащийся может самостоятельно сформулировать гипотезу и обосновать её.	Учащийся может самостоятельно выдвинуть гипотезу, но не в состоянии обосновать её.	Учащийся не может сформулировать гипотезу и обосновать ее. (требуется помощь учителя)
7.Подбирает необходимое оборудование для проведения эксперимента	Самостоятельно предлагает, подбирает оборудование для проведения эксперимента.	При подборе оборудования делает предположения, но самостоятельно определить не может.	При подборе оборудования для проведения эксперимента, не может самостоятельно сделать выбор и предположение.
8.Выявляет причину, лежащую в основе явления, и сопоставляет ее со следствием (выделяет причину и следствие)	Учащийся может самостоятельно и верно сопоставить причину и следствие наблюдаемого явления. (в ходе выполнения эксперимента)	Учащийся самостоятельно сопоставляет причину и следствие, но не всегда верно. (требуется подсказка учителя)	Учащийся не может самостоятельно сопоставить причину и следствие наблюдаемого явления. (требуется помощь учителя)
9.Соотносит результаты своей деятельности с эталонным образцом, правилом	Учащийся с легкостью проводит сравнение своей деятельности с образцом, видит и называет характерные различия.	Учащийся может провести сравнение, видит характерные различия между своей деятельностью и образцом, но точно их обозначить не может.	Учащийся при сравнении не видит характерные различия между своей деятельностью и образцом, следовательно, назвать различия не может.
10.Самостоятельно находит ошибки в своей и чужой учебной работе и устраняет их	Учащийся самостоятельно видит свои и чужие ошибки и может их устранить.	Учащийся самостоятельно не может найти свои или же чужие ошибки, но может их устранить, если ему на них указать.	Учащийся самостоятельно не замечает ошибки и не может устранить их.
11.Делает выводы в результате проделанной работы (обобщает)	Учащийся с легкостью самостоятельно делает реальные выводы о своей работе.	Учащийся самостоятельно делает выводы о своей работе, но не всегда верно.	Учащийся затрудняется самостоятельно сделать единый вывод о проделанной работе, испытывает сложности в обобщении.

12. Устно и письменно строит логически законченные речевые высказывания, сообщения, доклады (строит умозаключения)	Учащийся отлично выстраивает, устно и письменно, речевые высказывания, готовить краткие доклады, сообщения.	Учащийся хорошо формулирует письменные работы, такие как краткие доклады, сообщения, но не обладает навыком создания связного устного высказывания.	Учащийся не может грамотно выстроить устные и письменные, речевые высказывания, а также сообщения и доклады.
--	---	---	--

Результат наблюдения был получен в ходе осуществления школьниками 10 классов исследовательской работы по физике в начале посещения учащимися внеурочные занятия в учебно-исследовательской лаборатории, и в конце посещения внеурочных занятий.

В ходе проведения педагогического эксперимента уровень развития познавательных умений диагностировался посредством наблюдения за деятельностью учащихся, согласно показателям – уровням сформированности, выделенным в таблице 2.

Результаты, полученные в ходе наблюдения за пятью учениками 10 классов, представлены ниже в виде гистограмм.

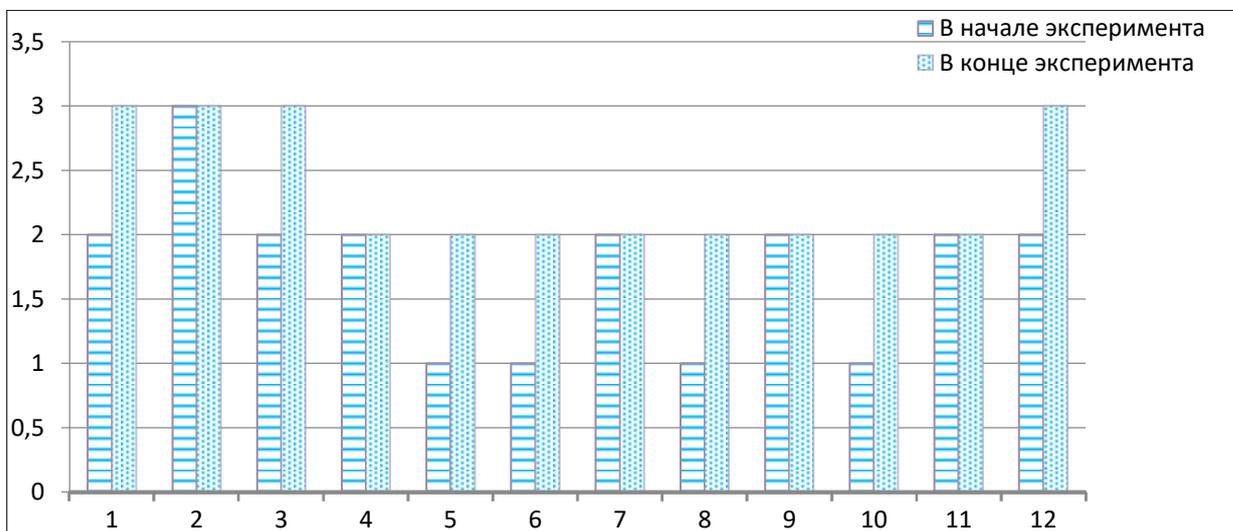


Рис 11. Проверка эффективности проведенных занятий. Динамика ученика 1.

