



УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЯНКИ КУПАЛЫ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

НАУЧНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ

ФИЗИКА ВОКРУГ НАС

Материалы
XII научно-практической конференции
школьников

(Гродно, 4 мая 2024 г.)



Гродно
ГрГУ им. Янки Купалы
2024

УДК 53(078)
ББК 22.3
Ф50

Редакционная коллегия:

Г. А. Гачко (гл. ред.), *О. А. Жарнова* (зам. гл. ред.),
А. В. Никитин, *В. А. Ковтун-Кужель*, *И. Л. Гаврилова*, *Е. В. Матук*

Издаётся в авторской редакции

Ответственный за выпуск *О. А. Жарнова*

Техническое редактирование: *Я. Я. Пекарь*, *М. В. Вахмянина*

Компьютерная вёрстка: *И. П. Зимницкая*

Подготовка упаковки: *А. И. Соболева*

Ф50

Физика вокруг нас [Электронный ресурс] : материалы XII науч.-
практ. конф. школьников (Гродно, 4 мая 2024 г.) / ГрГУ им. Янки Купалы,
физ.-техн. фак. ; редкол.: Г. А. Гачко (гл. ред.), О. А. Жарнова (зам. гл. ред.)
[и др.]. – Объём электрон. дан. 1,27 Мбайт. – 4,5 уч.-изд. л. – Гродно :
ГрГУ, 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Тираж 9 экз. – Заказ 051.

ISBN 978-985-582-636-2

Рассматриваются физические свойства явлений в природе и технике, а также принципы
компьютерного и технического моделирования. Адресовано всем интересующимся выше-
указанными проблемами.

УДК 53(078)
ББК 22.3

Издатель и изготовитель:

учреждение образования

«Гродненский государственный университет имени Янки Купалы».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,

изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/261 от 22.02.2024.

Ул. Ожешко, д. 22, 230023, Гродно, Республика Беларусь.

www.grsu.by

ISBN 978-985-582-636-2

© Учреждение образования
«Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы», 2024

СЕКЦИЯ 1. ФИЗИКА В ПРИРОДЕ И ТЕХНИКЕ

К. В. АНТОНЧИК
ПОЛУПРАВДА ЗЕРКАЛ

Зеркало – не просто исторический объект быта и предмет декоративно-прикладного искусства. Оно изменяет наше мировоззрение, заставляет убедиться в истинности высказывания «Не верь глазам своим». В данной работе показано, что любые оптические иллюзии и зрительные образы можно объяснить тем, что световые лучи отражаются от поверхности, а картинки в зеркале – только кажущиеся.

Всё, что люди видят вокруг себя, объясняется способностью лучей света отражаться от поверхностей. Я провела большое число опытов и ответила на интересующие меня вопросы:

1. Почему зеркало меняет лево и право, а верх и низ – нет? Зеркало не переворачивает объекты по горизонтали и вертикали, а переворачивает объекты вдоль направления Z-прямой, которая идёт от нас перпендикулярно зеркалу и «проходит» через него. Если бы наше тело было частично прозрачным, и мы могли бы видеть сквозь наше отражение, то увидели бы, что у нас поменялись местами перед и зад. Зеркало отражает задом наперёд.

2. Как управлять телевизором с дистанционного пульта не напрямую? Пульт можно направить в зеркало.

3. Как из одного яблока сделать больше? Взять два зеркала и менять угол между ними.

4. Как расшифровать зашифрованные письма Леонардо да Винчи? Знаменитый Леонардо да Винчи писал свои трактаты перевернутым шрифтом с помощью зеркала.

5. Как получить отражение «правдивое», какой меня видят люди? Я взяла два зеркала и установила их перпендикулярно друг к другу. Смотреть нужно в отражение этих зеркал.

6. Как получить бесконечное количество отражений? Два зеркала разместим отражающей стороной друг к другу.

7. Как разделить прямой угол на две равные части без транспортира? Расположила зеркало так, чтобы нарисованная на листе единица изображалась вертикально, неперевернутой, стоящей вниз головой.

8. Как узнать толщину зеркала? Толщина зеркала в точности равна половине расстояния между карандашом, прислонённым вплотную к зеркалу, и его изображением в нём.

9. Как повторить тренд соцсетей «Радуга на лице»? Нужно поставить зеркало в миску с водой так, чтобы одна его половина была в воде, а вторая – снаружи. Затем берём фонарик и направляем его лучи по зеркалу так, чтобы в итоге увидеть радугу в качестве отражения на поверхности лица.

10. Что такое зазеркал? Зазеркал – это текст, второе значение которого видно при отражении в зеркале.

11. Как поразить одноклассников и учителей? Я продемонстрировала фокус с кубиком, когда он кажется белым в один момент времени и чёрным – в другой. Также я показала фотографию своего «полёта». Провела опыт, в котором пламя не обжигает руку, помещённую над пламенем. Получила «страшную» тень своего лица.

12. Откуда зеркало знает, что это там? Если между предметом и зеркалом поставить экран, то отражение предмета видно в зеркале. Это потому, что на зеркало и объекты под углом 90 градусов падает не один луч; свет вокруг бьёт все на своем пути со всех сторон. Часть света, отражающегося от объекта, все еще достигает зеркала сразу за краем бумаги под некоторыми углами.

13. Почему чёрное в воздухе стало белым в воде? Я закоптила ложку, опустила её в стакан с водой, она заблестела как серебряная. Вокруг ложки образовался воздушный пузырь, так как вода к копоту не пристаёт. Вот он и блесит.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://зеркаловраме.рф/novosti/udivitel'naya-istoriya-izobreteniya-zerkala>.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://4brain.ru/zrenie/kak-ustroeno.php>.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/ploskoe-zerkalo.html>.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ww.yaklass.ru/p/fizika/9-klass/svetovye-iavleniia.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techinsider.ru/editorial/692753-pochemu-obekty-v-zerkale-otra-zhayutsya-po-gorizontali-no-ne-po-vertikali>.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://users.livejournal.com/-winnie/304251.html>.
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://klarissa45.livejournal.com/114969.html>.
8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m.fishki.net/video/2002683-neverojatnaja-illuzija-s-zerkalom-i-cilindrami.html>.
9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/ploskoe-zerkalo.html>.

Сведения об авторе: Антончик Ксения Владимировна, учащаяся 9 «Г» класса ГУО «Гимназия № 5 имени В. С. Короткевича г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, antoncikkksenia7@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Сухолет Ольга Евгеньевна, учитель физики 1-й квалификационной категории ГУО «Гимназия № 5 имени В. С. Короткевича г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, suholetolya@gmail.com.

А. П. БАЗЮК

ВЫТАЛКИВАЮЩАЯ СИЛА

В работе исследованы факторы, влияющие на выталкивающую силу, проверены условия плавания тел, рассмотрены занимательные опыты по теме, изготовлена подводная лодка из подручных материалов.

В воде я с легкостью могу поднять свою сестру, а в жизни сделать это очень сложно. Странно, ведь её масса не изменяется. И у меня стали возникать разные вопросы: «Почему некоторые тела плавают, а другие тонут? Почему камень в воде легче поднимать, чем в воздухе? Почему тело человека собака легко перетаскивает в воде, а на суше не может сдвинуть его с места. Неужели вода помогает вытолкнуть предметы?»

Цель работы: рассчитать величину выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело, выяснить зависимости этой силы от разных факторов, провести занимательные опыты по теме «Выталкивающая сила».

Я познакомилась с разными приборами и узнала, что прибор для измерения силы называется динамометр.

Для *доказательства существования архимедовой силы*, с помощью динамометра я измерила вес железного цилиндра в воздухе и погруженного в воду. Разность этих сил – выталкивающая (Архимедова) сила.

Измерив силу Архимеда для двух цилиндров одинакового объема: алюминиевого и железного, я заметила, что выталкивающая сила не зависит от плотности вещества, из которого изготовлено тело.

Опыт с использованием чистой и соленой воды, а также подсолнечного масла показал, что Архимедова сила зависит от плотности жидкости: чем больше плотность жидкости, тем больше выталкивающая сила.

Далее я на опыте получила, что на выталкивающую силу не влияет температура жидкости, форма тела и глубина погружения тела в жидкость.

Вычислив выталкивающую силу, действующую на алюминиевые цилиндры разного объема, я сделала вывод, что архимедова сила тем больше, чем больше объем погруженного в жидкость тела.

Я взяла предметы, разной плотности и опустила их в емкость с водой. Результат показал, что если плотность тела $>$ плотности жидкости, то тела тонут. Если плотность тела $<$ плотности жидкости, то тела всплывают на поверхность жидкости. Если плотность тела $=$ плотности жидкости, то тело плавает внутри жидкости.

Я взяла кусочек картофеля, опустила в стакан с чистой водой, она утонула. Затем, опустив картофель в соленую жидкость, я увидела, что картошка всплыла.

Опыт с яйцом показал, что сырое яйцо утонуло в чистой воде и плавало в соленой, а вареное – всегда тонет, так как плотность вареного яйца больше плотности сырого.

Опыт с апельсинами показал, что очищенный апельсин не имеет пузырьков воздуха и тонет, в то время как неочищенный – плавает на поверхности.

С помощью папы я изготовила подводную лодку, для этого нам понадобились: пустая пластиковая бутылка; медицинская капельница; воздушный шарик; свинцовая пластина; термоклей; пластиковый контейнер из-под игрушки «киндер-сюрприз»; медицинский шприц. Герметично соединили капельницу с воздушным шариком, сделали отверстия в пластиковой бутылке. Из контейнера от «киндер-сюрприза» сделали рубку лодки. Вставили воздушный шарик в бутылку, с помощью термоклея закрепили трубочку капельницы на горлышке бутылки. Другой конец капельницы подсоединили к шприцу. С помощью резинок прикрепили ко дну лодки свинцовую пластину, чтобы лодка имела вес и могла погружаться. Затем я провела испытания лодки на воде. Опустила нашу лодку в воду, и она сразу пошла ко дну, так как весь воздух из бутылки вышел через проделанные отверстия. С помощью шприца я подала воздух в шарик. Шарик начал надуваться и вытеснил воду из бутылки. Лодка всплыла. Регулируя с помощью шприца количество воздуха в шарике, я исследовала зависимость высоты подъема подводной лодки от объема воздуха в шарике.