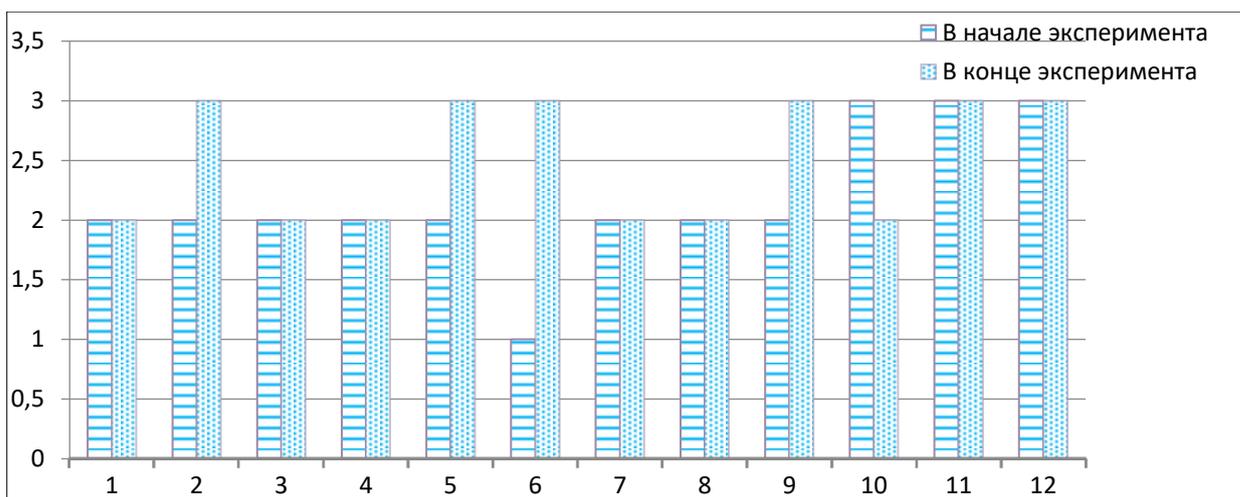


Рис 12. Проверка эффективности проведенных занятий. Динамика ученика 2.

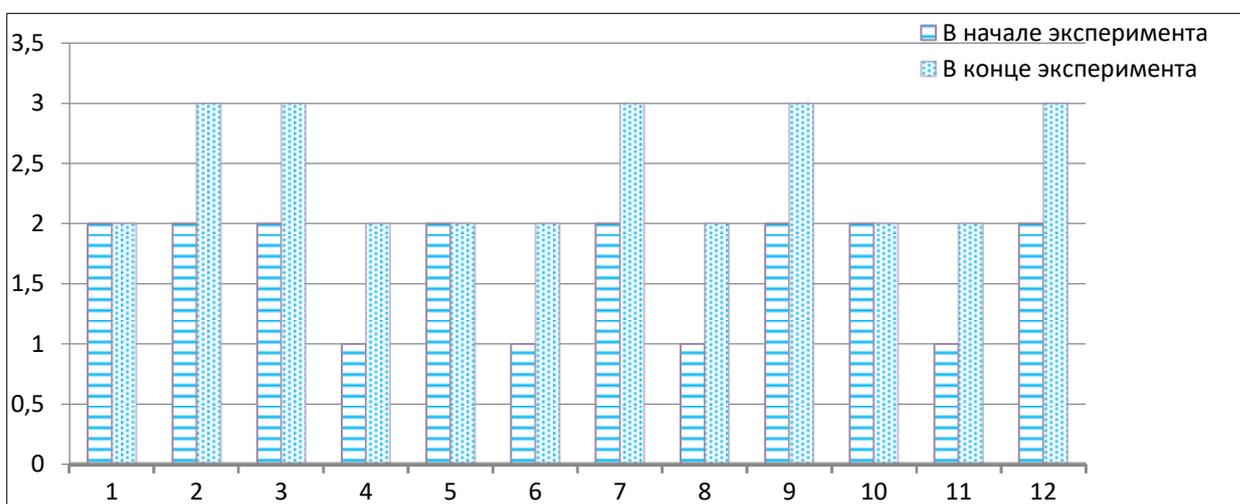


Рис 13. Проверка эффективности проведенных занятий. Динамика ученика 3.