Список литературы

1. Закон Архимеда и условия плавания тел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/69b7ab86-613c-efbe-1e40-0ff337842e18/00144676591599134.htm>.
2. Занимательные опыты по теме «Архимедова сила» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--j1ahfl.xn--p1ai/library/zanimatelnie_opiti_po_teme_arhimedova_sila_150558.html.

Сведения об авторе: Базюк Анастасия Павловна, ГУО «Гимназия № 1 г. Островца Гродненской области», г. Островец, Республика Беларусь, tanyabaziuk87@gmail.com.

Сведения о научных руководителях: Базюк Татьяна Ивановна, ГУО «Гимназия № 1 г. Островца Гродненской области», г. Островец, Республика Беларусь, tanya_8787@list.ru.

Урбанович Екатерина Юрьевна, ГУО «Гимназия № 1 г. Островца Гродненской области», г. Островец, Республика Беларусь.

В. В. БАТИСТ

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ

Анализируются перспективы строительства фотоэлектрических солнечных электростанций в шельфовой зоне, акцентируется внимание на их преимуществах и недостатках. Исследуются основные виды солнечных панелей и преимущества монокристаллических установок, а также экономическая эффективность плавучих солнечных электростанций.

Сегодня солнечная энергетика активно развивается, она перспективна и абсолютно безвредна для природы, правда, занимают солнечные электростанции (СЭС) огромные площади плодородных земель – и это один из главных их недостатков. Цель исследования заключается в изучении и анализе особенностей и перспектив строительства фотоэлектрических солнечных электростанций в шельфовой зоне. Для этого необходимо изучить принцип работы солнечных батарей, ознакомиться с основными видами солнечных электростанций, проанализировать условия для построения плавучих солнечных электростанций, выполнить анализ экономической эффективности применения анализируемых установок.

Солнечная панель – это устройство, которое преобразует солнечный свет в электричество с помощью фотоэлектрических (PV) элементов. Есть три основных типа солнечных панелей: монокристаллические, поликристаллические и тонкопленочные. Наиболее оптимальным вариантом является монокристаллическая панель, имеющая целый ряд преимуществ.

Фотоэлектрическая электростанция представляет собой крупномасштабную подключенную к сети фотоэлектрическую энергосистему (фотоэлектрическая система), предназначенную для снабжения коммерческой электроэнергии. Одним из самых больших преимуществ плавующих солнечных установок является то, что установки не требуют достаточно дорогой земельной площади. Солнечные панели долговечны и могут работать при достаточно высоких температурах. Плавающая солнечная электростанция создает затенение на поверхности воды, уменьшая испарение из этих водоемов. Тень, обеспечиваемая плавующими солнечными батареями, также помогает уменьшить цветение водорослей в водоемах с пресной водой. Недостатком является ограниченное применение. Эта технология работает не только для кого-либо.

В способе крепления солнечных панелей на воде используются понтонные системы крепления, полупогружные, гибкие шестиугольные и концентраторные системы.

Поэтому количество поступающей солнечной радиации летом почти одинаковое на всей территории Беларуси, зимой же южные районы получают её значительно больше. Суммарная солнечная радиация увеличивается с севера на юг. Годовая суммарная радиация в северных районах составляет около 3600 МДж/м². Южные районы получают более 4000 МДж/м². Для расчетов примем средний поток солнечной энергии 3800 МДж/м².

Для нашей установки нам необходимо следующее оборудование: солнечные батареи, понтоны, подстанция. Солнечную панель нужно выбирать исходя из её мощности и эффективности по сравнению с другими панелями, поэтому для нашей установки мы выбрали монокристаллическую. Срок службы составляет 25 лет, КПД 17 %, а мощность 305 Вт. Нам подходит оборудование компании SilaSolar. Стоимость одной панели составляет 593,70 бел./руб.

Для установки солнечных панелей на воду нам понадобятся понтоны. Мы выбрали их со специальным креплением для солнечной батареи. Был взят понтон размером 1000 × 500, на котором можно разместить одну солнечную панель. Стоимость – 69 бел./руб. Инверторы и их количество нужно выбирать исходя из мощности станции, мы взяли подстанцию мощностью 2500 кВт от фирмы MEGAREVO, стоимостью 262 153 бел./руб.

Таким образом, солнечные панели с площадью поверхности 1,62 м² и электрическим КПД 17 % смогут обеспечить следующую годовую выработку электроэнергии:

$$N_{\text{год}} = \frac{16394 \cdot 3800 \cdot 1,62 \cdot 0,17}{3,6} = 476\,535,8 \text{ кВт} \times \text{ч/год.}$$

Для оценки эффективности будем пользоваться таким показателем экономической эффективности, как простой срок окупаемости.

Простой срок окупаемости проекта – это период времени, за который сумма чистого денежного потока (все деньги, которые пришли, минус те деньги, которые мы вложили в проект и потратили на расходы) от нового проекта покроет сумму вложенных в него средств. Может измеряться в месяцах или годах.

После всех расчётов получим срок окупаемости нашей установки – 8 лет.

Принимая во внимание тот факт, что большая часть поверхности нашей планеты покрыта водами, можно сделать вывод, что наше решение – поставить СЭС на воду – является весьма перспективным.

Сведения об авторе: Батист Валерия Владимировна, ГУО «Средняя школа № 3 г. Ошмяны», г. Ошмяны, Республика Беларусь.

Сведения о научном руководителе: Прокопеня Иван Николаевич, ГУО «Средняя школа № 3 г. Ошмяны», г. Ошмяны, Республика Беларусь, ekaterinazukovskaya@gmail.com.

А. Д. БЛАШКО

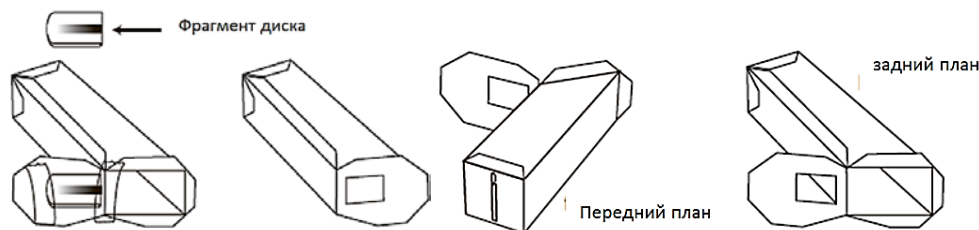
ДИФРАКЦИЯ НА КОМПАКТ-ДИСКАХ

Рассматриваются дифракционные решётки как оптические приборы, основывающиеся на явлениях дифракции и интерференции света. В качестве примера широко известных решёток исследуются компакт-диски, или DVD, где рельефная спиральная дорожка на поверхности диска приводит к возникновению радужной окраски при взаимодействии с белым светом. Обсуждаются механизмы формирования дифракционных максимумов в зависимости от строения дорожек и конструкции дисков, что демонстрирует практическое применение теоретических принципов оптики.

Дифракционная решётка – оптический прибор, работающий по принципу дифракции света, представляет собой совокупность большого числа регулярно расположенных штрихов (щелей, выступов), нанесённых на некоторую поверхность. Один из простейших и распространённых в быту примеров отражательных дифракционных решёток – компакт-диск, или DVD.

Поверхность компакт-диска представляет собой рельефную спиральную дорожку на поверхности полимера, шаг которой соизмерим с длиной волны видимого света. На такой упорядоченной и мелкоструктурной поверхности должны проявляться дифракционные и интерференционные явления, что и является причиной радужной окраски бликов компакт-диска, наблюдаемых в белом свете.

Луч лазера занимает на компакт-диске настолько малую площадь, что этот участок можно считать одномерной дифракционной решеткой, причем в этом случае решетка является фазовой. Она характеризуется постоянным шагом d , и условие максимумов определяется по формуле $d \sin \varphi = k \lambda$. Формула справедлива при нормальном падении луча на прозрачный диск. В случае CD-диска наблюдаются по два дифракционных максимума с каждой стороны падающего луча, в случае DVD-диска имеется только по одному максимуму с каждой стороны, что определяется различным расстоянием между дорожками. Для наблюдения дифракционных порядков на просвет используются диски со снятым металлическим слоем. В случае металлизированных дисков, применяемых для записи информации, дифракцию можно наблюдать при отражении.



Список литературы

1. Свешников, М. П. Тайны стекла / М. П. Свешников. – М. : Гос. изд-во детской лит. М-ва просвещения РСФСР, 1946. – С. 119–124.
2. Оптика и спектроскопия. Некоторые термины и понятия. – М. : Наука и жизнь, 2014. – № 10. – С. 15–16.
3. Энциклопедия для детей. Физика / гл. ред. М. Д. Аксёнова. – М. : Аванта+, 2002. – Т. 16, Ч. 1. – С. 246.
4. Энциклопедия для детей. Физика / гл. ред. М. Д. Аксёнова. – М. : Аванта+, 2002. – Т. 16, Ч. 2. – С. 67–69.
5. Стрельникова, Л. Н. Из чего все сделано? Рассказы о веществе / Л. Н. Стрельникова. – М. : Яуза-пресс, 2011. – С. 28–31.

Сведения об авторе: Блашко Анастасия Дмитриевна, учащаяся ГУО «Средняя школа № 37 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, Blashkoanastasia2@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Виноградов Евгений Валентинович, учитель ГУО «Средняя школа № 37 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, Evgenijvinogradov1993@gmail.com.

К. И. БЕЛКО, Р. А. КИШКУНОВ

МАГНИТНЫЙ МАЯТНИК

В статье проведено исследование магнитного маятника.

В исследовании магнитное поле Земли определяется по периоду крутильных колебаний «магнитной стрелки» вокруг вертикальной оси. «Магнитная стрелка» образована из сцепленных друг с другом противоположными полюсами неодимовых магнитных шариков и с помощью Λ -образного подвеса подвешена в горизонтальном положении.