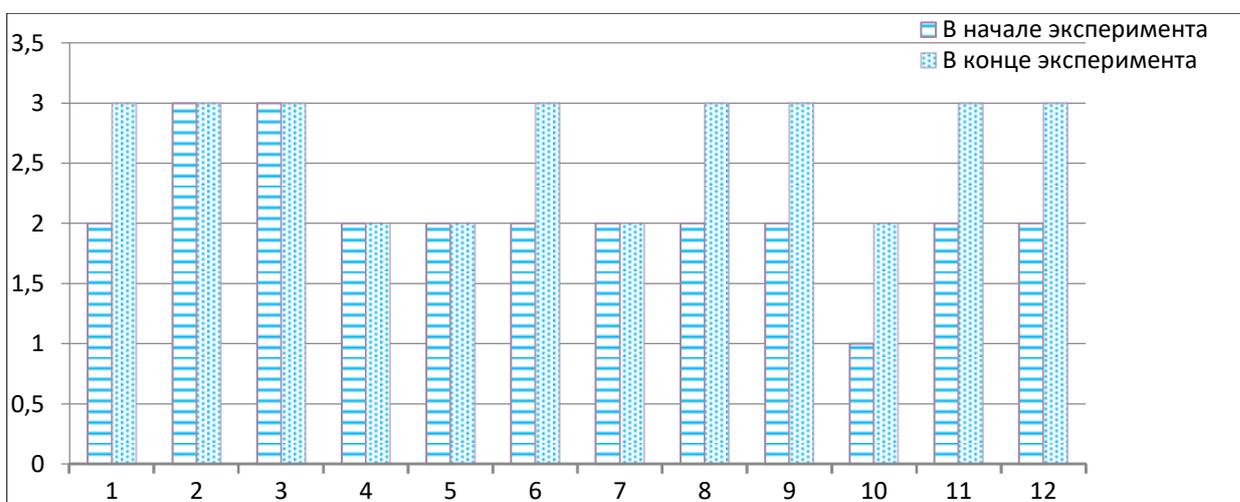


Рис 14. Проверка эффективности проведенных занятий. Динамика ученика 4.

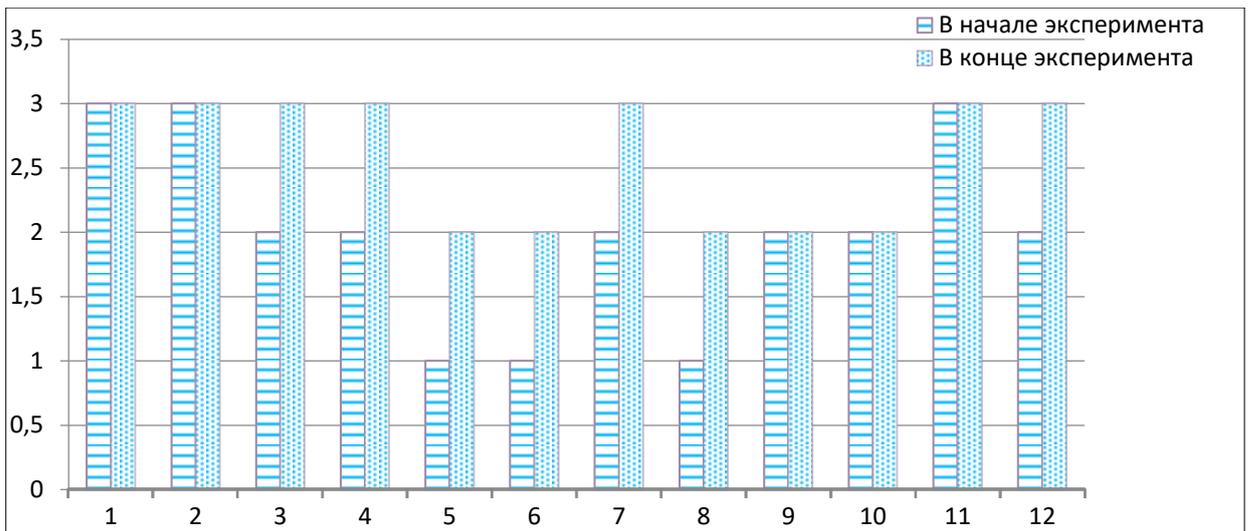


Рис 15. Проверка эффективности проведенных занятий. Динамика ученика 5.

В итоге наблюдения был получен следующий результат: уровень познавательных умений повысился. Из этого можно сделать вывод, что использование на внеурочных занятиях разработанной учебной программы эффективно, так как большая часть познавательных умений проявляется у школьников на более высоком уровне по сравнению с началом испытаний.

Заключение

В процессе выполнения данной выпускной квалификационной работы была выполнена поставленная цель, которая заключалась в разработке учебной программы, направленной на организацию познавательной деятельности учащихся по физике в дистанционной учебно-исследовательской лаборатории. Данная цель была достигнута в полном объеме, также в ходе исследования были решены все поставленные задачи и достигнуты положительные результаты.

В ходе выполнения данной работы был исследован опыт организации исследовательского обучения, были изучены требования к организации исследовательской деятельности, предъявляемые Федеральным государственным образовательным стандартом, было изучено содержание познавательной деятельности, а также разработана и апробирована учебная программа.

Автором была организована познавательная деятельность учащихся в дистанционной учебно-исследовательской лаборатории. Для оценки успешности проведения автором данного вида занятий, мы проанализировали динамику развития познавательных умений учащихся в ходе выполнения ими учебного исследования по теме «Эффект Магнуса».

В ходе педагогического эксперимента была выявлена положительная динамика в развитии познавательных умений. Данные полученные при апробации и представленные в виде гистограмм показали, что первоначально малое количество учащихся имели достаточный уровень развития познавательных умений. Однако, после проведения эксперимента большинство обучающихся соответствовали достаточному уровню развития познавательных умений.

Внедрение учебной программы в дистанционную внеурочную деятельность позволило решить ряд проблем, связанных с познавательной деятельностью учащихся. По результатам исследования можно судить, что разработанная учебная программа может быть использована для повышения

эффективности на внеурочных занятиях по физике в условиях дистанционного образования, поскольку педагогический эксперимент доказал, что вовлечение учеников в учебное исследование развивает их познавательные умения, которые являются одним из обязательных требований ФГОС к выпускникам школы.