Простейший магнитный диполь может быть образован витком с током или постоянным магнитом. В неоднородном магнитном поле свободный магнитный диполь ориентируется вдоль силовых линий и втягивается в

область более сильного поля, поскольку это ведет к уменьшению энергии диполя. Колебания диполя относительно положения устойчивого равновесия, в котором магнитный момент диполя сонаправлен с внешним магнитным полем, могут быть использованы для измерения индукции магнитного поля Земли и магнитного наклонения.

Актуальность: неодимовые магниты нашли широкое применение в изготовлении жестких дисков, DVD-приводов, звуковых динамиков, магнитных томографов и др. И в настоящее время продолжают находить все новые применения.

Гипотеза: магнитные моменты шаров, изготовленных из магнитомягких материалов, не изменяются под действием внешних магнитных полей, поэтому могут служить моделью жесткого диполя. Зависимость колебаний «магнитной стрелки» от числа шаров является косвенным доказательством аддитивности магнитных моментов шаров.

Цель: исследовать свойства постоянных шарообразных неодимовых магнитов и, используя законы взаимодействия магнитных моментов с полем, измерить горизонтальную и вертикальную составляющие индукции магнитного поля Земли и магнитное наклонение.

Для проведения эксперимента были использованы: неодимовые магнитные шарики; тонкая нить для изготовления крутильного маятника; медная проволока; весы; секундомер; штангенциркуль; брусок; набор гирь и разновесов; контрольно-измерительный блок с цифровым датчиком для измерения магнитной индукции.

Величину магнитного момента одинаковых шариков можно рассчитать, зная их массу и определив максимальное расстояние, на котором они еще удерживают друг друга в поле силы тяжести.

Для определения магнитного момента магниты располагались с двух сторон стола и под верхний магнит подкладывались листы бумаги, пока нижний магнит не перестанет держаться. Измеряя штангенциркулем суммарную толщину стола и листов бумаги, получим следующие результаты. Для максимального расстояния равного (1)

$$r_{max} = (2,25 \pm 0,02) \cdot 10^{-2}, \text{ м} \tag{1}$$

а) значение магнитного момента $\left[p_m = \sqrt{\frac{mg(r_{max}+2R)^4}{6}} \right]$ получилось равным

$$p_m = (95,60 \pm 1,50) \cdot 10^{-4}, \text{ Тл} \cdot \text{м}^3 \tag{2}$$

б) значение намагниченности $\left[p = \frac{p_m}{V} = \frac{3p_m}{4\pi R^3} \right]$ получилось равным

$$p = (8,55 \pm 0,16) \cdot 10^{-4}, \text{ Тл} \tag{3}$$

в) значение величины магнитной индукции на полюсе шарика $\left[B_p = \frac{2p_m}{R^3} \right]$ получилось равным

$$B_p = (7,10 \pm 0,13) \cdot 10^{-1}, \text{ Тл} \tag{4}$$

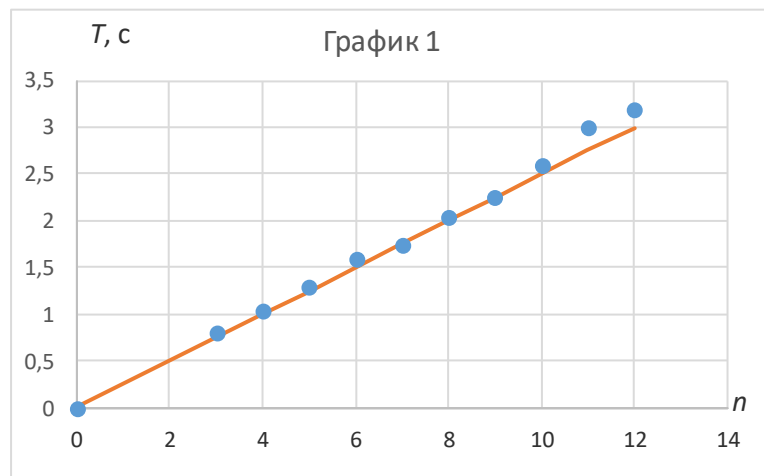
г) значение остаточной намагниченности материала шарика $\left[B_r = 4\pi p_m \right]$ получилось равным

$$B_r = (1,07 \pm 0,02), \text{ Тл} \tag{5}$$

(полученный результат хорошо согласуется с табличным значением для неодим-железо-бор).

Зависимость периода колебания «магнитной стрелки» от числа магнитов приведена в таблице 1 и на графике 1.

n	$T, \text{ с}$
	0,80
4	1,04
	1,30
6	1,60
7	1,5
8	2,05
9	2,26
1	2,60
11	3,00
12	3,20



Как видно из графика, зависимость периода колебаний от числа шариков линейная. Используя МНК, получим, что угловой коэффициент прямой:

$$a_1 = 0,262 \pm 0,005, \text{ с} \tag{6}$$

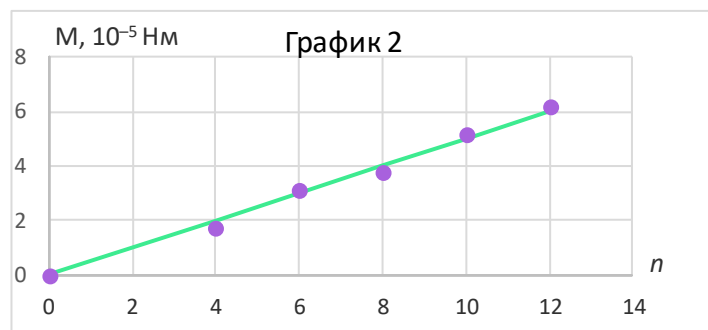
А измеренное значение горизонтальной составляющей магнитной индукции поля Земли равно

$$\begin{cases} B_{\parallel} = (1,45 \pm 0,05) \cdot 10^{-5}, \text{Тл} \\ \varepsilon = 3\% \end{cases} \quad (7)$$

Для определения вертикальной составляющей измерялся момент сил, действующий со стороны магнитного поля на стрелку в горизонтальном положении. Для этого на цепочку из четного числа шариков, подвешенных за центр на нити, подвешивалась проволока так, чтобы ее момент силы тяжести уравновешивал момент силы магнитного поля.

Зависимость момента силы тяжести от числа шариков приведена в таблице 2 и на графике 2.

n	$m, 10^{-3} \text{ кг}$	$l, \text{ м}$	$M, 10^{-5} \text{ Н}\cdot\text{м}$
4	0,350	0,005	1,72
6	0,350	0,009	3,09
8	0,350	0,011	3,77
10	0,350	0,015	5,15
12	0,350	0,018	6,20



Как видно из графика, зависимость линейная. Из чего можно сделать вывод, что дипольный момент шариков векторно аддитивен. Из МНК коэффициент углового наклона графика равен значению

$$a_1 = (5,1 \pm 0,9) \cdot 10^{-6}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (8)$$

Вертикальная составляющая магнитного поля Земли равна значению

$$\begin{cases} B_{\perp} = (5,20 \pm 0,20) \cdot 10^{-5}, \text{Тл} \\ \varepsilon = 4\% \end{cases} \quad (9)$$

Полное значение индукции магнитного поля Земли

$$B = \sqrt{B_{\parallel}^2 + B_{\perp}^2} = 5,40 \cdot 10^{-5}, \text{Тл} \quad (10)$$

Тангенс угла магнитного наклона равен

$$\begin{cases} \operatorname{tg} \beta_3 = \frac{B_{\perp}}{B_{\parallel}} = 3,57 \\ \beta_3 = 74,35^\circ \end{cases} \quad (11)$$

А угол между осью магнитной стрелки (или диполя) и линии горизонта

$$\alpha_3 = 90^\circ - \beta_3 = 15,65^\circ \quad (12)$$

Точное значение магнитного отклонения в районе Гродно для широты $53^\circ 40'$ и долготы $23^\circ 49'$

$$\beta_{\text{теор}} = 7,7^\circ \quad (13)$$

Видно, что результат, полученный экспериментально, плохо сходится с табличным. Из чего можно сделать вывод, что приближение магнитного поля Земли полем точечного диполя является очень грубым.

Оценим также полный момент Земли:

$$B = \frac{p_m}{R_3^2} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \alpha_3} \quad (14)$$

$$p_{m_3} = \frac{BR_3^2}{\sqrt{1 + 3 \cos^2 \alpha_3}} \quad (15)$$

Полученное в ходе расчетов значение дипольного магнитного момента Земли

$$p_m = 7,72 \cdot 10^{15}, \text{Тл}\cdot\text{м}^3 \quad (16)$$

Это значение хорошо согласуется с табличным значением

$$p_{m\text{-табл}} = 7,75 \cdot 10^{15}, \text{ Тл} \cdot \text{м}^3$$

Таким образом, колебания магнитного диполя относительно положения устойчивого равновесия могут быть использованы для измерения индукции магнитного поля Земли.

Индукцию магнитного поля Земли можно измерить с помощью простого оборудования с достаточно высокой точностью:

- для измерения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли изучаются малые колебания «магнитной стрелки», образованной из сцепленных друг с другом противоположными полюсами неодимовых шариков;

- для нахождения вертикальной составляющей измеряется крутильный момент сил магнитного поля, действующий на горизонтально висящую «магнитную стрелку».

Значение дипольного магнитного момента Земли, рассчитанного по экспериментальным данным, хорошо согласуется с табличным значением.

Зависимость колебаний «магнитной стрелки» от числа шаров можно рассматривать косвенным доказательством аддитивности магнитных моментов шаров, а также доказательством магнитожесткости материала.

Список литературы

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. III. Электричество / Д. В. Сивухин. – М. : Физматлит, 2015. – 704 с.
2. Кириченко, Н. А. Электричество и магнетизм / Н. А. Кириченко. – М. : МФТИ, 2011. – 320 с.
3. Кингсеп, А. С. Основы физики. Т. 1 / А. С. Кингсеп, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов. – М. : Физматлит, 2007. – 520 с.
4. Калашников, С. Г. Электричество / С. Г. Калашников. – М. : Физматлит, 2023. – 624 с.
5. Парселл, Э. Электричество и магнетизм / Э. Парселл. – М. : Наука, 1971. – 448 с.

Сведения об авторах: Белко Камилия Ильинична, ГУО «Гимназия № 3 имени О. И. Соломовой г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Кишкунов Руслан Андреевич, ГУО «Гимназия № 3 имени О. И. Соломовой г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Сведения о научном руководителе: Баканова Татьяна Ивановна, учитель физики ГУО «Гимназия № 3 имени О. И. Соломовой г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Р. Ю. ГРАБОВСКИЙ ИСКУССТВЕННАЯ ДОРОЖНАЯ НЕРОВНОСТЬ «ЛЕЖАЧИЙ ПОЛИЦЕЙСКИЙ»

В исследовании рассматриваются основные различия между ньютоновскими и неньютоновскими жидкостями, что имеет важное значение в инженерных решениях, таких как создание искусственных дорожных неровностей. Анализируются свойства этих жидкостей, способы их применения и особенности взаимодействия с различными телами в зависимости от скоростного режима.

Цель работы – определить различия ньютоновской и неньютоновской жидкостей. Задачами является получение информации о ньютоновской и неньютоновской жидкостях и самих этих веществ, определение их свойства, формулировка вывода об их различии и схожести. Эта тема актуальна в наши дни, т. к. искусственная дорожная неровность в состоянии обеспечить защиту от пробивной силы высокоскоростных средств поражения, хорошо рассеивая волну по большой площади. В отличие от традиционных внутри они заполнены неньютоновской жидкостью. Ее особенность заключается в вязкости, которая способна существенно меняться в зависимости от взаимодействия с ней. Другими словами, в одних случаях она становится твердой, как камень, а в других мягче воды. Если автомобиль проезжает медленно, то он едва почувствует, что преодолевает препятствие. Когда же скорость превышена, тогда водителя ждет хорошая «встряска». Так что разработка способна решить две важные задачи – обеспечить безопасность для пешеходов и комфорт для водителей. Используются в автомобильной промышленности: моторные масла значительно уменьшают свою вязкость при повышении оборотов двигателя автомобиля, уменьшая трение в двигателе.

- Чем сильнее воздействовать на обычную жидкость, тем быстрее она будет течь и менять свою форму. Если же воздействовать на неньютоновскую жидкость механическими усилиями, жидкость будет принимать свойства твердых тел и вести себя как твердое тело. Связь между молекулами будет усиливаться с увеличением воздействия на нее.

- Для приготовления неньютоновской жидкости, в качестве примера я буду использовать водный раствор крахмала. Крахмал растворяется в воде при соблюдении пропорции 2:1.



Таким образом, мы создали жидкость, которая будет принимать свойства твердых тел при механических усилиях автомобиля. Тем самым не будет изнашиваться подвеска автомобиля. Также мы подтвердили гипотезу на практике.

Список литературы

1. Детская энциклопедия для среднего и старшего возраста : в 3 т. – 3-е изд. – М. : Педагогика, 1973. – Т. 3. Вещество и энергия. – 544 с.
2. Уокер, Дж. Физический фейерверк : пер. с англ. / Дж. Уокер ; под ред. И. Ш. Слободецкого. – 2-е изд. – М. : Мир, 1998. – 298 с.
3. Уилкинсон, У. Л. Неньютоновские жидкости : пер. с англ. / У. Л. Уилкинсон. – М. : Мир, 1964. – 216 с.
4. Энциклопедический словарь юного физика / сост. В. А. Чуянов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Педагогика, 1991. – 336 с.

Сведения об авторе: Грабовский Р. Ю., ГУО «Гимназия № 2 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, rgabrovskij@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Сакута Наталья Александровна, ГУО «Гимназия № 2 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

В. В. ДОВЫДОВ

УВЕЛИЧЕНИЕ МИКРОТВЁРДОСТИ ПОРШНЕВОГО СИЛУМИНА ПУТЁМ ПЛАЗМЕННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ АТОМАМИ ТИТАНА

В работе изучается метод увеличения микротвердости силумина путем плазменного легирования атомами титана. Обработка силумина компрессионными плазменными потоками в атмосфере азота приводит к образованию модифицированного слоя толщиной примерно 25 микрометров. Микротвердость легированного слоя, измеренная методом Виккерса, составила 3,08 ГПа, что в 3,2 раза превышает твердость исходной поверхности (0,96 ГПа).

Силумины – это сплавы, широко используемые в промышленности благодаря ряду таких свойств как низкий удельный вес, высокая теплопроводность, низкий коэффициент линейного расширения и др. Они представляют собой сплав алюминия с кремнием, которые можно классифицировать по трем основным группам в зависимости от содержания в них кремния: доэвтектические, эвтектические и заэвтектические. Одним из недостатков силуминов являются их низкие прочностные характеристики, увеличение которых является актуальным для современного материаловедения в области машиностроения. Цель работы – исследование влияния плазменного легирования эвтектического силумина атомами титана на микротвердость. Существуют методы увеличения прочностных свойств силуминов, в которые входят поверхностные и объемные обработки, заключающиеся в изменении состава сплава введением определенных элементов. В поверхностные обработки материалов включены обработки концентрированными потоками энергии. К данной группе методов обработки поверхности относятся обработка электронно-ионными пучками, плазменными потоками, лазерными лучами высокой мощности, электрическими искрами. Широкими перспективами выделяется метод обработки плазменными потоками, позволяющий наносить достаточно прочные для промышленного применения гомогенные модифицированные слои из предварительно нанесенного на поверхность материала и непосредственно материала поверхности [1]. Объектом данного исследования является поршневой силумин следующего состава: 83,2 Al, 12,8 Si, 2,7 Mg, 0,6 Cu, 0,3 Ni, 0,2 Mn, 0,2 Fe (ат. %). На образцы наносилось предварительное покрытие титана толщиной 5,5 мкм. Система «титан/силумин» обрабатывались компрессионными плазменными потоками в остаточной атмосфере азота, тремя импульсами длительностью по 100 микросекунд.

С помощью металлографического микроскопа Altami MET 1С была исследована микроструктура образовавшегося легированного слоя. Наблюдение проводилось с постепенным увеличением приближения. На полученных изображениях исходной поверхности заметны характерные для данного типа силуминов многочислен-

ные включения кремния. Сформированный легированный слой характеризуется однородным распределением элементного состава, отсутствием крупных включений кремния и больших зерен алюминия. Толщина полученного слоя приблизительно равняется 20–25 микрометрам. Заметен конвекционный узор, получающийся в ходе перемешивания высокотемпературного расплава и последующего скоростного охлаждения. Исследование микротвёрдости проводилось по методу Виккерса. Данный метод заключается в том, что в испытуемый образец под действием приложенной нагрузки вдавливается алмазная пирамида с углом $\alpha = 136^\circ$ между боковыми гранями при вершине. На поверхности образца получают отпечаток, после снятия нагрузки измеряют длины его диагоналей d_1 и d_2 и вычисляют среднее значение d . Твёрдость HV определяют как отношение нагрузки, приложенной к пирамиде F , кгс, к поверхности отпечатка S , мм² [2]:

$$HV = \frac{F}{S} = \frac{2F \sin \frac{\alpha}{2}}{d^2} = 1,8544 \frac{F}{d^2}.$$

Проводились исследования для сравнения с результатами образцов исходного силумина. Измерение твёрдости проводилось при различной нагрузке, соответственно равной 0,25–1 Н по 10 измерений, получая достаточное количество данных для того, чтобы уменьшить погрешность. Средней отмеченной твёрдостью покрытия является значение в 3,08 ГПа, что больше, нежели у необработанной поверхности, значение твёрдости которой равняется 0,96 ГПа, в 3,2 раза. Это обусловлено особенностями в различиях структур, заметных на металлографическом микроскопе. Столь значительное увеличение микротвёрдости может быть обусловлено образованием упрочняющих частиц с титаном в составе.

Список литературы

1. Модификация материалов компрессионными плазменными потоками / В. В. Углов [и др.]. – Минск : БГУ, 2013. – 248 с.
2. Черенда, Н. Н. Методы механических испытаний материалов : пособие / Н. Н. Черенда, Н. И. Поляк, В. И. Шиманский. – Минск : БГУ, 2017. – 135 с.

Сведения об авторе: Довыдов Владислав Владимирович, Национальный детский технопарк, г. Минск, Республика Беларусь, vladislavdovydiv789@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Бибик Наталья Викторовна, ведущий специалист по учебному оборудованию кафедры физики твёрдого тела и нанотехнологий физического факультета БГУ, г. Минск, Республика Беларусь, bibiknv@bsu.by.

А. М. КОВЗАН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЧАСТНОГО ДОМА

Цель исследования – рассчитать обеспеченность частного дома надежным и стабильным источником энергии, используя возобновляемые источники, с целью снижения зависимости от традиционных источников энергии и сокращения вредного воздействия на окружающую среду. Данная тема имеет практическую значимость для многих частных домовладельцев, которые стремятся снизить свой углеродный след и обеспечить стабильное и надежное энергоснабжение.

Современные ветроэлектрические установки – это надежные машины, которые весьма эффективно преобразуют энергию ветра в электрическую.

В настоящее время применяются две основные конструкции ветрогенераторов: горизонтально-осевые и вертикально-осевые ветродвигатели. Оба типа имеют примерно равный КПД, однако наибольшее распространение получили ветрогенератор первого типа.

Существует много типов и размеров **солнечных панелей**. Наиболее типичные – кремниевые солнечные панели мощностью 40–260 Вт (максимальная мощность при том условии, что солнце светит ярко и прохождению лучей ничего не препятствует).

Широкое распространение имеют **гибридные энергосистемы**, которые подразумевают использование ветроэлектрических установок совместно с другими источниками энергии.