Перспектива развития данного исследования заключается в расширении использования её при организации дистанционных внеурочных исследовательских занятий по физике. Также можно усовершенствовать данную программу, добавив в её содержание другие темы для исследовательских работ с расширенными методическими рекомендациями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кошелева Д. В. Развитие исследовательских умений на лабораторно-практических занятиях // Научный потенциал. –2010. – № 4. – С. 239–241.
2. Мухамбетова А. Б. Развитие исследовательских умений учащихся в обучении биологии // Научный журнал «Образование и саморазвитие». – 2008. – № 2. – С.109–114.
3. Вентцель К.Н. Свободное воспитание: сборник избранных трудов. / Сост.Л.Д. Филоненко. – М.: 1993. - 43 с.
4. Дьюи Дж. Школа и общество // Хрестоматия по истории зарубежной педагогики. – М.: 1971. – 521 с.
5. Фундаментальное ядро содержания общего образования / Под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 2010. – 59 с.
6. Выготский Л.С. Педагогическая психология /Под ред. В.В. Давыдова. – М.: Педагогика – Пресс, 1999. – 536 с.
7. Менчинская Н.А. Психологические вопросы развивающего обучения и новые программы // Советская педагогика. – 1968. – №6.
8. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. / Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1975. – 272 с.
9. Корякина М.С. Моделирование полета мяча с учетом эффекта Магнуса // Математическое моделирование в естественных науках. Издательство: Пермский национальный исследовательский политехнический университет. / - 2016. - с. 155-160.
10. Ланина И. Я. Формирование познавательных интересов учащихся на уроках физики: Книга для учителя / И. Я. Ланина. – М.: Просвещение, 1985. - 126 с.
11. Иванова Л. А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики: Пособие для учителей / Л. А. Иванова. - М.: Просвещение, 1983. - 160 с.

12. Лапенко М. В. Организация познавательной деятельности учащихся на основе школьной системы дистанционного обучения // «Образование и наука»: материалы. 2009. С. 97-106.

13. Боташева А.Р., Бостанова Л.К. Особенности и модели дистанционного обучения // «Экономика и социум»: материалы. 2018. С. 147-150.

14. Полат Е. С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 368 с.

15. Щукина Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе / Г. И. Щукина. – М.: Просвещение, 1988. – 152 с

16. Евладина Е.Б. Как разработать программу внеурочной деятельности и дополнительного образования. Методическое пособие / Е.Б.Евладина, Л.Г. Логинова. – М.: Русское слово – учебник, 2015. – 296 с.

17. Андреев А., Панов А., Панов П., Эксперименты с эффектом Магнуса // «Квант»: материалы. 2017. С. 41-44.

18. Семенов М.В., Якута А.А. Механика сплошных сред. Лекционный эксперимент. Под общей редакцией проф. В.А. Алешкевича // Изд-во Физического факультета МГУ, 1999г.

19. Тит Т. Веселые научные опыты и эксперименты. // Издательство: «Книжный клуб "Клуб семейного досуга". Харьков», 2014. – 15 с.

20. Прандтль Л. Эффект Магнуса и ветряной корабль // Журнал «Успехи физических наук». Том V, вып. 1-2. 1925, стр.1-27.

21. Скоренко Т. То ли мачта, то ли парус // Журнал «Популярная механика» №101, март 2011г.

22. Шилова М. И. Социализация и воспитание личности школьника в педагогическом процессе. - Красноярск: РИО КГПУ, 2009. – 218 с.

23. Литовченко О. В. Познавательные умения учащихся: проблемы формирования в современной школе // «Известия Российского

государственного педагогического университета им. А.И. Герцена»: материалы. 2012. С. 103-109.

24. Магомедов Р.Р., Идрисова Э. С., Шмакова Н. Н. Формирование познавательных умений учащихся в процессе исследовательской деятельности // «Вестник Оренбургского государственного университета»: материалы. 2018. С. 34-38.

25. Шатуновский В. Л., Шатуновская Е.А. Ещё раз о дистанционном обучении (организация и обеспечение дистанционного обучения) // «Вестник науки и образования»: материалы. 2020. С. 53-56.

26. Лебедева О. В., Морозов О. А., Староверова В. В. Организация учебно-исследовательской деятельности учащихся на внеурочных занятиях по физике в современных условиях // «Педагогическое образование в России»: материалы. 2019. С. 64-72.

27. Лебедева О. В., Гребенев И. В. ФГОС школьного образования: проектирование и организация исследовательской деятельности в учебном процессе // «Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского»: материалы. 2013. С. 106-112.

28. Методы обучения в современной школе: [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/10_1273_metodi-obucheniya-v-sovremennoy-shkole.html

29. Шермадина Н. А. Методические особенности организации домашней экспериментальной исследовательской деятельности учащихся при обучении физике // «Проблемы современного педагогического образования»: материалы. 2018. С. 377-380.

30. Слостёнин В.А. и др. Педагогика : учебное пособие для студентов педагогических учебных заведений / В.А. Слостёнин, И.Ф. Исаев, А.И. Мищенко, Е.Н. Шиянов. — 3-е изд. — М. : Школа-Пресс, 2000. — 512 с.