Несмотря на довольно высокую стоимость (фотоэлектрические батареи), их использование совместно с ветроэлектрическими установками в некоторых случаях может быть эффективным.

В каждом регионе Беларуси есть возможности для эффективного использования энергетического потенциала Солнца. Годовая инсоляция находится в пределах от 900 до 1100 кВт·час/м².

Проект начинался с планирования мощности солнечного генератора. Для этого мы определили перечень бытовых приборов необходимых для проживания в загородном доме. На основании мощностей потребителей мы рассчитали суммарную мощность, требующуюся для загородного дома.

Для упрощения вычислений и удобства выбора мощности солнечных модулей и ветроустановки был разработан программный комплекс в Excel.

С учётом характеристик панелей нам понадобится 16 солнечных панелей с мощностью 0,57 кВт и одна ветроустановка для покрытия нагрузок отопления и горячего водоснабжения с мощностью 6,7 кВт.

В целом, проект подтверждает, что использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения частного дома является обоснованным и экологически выгодным решением. Оно способствует устойчивому энергоснабжению и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

Список литературы

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М., 2014. – Т. 1. Механика. – 560 с.

Сведения об авторе: Ковзан Алексей Михайлович, ГУО «Средняя школа № 3 г. Ошмяны», г. Ошмяны, Республика Беларусь.

Сведения о научном руководителе: Ракевич Снежана Игоревна, ГУО «Средняя школа № 3 г. Ошмяны», г. Гродно, Республика Беларусь, ekaterinazukovskaya@gmail.com.

И. В. КОХАНОВСКИЙ, Е. Д. АПАНЕЛЬ

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ ДВЕРНОГО ДОВОДЧИКА ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ПОДЪЕЗДОВ ЗДАНИЙ

В работе описан альтернативный источник электрической энергии, способный осветить подъезд при открывании дверей на некоторое время, пока человек не включит основное освещение, при этом источник является альтернативным по отношению к основной электросети.

Рациональное использование электроэнергии в целях ресурсосбережения, охраны природы и для повышения экономической эффективности в промышленности, жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве является важным фактором развития энергетики.

Актуальность данного проекта состоит в исследовании возможности освещения подъездов за счет альтернативного источника электроэнергии – доводчика, в котором совмещены функции плавного закрывания двери и производства электрической энергии. Он также способен программировать скорость и усилие закрывания двери.

Многие из нас живут в многоэтажных домах, где подъезды оборудованы автоматической системой освещения, которая работает некоторое время и мощными металлическими дверями, которые управляются механико-гидравлическими доводчиками. При входе в подъезд человек некоторое время находится в темноте, пока доберется до выключателя, особенно это проблематично для пожилых людей и детей. В современных условиях человек должен чувствовать себя комфортно везде: и дома, и на улице, и в подъезде дома.

Альтернативный источник электроэнергии должен отвечать следующим требованиям: быть автономным, экологически безопасным, достаточным для производства электроэнергии для наших целей.

Вопрос об альтернативных источниках электроэнергии уже много лет занимает умы ведущих специалистов в области разработки и создания дешёвых энергетических систем будущего. По прогнозам учёных в ближайшие 60–70 лет запасы угля, природного газа и нефти могут быть исчерпаны практически полностью. К альтернативным (бесплатным) источникам электроэнергии принято относить такие системы преобразования природной энергии в электрическое напряжение, как солнечные энергосистемы, ветряные электрогенераторы, а также термоэлектрические источники электроэнергии.

Доводчик дверной – механизм, который позволяет снизить теплотери помещения, возникающие из-за постоянно открытых дверей. Его применение во многих случаях предотвращает проникновение посторонних лиц в помещения, он незаменим в системах дистанционного управления дверьми, основанных на применении электромагнитных замков. Для того чтобы использовать источник энергии нам необходимо четко представлять принцип его работы, а также его устройство. Большинство предлагаемых моделей однотипны, несмотря на некоторые различия во внешнем виде.

В металлическом корпусе, заполненном маслом, находится механизм, который через складной рычаг передает усилие закрывания двери на пружину, которая сжимаясь, накапливает энергию, необходимую для закрытия дверей. Сжатие пружины происходит следующим образом. Посредством зубчатой шестерни и рейки приводится в движение поршень, который и оказывает воздействие на пружину. По внутренним протокам в поршне масло перетекает в освобождающуюся часть корпуса. Ограничение скорости закрытия происходит за счет регулировки скорости движения масла по каналам для обратного перетекания. Вот, в общем, и весь принцип работы, достаточно простая конструкция, которая должна бы обеспечивать высокую надежность устройства.

Дверные доводчики, бесшумно закрывающие двери в автоматическом режиме, получили широкое распространение. Почти каждое офисное здание, государственное учреждение и т. д. оборудовано дверью с доводчиком. Он не дает постоянно хлопать дверью, сохраняет тепло и не выпускает холодный воздух с улицы.

Все альтернативные источники требуют больших материальных затрат и не гарантируют бесперебойного питания потребителей, требуют комплексного решения и для нашей сравнительно скромной задачи не пригодны. Поэтому мы останавливаемся на использовании механической энергии открывающихся и закрывающихся входных дверей.

В результате проведенных исследований была рассчитана энергия, которую можно получить с использованием генератора, приводимого в движение пружиной закрытия входных дверей и накопителя на суперконденсаторе. Расчеты позволяют использовать для освещения подъезда светодиодную лампочку мощностью 3,5 Вт, которая будет гореть 8 секунд от генератора, приводимого в действие закрывающейся дверью.

Список литературы

1. Германович, В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. практические конструкции по использованию энергии / В. Германович, А Турилин. – М. : НиТ, 2014. – 320 с.
2. Юдасин, Л. С. Энергетика: проблемы и надежды / Л. С. Юдасин. – М. : Просвещение, 1990.

Сведения об авторах: Кохановский Илья Валентинович, ГУО «Средняя школа № 2 г. Ошмяны», г. Ошмяны, Республика Беларусь, pavelch2@mail.ru.

Апанель Екатерина Дмитриевна, ГУО «Средняя школа № 2 г. Ошмяны», г. Ошмяны, Республика Беларусь, uvona@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Войгеница Анна Эдвардовна, ГУО «Средняя школа № 2 г. Ошмяны», г. Ошмяны, Республика Беларусь, anua12.89@mail.ru.

А. Д. КОЩИЦ, К. А. ПОЛЕШУК

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В ЖИЛОМ ПОМЕЩЕНИИ И В УЧЕБНОМ КАБИНЕТЕ

В ходе исследования была проанализирована влажность воздуха в жилом помещении и учебном кабинете. Рассмотрены методы измерения влажности, а также способы ее увеличения для создания комфортных условий.

Воздух – один из источников жизни. Воздух с уверенностью можно назвать одним из самых незаменимых коктейлей для жизни. Почему коктейлей? Воздух – это смесь газов. Он состоит из смеси примерно двадцати семи различных газов. Примерно на 99 % – это смесь кислорода и азота. В состав оставшегося процента входят водяной пар, углекислый газ, метан, водород, озон, аргон, ксенон, неон, гелий, криптон и др.

В результате испарения воды с многочисленных водоемов (морей, рек, озер и др.), а также с растительных покровов в атмосферном воздухе всегда содержится водяной пар. От количества водяного пара, содержащегося в воздухе, зависит погода, самочувствие человека, функционирование многих его органов, жизнь растений, а также сохранность технических объектов, архитектурных сооружений, произведений искусств. Поэтому очень важно следить за влажностью воздуха, уметь ее измерять.

Цель работы: исследовать показатели влажности воздуха в жилом помещении и учебном кабинете, проанализировать влияние влажности воздуха на самочувствие членов моей семьи и одноклассников.

Нами были установлены следующие задачи исследования:

1. Подобрать и изучить литературу по теме «Влажность воздуха».
2. Ознакомиться с приборами для измерения влажности воздуха и их принципом действия.
3. Измерить влажность воздуха в жилом помещении и учебном кабинете.
4. Проанализировать полученные результаты.
5. Исследовать способы увеличения влажности воздуха.
6. Представить результаты на классном часу и родительском собрании.

Объект исследования: влажность воздуха.

Предмет исследования: влияние влажности воздуха на самочувствие членов семьи и одноклассников.

Методы исследования: наблюдение, анализ, опыт, составление графиков и таблиц, фронтальный опрос.

Реализация данных задач позволит изучить влажность воздуха, определить роль влажности воздуха в жизнедеятельности человека, научиться создавать комфортные условия для жизни и хорошего самочувствия дома и в классе. В процессе исследования узнали о таком важном для жизнедеятельности человека параметре, как влажность воздуха. Познакомились с приборами для измерения влажности воздуха. Научились определять значение относительной влажности воздуха с помощью психрометра Августа. С сентября 2023 года по декабрь 2023 года включительно, проводили измерение и анализ относительной влажности воздуха в жилом помещении и учебном кабинете. А также проводили анализ самочувствия членов семьи и одноклассников при различных значениях влажности воздуха с помощью непосредственного опроса.

Полученные результаты позволили сделать следующие *выводы*.

Влажность воздуха не ниже 45 % и не выше 60 % является оптимальной для наилучшего самочувствия, работоспособности, концентрации внимания. Включение центрального отопления понижает значение влажности воздуха. Проветривание помещения в морозную погоду понижает влажность воздуха в помещении.

Для поддержания оптимальных значений влажности воздуха как в жилом помещении, так и в учебном кабинете достаточными являются следующие меры: влажная уборка, распыление воды, опрыскивание и полив растений, сушка мокрого белья на батареях. Система вентиляции воздуха в учебном кабинете и в жилом помещении в целом работает исправно. Практическая направленность моей работы: поделиться результатами исследования с одноклассниками на классном часу и их родителями на родительском собрании в целях просвещения. В будущем возможно продолжить исследование влажности воздуха, изучить, какие из доступных способов увеличения влажности воздуха наиболее эффективны для жилого помещения и учебного кабинета, исследовать зависимость влажности воздуха от расположения учебного кабинета: этаж, географическое положение.