31. Слостенин В.А. и др. Педагогика: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Слостенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов; Под ред. В.А. Слостенина. – М.: Издательский центр "Академия", 2002. - 576 с.

Памятка техники безопасности при проведении домашних экспериментов.

Настоящий ученый никогда не должен забывать о мерах предосторожности. Соблюдай эти правила, и тогда опыты будут не только увлекательными, но и безопасными!

- Перед началом экспериментов прочтите инструкцию, следуйте ей, чтобы избежать всякого рода опасностей.
- Не держите на рабочем столе предметы, не требующиеся при выполнении задания.
- Основное внимание уделите дозировкам и последовательности действий в процессе экспериментов.
- Не допускайте к месту проведения опытов маленьких детей, животных, а также тех, у кого нет защитных очков.
- При необходимости очищайте все используемые при опытах приборы. По окончании экспериментов вымойте руки.
- Не используйте никакие другие приборы кроме тех, что указаны в инструкции как необходимые для эксперимента.
- Не ешьте, не пейте во время проведения опытов. Следите за тем, чтобы другие люди, находящиеся в комнате во время экспериментов, также не ели, не пили и не курили.
- При работе с мелкими предметами (горох, дробь, гайки и т.п.) используйте их только по назначению.
- Будьте внимательны и осторожны при работе с колющими и режущимися предметами.
- При опытах с открытым огнем позаботьтесь о том, чтобы вблизи не находились легковоспламеняющиеся материалы и жидкости. Каждый раз, когда вы покидаете место проведения эксперимента (даже на непродолжительное время) и по окончании эксперимента – гасите пламя.

- В целях тушения открытого огня держите наготове емкость с водой или ящичек с песком.

Меры безопасности для опытов с электричеством

- Ни в коем случае не используйте для опытов большее количество батареек, чем предписано.
- Утилизируйте использованные батарейки отдельно от обычных бытовых отходов.
- Вставляйте батарейки, соблюдая полярность и следуя рекомендациям инструкции.
- Избегайте контактов батарейки с металлическими предметами: ключами, монетами и т.п.
- Не бросайте батарейки в огонь и не оставляйте их рядом с источниками огня и тепла.
- Избегайте механического повреждения батареек.
- После окончания опытов с электрическим и электромагнитным полями хранить собранные устройства, предварительно вынув батарейки.

Приложение 2

Исследовательская работа по теме: «Эффект Магнуса».

Введение

Каждый кто наблюдал за игрой с участием мяча: в футболе, при игре в настольный теннис или бейсбол, наверняка замечал удивительный эффект крученого мяча. Крученые мячи вызывают бурю эмоций у игроков и болельщиков. Но мало кто знает, что данный эффект был открыт еще в 1742 году Бенджамином Роббинсоном. Много лет назад люди не понимали, почему при выстреле ядра из пушки оно не всегда попадало в цель. Ученых привлек данный факт и после проведенных исследований, опытным путем ученые обнаружили подъемную силу, действующую со стороны встречного потока воздуха, именно она отклоняет снаряд от линии прицела. Это отклонение нужно учитывать при точной стрельбе. Данный эффект был описан немецким физиком Генрихом Густавом Магнусом в 1853 году.

Проблема исследования: изучение закономерностей стационарного движения газов (на примере возникновения эффекта Магнуса и эффекта Бернулли).

Цель исследования: подобрать опыты, наглядно демонстрирующие эффект Магнуса и собрать действующие модели (установки), использующие данный эффект.

Задачи исследования:

1. Узнать что такое эффект Магнуса, как он возникает.
2. Узнать о том, где в жизни можно встретить эффект Магнуса.
3. Подобрать опыты, наглядно демонстрирующие эффект Магнуса.
4. Подобрать необходимые материалы и инструменты для проведения опытов.
5. Провести опыты.

Методы исследования: поиск и анализ информации, эксперимент, наблюдение, сравнение, обобщение.

Практическая значимость исследования: опыты, подобранные в данной работе, можно показывать на уроках физики при изучении темы «Гидростатика. Закон Бернулли».

1. Теоретическая часть.

1.1 Сведения об эффекте Магнуса.

Эффект Магнуса – физическое явление, возникающее при обтекании вращающегося тела потоком жидкости или газа. Образуется сила, действующая на тело и направленная перпендикулярно направлению потока. Это является результатом совместного воздействия таких физических явлений, как эффект Бернулли и образование пограничного слоя в среде вокруг обтекаемого объекта. Согласно **закону Бернулли** давление жидкости на верхнюю часть цилиндра будет меньше, чем на нижнюю.

Эффект впервые описан немецким физиком Генрихом Магнусом в 1853 году. Вращающийся объект создает в среде вокруг себя вихревое движение. С одной стороны объекта направление вихря совпадает с направлением обтекающего потока и, соответственно, скорость движения среды с этой стороны увеличивается. С другой стороны объекта направление вихря противоположно направлению движения потока, и скорость движения среды уменьшается. Ввиду этой разности скоростей возникает разность давлений, порождающая поперечную силу от той стороны вращающегося тела, на которой направление вращения и направление потока противоположны, к той стороне, на которой эти направления совпадают.