Список литературы

1. Касаткина, И. Л. Репетитор по физике. Теория: Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. Электромагнетизм / И. Л. Касаткина ; под ред. Т. В. Шкиль. – 2-е изд. – Ростов н/Д : Феникс, 2005. – 608 с.
2. Учебное пособие для 10 кл. учреждений среднего образования с рус. яз. обучения (с электрон. прил. для повышенного уровня) / Е. В. Громыко [и др.]. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2019. – 264 с.
3. Воздух [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%83%D1%85>. – Дата доступа: 08.10.2023.
4. Относительная влажность [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 08.10.2023.

Сведения об авторах: Кошиц Анна Дмитриевна, учащаяся 9 класса ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Полешук Ксения Андреевна, учащаяся 5 класса ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Сведения о научном руководителе: Полешук Вероника Юрьевна, учитель физики высшей категории ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

К. А. ЛАЙКОВСКАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА

Проведено исследование механической работы сердца человека в зависимости от физических нагрузок, а также проанализированы основные аспекты, касающиеся механики движений в организме. Приводятся данные вычислений механической работы сердца в зависимости от нагрузки и возраста человека.

Задача механики состоит в экспериментальном исследовании различных движений. Для определения состояния механического движения системы тел достаточно знать их взаимное расположение в определенный момент времени и их скорость. Человек, как и другие физические тела, при изменении начальных параметров совершает работу. В работе исследована механическая работа сердца человека в зависимости от нагрузки.

Опору нашего тела составляет скелет и мышцы. При ходьбе задействуется около 200 мышц. У человека во время ходьбы будут в наибольшей степени работать: абдоминальные мышцы (пресс, кор), ягодичные мышцы, мышцы спины, верхнего плечевого пояса и шеи, диафрагма, икроножные и бедренные мускулы.

Каркасом тела служит скелет, состоящий приблизительно из 200 костей, соединенных между собой таким образом, что при движении относительное расположение их может изменяться. Кости приводятся в движение скелетными мышцами, каждая из которых прикрепляется к двум различным костям. При возбуждении мышцы ее длина уменьшается, и угол между соответствующими костями скелета изменяется.

Сердце – это полый мышечный орган, ритмические сокращения которого обеспечивают непрерывное движение крови по сосудам. В самой сердечной мышце возникают импульсы, которые заставляют сокращаться предсердия, а потом желудочки. Не занимаясь рассмотрением сложных явлений, происходящих при сокращении сердца, рассчитаем его работу за одно сокращение, исходя из общих физических соображений. Эта работа A складывается из работы левого A_n и правого A_n желудочков:

$$A = A_n + A_n,$$

где A_n – работа левого желудочка (Дж), A_n – работа правого желудочка (Дж).

Работа левого желудочка, выбрасывающего кровь в большой круг кровообращения, естественно, больше чем работа правого желудочка. Считается, что

$$A_n = 0,2 \cdot A_n.$$

Таким образом, работа сердца за одно сокращение, определяемая по формуле:

$$A = 1,2 \cdot (P \cdot V_c + \frac{\rho V_c v^2}{2}),$$

где $\rho = 1,05 \cdot 10^3$ кг/м³ (плотность крови), $v = 0,5$ м/с (линейная скорость крови при выбросе в аорту).

Исследование механической работы сердца человека в зависимости от нагрузки.

Таблица – Вычисление механической работы сердца в зависимости от нагрузки и возраста человека

		Кровяное давление	Работа	Мощность
7 класс (13–14 лет)	Покой	115/71	1,05	3,51
	Нагрузка	125/74	1,12	3,74
8 класс (14–15 лет)	Покой	119/70	1,07	3,56
	Нагрузка	124/73	1,11	3,69
9 класс (15–16 лет)	Покой	119/67	1,05	3,50
	Нагрузка	128/72	1,12	3,75
10 класс (16–17 лет)	Покой	125/73	1,11	3,71
	Нагрузка	138/77	1,21	4,04
11 класс (17–18 лет)	Покой	120/69	1,07	3,55
	Нагрузка	132/71	1,13	3,77

Из таблицы можно сделать вывод, что работа сердца в покое составляет примерно 1 Дж. Считая, что в среднем сердце сокращается один раз в секунду, можно определить работу сердца за сутки – 86 400 Дж. Учитывая, что продолжительность систолы составляет около 0,3 с, разделив работу сердца за одно сокращение на это время, получим среднюю мощность сердца в покое – 3,3 Вт. При незначительных нагрузках данные значения могут возрастать.

Список литературы

1. Богданов, К. Ю. Физик в гостях у биолога / К. Ю. Богданов. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1986. – № 49. – С. 67–90.
2. Ильченко, В. Р. Перекрестки физики, химии, биологии / В. Р. Ильченко. – М. : Просвещение, 1986. – 174 с.
3. Мэрион, Дж. Б. Общая физика с биологическими примерами / Дж. Б. Мэрион. – М. : Высш. шк., 1986.

Сведения об авторах: Лайковская Кристина Александровна, ГУО «Средняя школа № 36 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, lajkovskayakris@gmail.com.

Сведения о научных руководителях: Рымарчик Анна Иосифовна, учитель физики, ГУО «Средняя школа № 36 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, venskaya1989@mail.ru.

Мышленник Николай Сергеевич, учитель физики, ГУО «Средняя школа № 36 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, mr.myshlenik@mail.ru.

А. А. ЛЕОНЧУК

МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Рассматривается магнитогидродинамический (МГД) эффект как способ получения электрического тока на основе движения электропроводной жидкости в магнитном поле.

Из школьного курса физики мы знаем, что источники тока бывают различные, но в любом из них совершается работа по разделению положительно и отрицательно заряженных частиц. В таких устройствах на заряды должны действовать сторонние силы неэлектрической природы.

Магнитогидродинамический эффект – возникновение электрического поля и электрического тока при движении электропроводной жидкости или ионизированного газа в магнитном поле. Магнитогидродинамический эффект основан на явлении электромагнитной индукции. В роли проводников в данном случае, выступают электролиты, жидкие металлы или ионизированные газы (плазма). Если проводником является жидкость, то генерирование электроэнергии идёт только вследствие преобразования части кинетической или потенциальной энергии потока электропроводной жидкости практически при постоянной температуре.

Вода – весьма распространённое на Земле вещество. Чистая дистиллированная вода практически является диэлектриком. Если растворить в воде кристаллы поваренной соли, то она в результате электролитической диссоциации распадается на положительные ионы и отрицательные ионы.

Меня интересовала возможность практического получения источника тока с помощью МГД-эффекта в электролитах. В качестве электролита был использован раствор поваренной соли в дистиллированной воде при комнатной температуре, 19 °С.

Цель 1-го эксперимента, определить тип электродов, использование которых, при всех равных условиях, позволит получить максимальное значение ЭДС. В результате наилучший результат, самое большое значение ЭДС, получился при использовании одного электрода медного и одного цинкового электродов.

2-й эксперимент проводили с целью определить, как концентрация соли влияет на ЭДС, проводили измерения при отсутствии магнитного поля и поместив сосуд в магнитное поле.

3-й эксперимент-определение значения ЭДС от температуры электролита, исследование проводилось в магнитном поле и без него, использовали 2,5 %, 20 %, 15 % концентрацию раствора соли.

По результатам эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. При повышении концентрации раствора значение ЭДС возрастает, это связано с тем, что при этом увеличивается число отрицательных и положительных ионов в электролите.

2. Величина ЭДС источника тока зависит от температуры раствора, это объясняется тем, что степень диссоциации зависит от температуры раствора.

3. При отсутствии магнитного поля, вследствие появления конвекционных потоков раствора положительные и отрицательные ионы тоже движутся к электродам, но это движение беспорядочное, в результате милливольтметр показывает небольшое значение напряжения.

4. Если в сосуд с раствором поваренной соли поместить два электрода, а сосуд поместить в магнитное поле и подогревать сосуд, то милливольтметр покажет более высокое значение ЭДС.

Получив определенные результаты в серии опытов, я решила создать модель МГД генератора. Для этого в насыщенный раствор соли добавляем взвешенные частицы. Помещаем сосуд с раствором на магнит. Подключаем электроды к батарейке и опускаем их в электролит, между электродами наблюдаем движение жидкости. Происходит движение электролита в магнитном поле под действием силы Лоренца. В этом и заключается МГД-эффект. Следовательно, если электроды не будут зафиксированы в жидкости, то потоки электролита смогут их передвигать.

Как известно, морская вода – природный электролит, который содержит в себе большое количество ионов различных веществ, в том числе, положительных ионов натрия и отрицательных ионов хлора. Заманчивой становится перспектива – поставить такое устройство в природный нескончаемый поток естественных морских течений и получать в результате недорогую электроэнергию из морской воды и передавать ее на берег.

Список литературы

1. Жилко, В. В. Физика 10 класс : учеб. пособие / В. В. Жилко, А. В. Лавриненко, Л. Г. Маркович. – 3-е изд. – Минск : Народная асвета, 2004.
2. Джанколи, Д. Физика : в 2 т. / Д. Джанколи. – М. : Мир, 1989. – 670 с.
3. Володин, В. Энергия, век двадцать первый / В. Володин, П. Хазановская. – М. : Детская литература, 1989.– 142 с.

Сведения об авторе: Леончук Ангелина Александровна, ГУО «Гимназия № 4 имени Д. Н. Казакевича г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, angelinaleonchuk@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Мисюля Иван Иванович, учитель физики ГУО «Гимназия № 4 имени Д. Н. Казакевича г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, zobr.1967@gmail.com.

А. А. МИЛЬЯНЕНКО, А. А. ЖАЛЕВИЧ

ПЕРЕДВИЖНАЯ МИНИ-ТЭЦ С ДВИГАТЕЛЕМ СТИРЛИНГА

Изучен принцип работы двигателя Стирлинга, когенерация, применение двигателя Стирлинга на передвижных платформах. Разработаны схема и принцип работы передвижной мини-ТЭЦ, найдено подходящее оборудование для её постройки и произведены расчёты.

Когенерация – процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии [1].

Стирлинг-когенерация – новая технология для комбинированного производства электроэнергии и тепла, на основе двигателей Стирлинга, при которой энергия охлаждающей воды и отработанных газов используется для нужд теплоснабжения потребителей [2].

Двигатель Стирлинга представляет собой преобразователь энергии, относящийся к типу тепловых двигателей, совершающих механическую работу на выходном валу при подводе к ним тепловой энергии.

Существует несколько типов двигателя Стирлинга. Основные из них:

1. Альфа-Стирлинг.
2. Бета-Стирлинг.
3. Гамма-Стирлинг.

Для нашей установки мы использовали 40-футовый контейнер, в который установили 42 двигателя Стирлинга шведского производства V2-6, суммарная электрическая мощность которых около 126 кВт [3].

Данная установка сможет работать за счет сжигания различного газа, жидкого топлива или твердого топлива, например, на пеллетах из различных отходов деревообработки и сельского хозяйства [4].

Вся станция состоит из 5 тягачей с полуприцепами:

1. Сама установка с двигателями Стирлинга и аккумуляторами в контейнере.
 2. Второй и третий тягачи подвозят топливо к станции, иногда сменяя друг друга, когда у одного из них заканчивается топливо, в этот момент второй едет за новой партией.
 3. В четвертом полуприцепе устроены жилые помещения для персонала станции.
 4. Пятый полуприцеп загружен запасными запчастями, чтобы в случае поломки оперативно её устранить.
- Рассчитаем сколько электроэнергии выработает мини-ТЭЦ за сутки:

$$E = P \times t,$$

где E – электрическая энергия,

P – мощность,

t – время.

$E = 201,6 \text{ кВт} \times 24 \text{ ч} = 4838,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$, при среднем потреблении 7–8 кВт·ч за сутки одним домом такой станции хватит для производства электроэнергии на 575 домов, плюс запас в 238,4 кВт·ч для обеспечения при пиковых нагрузках.

1. Вентиляторные (вентиляционные) градирни – это устройства для охлаждения оборотной воды воздухом, нагнетаемым с помощью вентилятора.

2. Мягкие отопительные устройства нового типа.

Использование двигателей Стирлинга для когенерации в мини-ТЭЦ является перспективной веткой развития энергетики, так как у него КПД выше, чем у дизельных генераторов, а также он экономичнее и экологичнее их. Использование повсеместно мини-ТЭЦ при чрезвычайных ситуациях очень полезно, так как не всегда есть возможность быстро устранить неполадки, и люди могут несколько дней быть без света или отопления, а данные установки смогут временно обеспечить теплом и электричеством много людей, а именно 1 установка = 575 частных домов, а при экономном использовании электроэнергии – и больше.

Список литературы

1. Когенерация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Когенерация>. – Дата доступа: 22.04.2024.
2. Когенерационные установки с многотопливными двигателями Стирлинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecoteco.ru/id119>. – Дата доступа: 22.04.2024.
3. Company introduction and current V2-6 Products [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/22643/4-inresol-introduction-and-products.pdf>. – Дата доступа: 22.04.2024.
4. Design analysis and control of the V2-6 Stirling engine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/338431073_Design_analysis_and_control_of_the_V2-6_Stirling_engine. – Дата доступа: 22.04.2024.

Сведения об авторах: Мильяненко Александр Александрович, ГУО «Средняя школа № 40 имени В. И. Кремко г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, sasha_2006_09_07@mail.ru.

Жалевич Алексей Александрович, ГУО «Жировичская средняя школа Слонимского района», г. Слоним, Республика Беларусь.

Сведения о научных руководителях: Петровская Татьяна Александровна, БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь, petrovskaya@bntu.by.

Соколовская Галина Генриховна, ГУО «Средняя школа № 40 имени В. И. Кремко г. Гродно, г. Гродно, Республика Беларусь, galya.sokol63@mail.ru.

Зимич Владимир Николаевич, ГУО «Жировичская средняя школа Слонимского района» г. Слоним, Республика Беларусь, vl.zimich.2010@gmail.com.

А. А. МИЛЬЯНЕНКО, Н. Е. ЧИРИЧ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКРЫТЫХ КАРЬЕРОВ ДЛЯ ГИДРОАККУМУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

В работе проанализировано применение закрытых карьеров вместо новых водохранилищ для постройки гидроаккумулирующей электростанции. Рассмотрены различные места для постройки данного объекта на территории Республики Беларусь. В практической части произведен ряд расчётов различных характеристик ГАЭС, созданы калькулятор и сайт по данной теме.

Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС) – гидроэлектростанция, состоящая из здания ГАЭС (машинного зала), верхнего и нижнего бьефов, и используемая для выравнивания суточной неоднородности графика электрической нагрузки.

Принцип работы основан на попеременной перекачке воды между верхним и нижним резервуаром. Вода с нижнего бьефа в ночное время суток, когда нет большой нагрузки в энергосистеме, насосами (отдельными или совмещенными с турбинами) закачивается в верхний объём. А утром и вечером в момент пиков, вода сливается в низ, раскручивая турбины и вырабатывая электроэнергию.

Существует три разновидности ГАЭС: ГАЭС с плотинной схемой, деривационные ГАЭС, ГАЭС с подземными бассейнами.

Мы рассмотрели различные площадки с закрытыми карьерами на территории всей страны для постройки ГАЭС. Нами были изучены методы постройки гидроаккумулирующих станций по всему миру, и мы пришли к выводу, что самым лучшим решением для нас будет деривационная ГАЭС.

Мы рассчитали площадь данных водоёмов и нашли информацию про их глубину, благодаря чему мы смогли высчитать объём карьеров.

Далее мы рассмотрим каждый карьер по отдельности и более тщательно, рассчитаем характеристики перспективных ГАЭС.

Таблица 1 – Сравнительная таблица характеристик ГАЭС по нашему проекту

	Площадка у деревни Пышки	Площадка у деревень Зуи и Глушнево	Площадка у деревни Каменка
Объём верхнего бьефа, м ³	6 223 739, 2	7 700 000	22 500 000
Напор в турбинном режиме, м	38	24	35
Напор в насосном режиме, м	42	26	37
Скорость воды в турбинном режиме, м ³ /с	288,136	427,778	892
Время разрядки, с	21 600	18 000	22 500
Мощность в турбинном режиме, МВт	107,411	100,716	306,268
Скорость воды в насосном режиме, м ³ /с	216,102	305,556	694,4
Время зарядки, с	28 800	25 200	32 400
Мощность в насосном режиме, МВт	89,038	77,935	252,046
Теоретический КПД, %	90,48	92,3	84,3
Реальный КПД, %	75–80	77–82	69–74

Мы рассмотрели данные энергопотребления и выдачи электроэнергии в сеть Республики Беларусь и составили график данных параметров до ввода наших ГАЭС и после. Благодаря ГАЭС мы бы смогли немного стабилизировать потребление ночью, а также смягчить нагрузку на ТЭЦ в вечерний пик, за счёт потребления энергии с 23:00 до 6:00 электроэнергии и отдачи с 17:00 до 23:00. Также это помогает сэкономить немного топлива на ТЭЦ за счёт уменьшения отдачи электроэнергии в вечерний пик.

Как доказано выше, проекты с ГАЭС на месте закрытых карьеров имеют ряд неоспоримых достоинств. Они характеризуются способностью запасать большое количество электроэнергии и отдавать её в течение нескольких часов с постоянной мощностью, при не самом плохом КПД в 70–80 %, что при получении энергии по ночному тарифу и отдачи во время пиков нивелируется ценами на электроэнергию.

Список литературы

1. Особенности сооружений ГАЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-3/part-2/section-4/4-4>. – Дата доступа: 21.04.2024.

Сведения об авторах: Мильяненко Александр Александрович, ГУО «Средняя школа № 40 имени В. И. Кремко г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, sasha_2006_09_07@mail.ru.

Чирич Никита Евгеньевич, ГУО «Средняя школа № 2 г. Петрикова», г. Петриков, Республика Беларусь.

Сведения о научных руководителях: Петровская Татьяна Александровна, БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь, petrovskaya@bntu.by.

Соколовская Галина Генриховна, ГУО «Средняя школа № 40 имени В. И. Кремко г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, galya.sokol63@mail.ru.

В. МИСЮКЕВИЧ

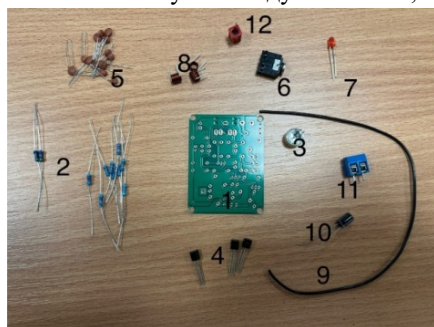
МОДЕЛЬ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ РЛС МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН

Создана модель мобильного робота с устройством для радиоэлектронного подавления сигнала. Изучен принцип построения и комплектующие элементы устройства.

Радиомодули создания помех остаются актуальными в контексте защиты конфиденциальности и безопасности информации. «Глушилки» также могут применяться для предотвращения использования БПЛА в запрещенных зонах.

Модуль создания помех – это устройство или программное обеспечение, которое используется для генерации электромагнитных или других типов помех, которые могут влиять на нормальное функционирование электронных устройств или систем.

При реализации проекта изучили, почему отличается цветовая маркировка резисторов, как в схемах обозначаются катушки индуктивности, по какому принципу происходит маркировка конденсаторов.



Чтобы собрать устройство, нам понадобилась его принципиальная схема:

1. Плата. 2. Резисторы. 3. Микрофон. 4. Транзисторы. 5. Конденсаторы. 6. Разъем аудио 3,5мм. 7. Светодиод. 8. Катушка индуктивности.

9. Антенна. 10. Конденсатор. 11. Клеммик винтовой. 12. Катушка индуктивности с сердечником.