Формула Рэлея для подсчёта подъёмной силы является частным случаем формулы великого русского ученого Н. Е. Жуковского:

$$F = k \cdot \frac{\rho \cdot u^2}{2} \cdot S,$$

где ρ — плотность воздуха ($\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$); u — скорость набегающего потока ($\frac{\text{м}}{\text{с}}$); S — характерная площадь (м^2); k — коэффициент подъемной силы.

Коэффициент подъемной силы определяется опытным путем и имеет табличные значения: у тела в форме конуса $k = 0,4$; у тела в форме шара $k = 0,6$; у тела в форме цилиндра $k = 0,5$.

Правило для определения направления силы Магнуса: сила перпендикулярна скорости потока. Чтобы найти направление этой силы нужно вектор скорости потока повернуть на 90° в сторону, противоположную вращению цилиндра.

1.2 Где можно в жизни встретить данное явление?

Первый самый простой и самый явный пример, это игры с мячом. Наверное, каждый мальчишка знает, что такое «сухой лист» и слышал о футболистах, владеющих данным ударом. Основным признаком удара «сухой лист» является траектория полета мяча. Прием назвали «сухим листом» за тонкость, закрученность и сложность полета мяча. Наиболее яркий пример «аномального» полета мяча можно было наблюдать после штрафного удара футболиста Роберто Карлоса во время матча 1997 года между сборными Бразилии и Франци. При игре в теннис закрученный удар тоже получил свое название. Игроки стараются подать «срезанный» мяч [20].

Эффект Магнуса проявляется в таких природных явлениях, как образование смерчей над поверхностью океана. В месте встречи двух воздушных масс с разными температурами и скоростями возникает вращающийся вокруг вертикальной оси столб воздуха и несется вперед. В поперечнике такой столб может достигать сотен метров и несется со скоростью около $100\frac{\text{м}}{\text{с}}$. Из-за быстрого вращения воздух отбрасывается к периферии вихря и давление внутри него понижается. Когда такой столб приближается к воде, то засасывает ее в себя, представляя огромную опасность для судов.

Сила Магнуса является очень важной, так как проявляется на телах вращения и находит свое применение в баллистике, данная сила отвечает за стабилизацию пули.

В ветроэнергетических установках, в которых использован эффект Магнуса, вместо обычных лопастей «мельницы» используются вращающиеся цилиндры. Такая установка способна снабжать теплом и светом целые поселки.

Существуют воздушные змеи, принцип полета которых основывается на эффекте Магнуса. В полёте корпус змея вращается вокруг своей оси. При этом крылья-лопасти преобразуют напор ветра в подъемную силу [21].

В судостроении ярким примером применения эффекта Магнуса являются корабли с турбопарусами вместо обычных. Самый известный среди них - яхта «Алкиона» известного ученого и путешественника Жака-Ива Кусто.

Благодаря этому на сегодняшний день стали известны такие конструкции ветродвигателей, которые вырабатывают энергию за счет набегающего потока воздуха (ветра). Конструкция не имеет абсолютно никаких надстроек, не нуждается во внешней энергии, очень проста, а, следовательно, занимает малую площадь и имеет изящный и привлекательный вид. Не мало важно применение этого эффекта в химии при разделении веществ.

2. Исследовательская часть.

Достаточно изучив теорию, мы проделали несколько экспериментов, демонстрирующих эффект Магнуса.

Эксперимент 1. Летящие стаканчики.

Эксперимент будет состоять из двух частей. Первая часть – это полет стаканчиков без вращения. Вторая часть эксперимента – это полет стаканчиков с вращением при помощи пускового механизма.

Гипотеза: если планеру, состоящему из двух стаканчиков придать вращение, то траектория его движения изменится.

Необходимое оборудование: одноразовые стаканчики, скотч или изолента, набор канцелярских резинок.



Рис. 16. Подобранные нами оборудование.

Этапы подготовки к запуску летательного аппарата:

1. Возьмем 2 стакана, склеим их дном друг к другу при помощи скотча.
2. Изготовим пусковую установку, соединив 3 канцелярских резинки вместе, прикрепляя их одна к другой. Длина резинок в нерастянутом состоянии должна составлять около 8-10. Если есть возможность, то можно взять 1 резинку длиной 8-10 см.



Рис. 17. Изготовленная установка.

В первой части эксперимента стаканчики без участия резинок кидают вниз, при этом вращения не происходит. Под воздействием силы тяжести стаканчики падают прямо и приземляются ровно под тем местом, откуда их скинули.



Рис. 18. Траектория движения стаканчиков, запущенных при помощи пускового механизма.

Во второй части эксперимента при помощи резинок стаканчикам придают вращательное движение, при этом начинает действовать эффект Магнуса.

Для этого необходимо на место соединения двух стаканов намотать резинку. Важно хорошо растянуть резинку, перед наматыванием. Намотав резинку на 2 – 3 раза, необходимо зажать свободный конец резиновой ленты между большим и указательным пальцами. Затем, одной рукой мы держим конец резинки оставшейся на нижней стороне планера, а другой рукой нам необходимо потянуть планер назад и отпустить его.

Во время запуска резинка не только продвигает планер вперед и вверх, но и дает ему быстрый обратный спин, благодаря этому планер летит по наклонной линии в противоположную сторону. Вращение планера приводит к тому, что сверху и снизу он обтекается воздухом с разной скоростью, при этом увеличивается дальность полета планера (в этом и заключается эффект Магнуса).

Проведя эксперименты, мы убедились в том, что если телам придать вращение, на них начинают действовать дополнительные силы, которые меняют траекторию движения тела.

Эксперимент 2. Наблюдение движения теннисного шарика в потоке воздуха.

Гипотеза: на вращающийся шарик, помещенный в воздушный поток, будет действовать сила Магнуса (шарик будет отклоняться от центра, пытаясь выскочить из струи воздуха).

Оборудование: фен, шарик для настольного тенниса.

Этапы подготовки перед запуском:

Приготовим оборудование. Включим фен, приподняв теннисный шарик над ним.



Рис. 18. Окутывание шарика потоком воздуха.

При включении фена, создается поток воздуха, шарик вращается в данном потоке, не выскакивая за его пределы. Поток воздуха поднимает шарик вверх и поддерживает его внутри струи. Давление в свободно движущейся воздушной струе равно атмосферному. Однако он пытается выскочить из потока, так как на него действует сила Магнуса, перпендикулярная скорости движения воздушного потока со стороны воздуха, имеющего малую скорость, но окружающий воздух возвращает его, так как давление окружающего воздуха, имеющего малую скорость, велико, а давление воздуха в струе, имеющего большую скорость, мало (по закону Бернулли).

Как мы и предполагали, воздушный поток приводил шарик во вращательное движение, возникала сила Магнуса отклоняющая шарик от положения равновесия, но по закону Бернулли шарик возвращался обратно в струю потока воздуха.



Рис. 19. Выполненный нами опыт.

Эксперимент 3. Ветродвигатель на колесах.

Гипотеза: если на цилиндр направить поток воздуха, то игрушечная машинка поедет перпендикулярно потоку воздуха, благодаря возникновению силы Магнуса.

Нами было использовано следующее оборудование: игрушечная машинка с вращающимся механизмом, цилиндр из пластмассы, картон, фен.



Рис. 20. Используемое нами оборудование.

Этапы изготовления судна:

1. Мы установили на машинку самодельные колеса из плотного картона (было необходимо увеличить диаметр колеса).
2. Закрепили на вращающийся механизм цилиндр.
3. Включим машинку и проверим работу электродвигателя. Цилиндр должен вращаться при включении электродвигателя, но машинка должна покоиться.

4. Включим фен и направим поток воздуха на установку перпендикулярно направлению движения колес машины. При направлении потока воздуха из фена на вращающийся цилиндр, платформа движется перпендикулярно потоку воздуха.

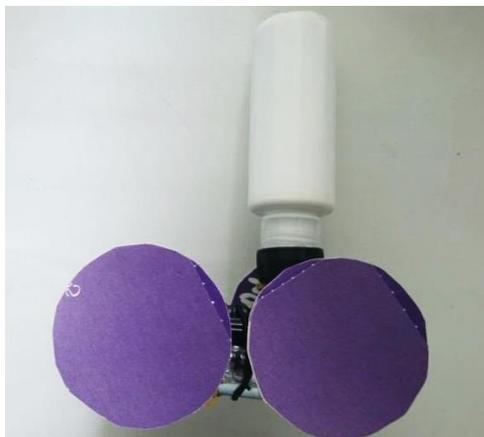


Рис. 21. Модель судна Флеттнера на колесах.

Эксперимент показал, что если в поток воздуха поместить вращающийся цилиндр, ось которого перпендикулярна направлению воздушного потока, то цилиндр начинает увлекать за собой воздух. Скорость обтекания цилиндра потоком в направлении вращения становится больше, чем в отсутствие вращения, а давление меньше. С другой стороны цилиндра, где скорость вращения направлена в противоположную направлению скорости потока, скорость обтекания становится меньше, а давление – больше. Появляется разность давлений и сила Магнуса, действующая на цилиндр в направлении, перпендикулярном потоку приводит машинку в движение.

Как мы и предполагали, воздушный поток, направленный перпендикулярно на цилиндр, приводит в движение игрушечную машинку.

Эксперимент 4. Петлеобразная траектория движения цилиндра.

Гипотеза: на летящий в воздухе вращающийся цилиндр действует в поперечном направлении сила, изменяющая направление его полета.

Для демонстрации этого явления используется: цилиндр из плотного картона, линейка, лента (из нескольких канцелярских резинок), рабочая поверхность (стол).

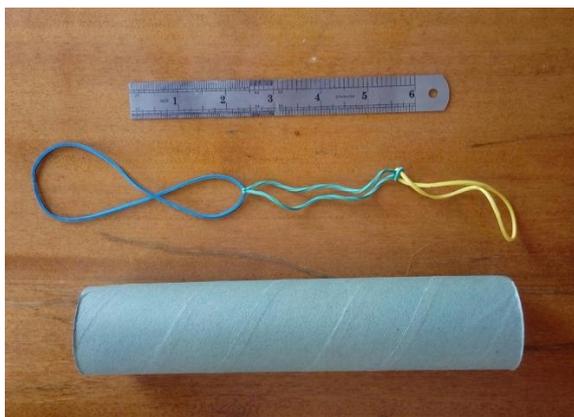


Рис. 22. Оборудование, выбранное нами для проведения эксперимента.

Этапы изготовления и запуска установки:

1. Изготовим цилиндр диаметром 6 сантиметров (из картона формата А4).
2. На цилиндр намотаем ленту, один конец которой прикрепим к линейке.

Цилиндр с намотанной лентой ставим горизонтально на стол, после чего с помощью резкого рывка линейки вдоль стола ему сообщается вращение и некоторая начальная скорость, причем линейная скорость вращения снизу цилиндра должна быть направлена против набегающего потока воздуха. Тогда сила, возникающая из-за эффекта Магнуса, направлена вверх, и цилиндр описывает небольшую вертикальную петлю, а далее летит, плавно снижаясь.

Наблюдение петлеобразной траектории движения цилиндра, которому сообщено сложное движение (поступательное и вращательное), можно объяснить тем, что вращение нарушает симметричность обтекания за счёт эффекта прилипания.

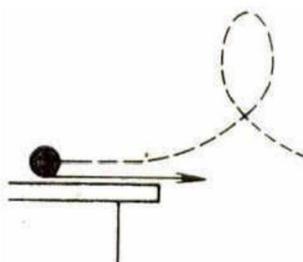


Рис. 23. Траектории движения цилиндра.

С одной стороны бумажного цилиндра скорость потока больше (над цилиндром вектор скорости воздуха сонаправлен вектору скорости

цилиндра), значит, давление там понижается, а под цилиндром вектор скорости воздуха антипараллелен вектору скорости цилиндра.

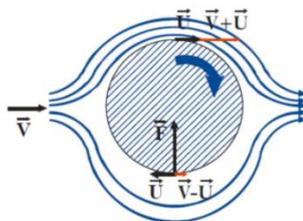


Рис. 24. Направление векторов скоростей потока газа около цилиндра

В результате разности давлений возникает подъёмная сила, называемая силой Магнуса. Эта сила поднимает цилиндр вверх и меняет форму траектории на петлеобразную. Чтобы найти направление вектора силы, нужно повернуть вектор скорости потока газа или жидкости на девяносто градусов против вращения тела.

Эксперимент 5. Падение цилиндра с наклонной плоскости.

Гипотеза: цилиндр покатится по наклонной плоскости и упадет под нее.

Оборудование: клей или скотч, лист бумаги, наклонная плоскость.

Этапы изготовления установки:

3. Склеить лист плотной бумаги, так чтобы получился цилиндр.
4. Изготовить наклонную плоскость (нами были использованы подручные средства: остатки ПВХ панели, 2 дюбель-шурупа, угловая шлифовальная машина, шуруповерт).

Первое что нужно сделать, это положить цилиндр на край плоскости и отпустить его.



Рис. 25. Изготовленная нами наклонная плоскость.

Скатываясь, цилиндр приобретет некоторую скорость, казалось бы, цилиндр должен двигаться (падать) по параболической траектории, слегка искажаемой сопротивлением воздуха. Так все и происходило бы, если бы цилиндр падал без скольжения или скатывался бы тяжелый предмет. Как ни странно, но легкий цилиндр будет упрямо залетать под поверхность скатывания (в нашем случае цилиндр упал под наклонную плоскость), существенно отклонившись от предполагаемой параболической траектории.

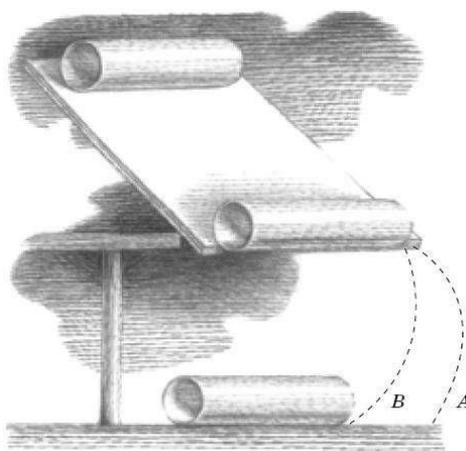


Рис. 26. Траектории движения цилиндра.

Объясняется такое явление следующим образом: вращение цилиндра нарушает симметричность обтекания воздуха за счет эффекта прилипания. С одной стороны бумажного цилиндра скорость воздушного потока больше, значит, там давление понижается и возникает боковая подъемная сила, называемая силой Магнуса, которая закручивает цилиндр под наклонную плоскость.

Заключение

- Изучена литература по теме эффект Магнуса.
- Подобраны простые и необычные опыты, наглядно демонстрирующие эффект Магнуса.
- Подобраны необходимые материалы и инструменты для проведения опытов.

- Собраны действующие модели (установки), использующие эффект Магнуса.

Список литературы

1. Бычков Н.М., Коваленко В.М. Аэродинамические характеристики кругового цилиндра в поперечном потоке // Изв. СО АН СССР. Сер. Техн. Наук. 1980 г.
2. М.В. Семенов, А.А. Якута Механика сплошных сред. Лекционный эксперимент. Под редакцией проф. В.А. Алешкевича // Изд-во Физического факультета МГУ, 1999 г.
3. Скоренко Т. То ли мачта, то ли парус // Журнал «Популярная механика» №101, март 2011г.