При тестировании изделия проверили функционирование антенны и убедились, что сигнал глушится. Проверили дальность передачи сигнала. А также попробовали передать сигнал на разные расстояния и убедились, что он достаточно далеко доходит. Исследовали работу других функций модуля, например, возможность подключения внешних устройств, а так же работу устройства на разных частотах.

Таким образом, мы выполнили все основные задачи, а также мы добились глушения частот FM диапазона, Разработали модель робота для передачи своей информации на настроенную частоту.

Модули глушения связи FM диапазона могут иметь различные характеристики, такие как дальность передачи, стабильность частоты и другие. При выборе модуля необходимо учитывать требования конкретного применения.

Сведения об авторе: Мисюкевич В., ГУО «Средняя школа № 3 г. Ошмяны», г. Ошмяны, Республика Беларусь, ekaterinazukovskaya@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Менжинский Андрей Борисович, ГУО «Средняя школа № 3 г. Ошмяны», г. Ошмяны, Республика Беларусь, ekaterinazukovskaya@gmail.com.

П. М. НЕВГЕНЬ

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ РОСТА КРИСТАЛЛОВ ЖЕЛЕЗОАММОНИЙНЫХ КВАСЦОВ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Изучена проводимость света кристаллов железоаммонийных квасцов в спектрах разных цветов. Сделан вывод, что лучше всего выросли кристаллы с добавлением стружки AiSi и фольги Pb 1 %. Наихудшие результаты у раствора без примесей. Наименьший уровень пропускания света у кристаллов, выращенных с добавлением AiSi .

Нанотехнология – это область науки и техники, которая занимается исследованием и созданием материалов с определенной атомной структурой путем управляемого воздействия на отдельные атомы и молекулы. Эта область включает в себя как теоретические основы и практические методы исследования, так и процесс производства и применения наноматериалов.

Получение кристаллов из растворов является важной частью многих научных и технических исследований. Данный проект сосредоточен на процессе получения кристаллов из раствора железоаммонийных квасцов. Железоаммонийные квасцы – это реагенты, которые активно применяются в различных отраслях науки и промышленности, включая химию, электронику и материаловедение.

Целью проекта является исследование влияния стружки AiSi и ее смеси с добавкой свинца на процесс образования кристаллов из раствора железоаммонийных квасцов. Полученные результаты помогут расширить знания о свойствах и возможных применениях этих реагентов и сплавов в различных отраслях науки и промышленности.

Ожидается, что результаты исследования смешения железоаммонийных квасцов с добавкой стружки AiSi и Pb 1 % приведут к новым научным открытиям и практическим применениям, расширяющим область знаний о процессах образования кристаллов и влиянии добавок на их свойства.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате выполнения исследовательского проекта были установлены благоприятные условия для формирования кристаллов железоаммонийных квасцов, а также было проведено измерение их светопроводимости при помощи микроконтроллеров Arduino.

Изучение светопроводимости кристаллов важно для понимания их электронных свойств, для разработки новых материалов, создания оптических устройств, таких как лазеры и фотодетекторы, а также для применения в сенсорике, медицинской диагностике, светодиодах и солнечных батареях.

Цель: Изучение проводимости света кристаллов железоаммонийных квасцов в спектрах разных цветов.

Задачи. Для достижения поставленной цели работы были сформулированы следующие задачи:

- Провести анализ литературных данных по теме исследовательского проекта.
- Вырастить кристаллы железоаммонийных квасцов с добавлением различных металлов.
- Написать скетч в системе Arduino и создать электронную цепь для реализации кода.
- Измерить светопроводимость кристалла и сделать график.

В ходе исследования было выяснено, что лучше всего выросли кристаллы с добавлением стружки AiSi и фольги Pb 1 %. Наихудшие результаты у раствора без примесей. Наименьший уровень пропускания света у кристаллов, выращенных с добавлением AiSi . При этом у всех кристаллов уровень пропускания варьируется в районе 3–4 %.

Изучение оптических свойств железоаммонийных квасцов позволит открыть новые перспективы в области медицины, в аналитической химии, также, могут помогать окружающей среде для определения содержания фосфатов в образцах воды, почвы и других материалах. Дальнейшее исследование этой темы поможет поглубже узнать про оптические свойства железоаммонийных квасцов и найти новые сферы для их применения.

Список литературы

1. Курс «Arduino для чайников» [Электронный ресурс] // Занимательная робототехника. – Режим доступа: <https://medium.com/@robotsedu/курсarduino-для-чайников-83bf3be31e58>. – Дата доступа: 04.12.2023.
2. Железоаммонийные квасцы – кристаллы с полезными свойствами [Электронный ресурс] // Prime Chemicals Group. – Режим доступа: <https://pcgroup.ru/blog/zhelezoammonijnye-kvasty-kristally-s-poleznymisvoystvami>. – Дата доступа: 04.12.2023.
3. Введение – железоаммонийные квасцы [Электронный ресурс] // Статьи и работы по химии | ChemieMania. – Режим доступа: <http://www.chemiemania.ru/chemies-1664-1.html>. – Дата доступа: 04.12.2023.
4. Железоаммонийные квасцы [Электронный ресурс] // astrahim.by. – Режим доступа: https://astrahim.by/catalog/reaktivy/Zhelezoammonijnye_kvascy. – Дата доступа: 04.12.2023.
5. Карякин, Ю. В. Квасцы железоаммонийные (квасцы железоаммиачные, железо(III)аммоний сульфат) [Электронный ресурс] / Ю. В. Карякин // Чистые химические вещества. – Режим доступа: https://c-books.narod.ru/karyakin1_NH4Fe_SO4_2.html. – Дата доступа: 04.12.2023.
6. Сульфат железа(III)-аммония [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сульфат_железа\(III\)-аммония](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сульфат_железа(III)-аммония). – Дата доступа: 03.12.2023.
7. Tinkercad | Dashboard (создание схемы электронной цепи) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tinkercad.com/dashboard>. – Дата доступа: 10.12.2023.
8. Получение железоаммонийных квасцов [Электронный ресурс] // OlegGrigoryev. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=6xGt4Jdl90s>. – Дата доступа: 10.12.2023.
9. Как подключить RGB светодиод к Arduino [Электронный ресурс] // РобоТехника18. – Режим доступа: <https://xn--18-bkcdusowgbt1a4b.xn--p1ai/rgb>. – Дата доступа: 05.12.2023.
10. Как сделать светофор на Arduino с кнопкой [Электронный ресурс] // arduino-site.ru. – Режим доступа: <https://arduino-site.ru/svetofor-na-arduino/#:~:text=>. – Дата доступа: 05.12.2023.
11. Железо [Электронный ресурс] // Большая Российская Энциклопедия. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/zhelezo-eeabf4>. – Дата доступа: 12.12.2023.

Сведения об авторе: Невгень Павел Михайлович, учащийся 10 класса ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Сведения о научном руководителе: Криницкая Оксана Ивановна, учитель физики высшей категории ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь slawka_99@mail.ru.

А. П. ОГОНОВСКИЙ ИССЛЕДОВАНИЕ ИОНИСТОРОВ

Исследуются основные характеристики ионисторов, рассматриваются возможности их использования в качестве источников питания.

В век мобильности и интенсивного ритма жизни «помощники человека» – мобильные телефоны, ноутбуки и другие гаджеты – также активно развиваются. Их размеры становятся все меньше, а возможности и время автономной работы – больше. Увеличиваются требования и к источникам питания. Возможно, альтернативой обычным аккумуляторам и батарейкам станут ионисторы.

Ионисторы являются чем-то средним между конденсаторами и аккумуляторами. Они не такие ёмкие, как аккумуляторы, но гораздо ёмче конденсаторов. В качестве обкладок в ионисторе используется пористый углерод, обладающий высокой удельной площадью поверхности. Поэтому ионистор способен накопить огромный заряд.

Целью работы является исследование основных характеристик ионисторов и возможностей их использования в качестве источников питания.

Для исследования мы использовали ионисторы серии SG номинальным напряжением 5,5 В и емкостями от 0,33 до 4 фарад. Зарядку ионисторов производили напряжением 4,5 В. Цифровым мультиметром измеряли силу тока и напряжение.

Исследования показали, что энергия, мощность, время заряда, сила тока заряда и разряда ионистора увеличиваются с ростом электроемкости, напряжения и времени заряда, а скорость саморазряда снижается с увеличением емкости, времени заряда и понижением температуры.

Мы решили использовать ионисторы для бесперебойного питания электронных и электромеханических часов. Ионистор, подключенный параллельно батарейке, поддерживает работу электронных часов в течение 6 часов, а электромеханических – 45 мин. За это время можно, например, заменить батарейку. Все настройки при этом сохраняются.

Особый интерес представляет совместное использование ионисторов и солнечных батарей. Выработанную солнечной батареей электроэнергию может накапливать ионистор, а затем питать потребитель. Мощность солнечной батареи обычно небольшая, а у ионисторов – высокая.

Ионистор емкостью 1 фарад мы подключили параллельно солнечной батарее калькулятора. Теперь калькулятор может работать без батарейки. Отключается он только после нахождения в полной темноте более трех суток.

Подключив ионистор емкостью 0,33 фарада параллельно светодиоду в лампе, мы получили резервный источник освещения. После отключения лампа продолжает достаточно ярко светиться в течение 1 минуты за счет энергии ионистора. Слабое свечение лампы продолжается около 20 минут.

Ионисторы можно использовать вместо аккумулятора в светодиодном фонаре. Полная зарядка происходит за 1 минуту. Энергии достаточно для нормальной работы фонаря в течение 10 минут, а в режиме слабого свечения – 2–2,5 часов. К плюсам можно отнести быструю зарядку, большой срок службы, возможность использования при низких температурах, а также экологичность. Минусом является малый запас энергии и, соответственно, небольшое время свечения.

Как и любое устройство, ионисторы имеют достоинства и недостатки, и при их использовании нужно это учитывать. Достоинств все же больше, поэтому технология активно внедряется в различные отрасли.

Список литературы

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – 2014. – Т. 1. Механика. – 560 с.

Сведения об авторе: Огоновский Артур Павлович, ГУО «Средняя школа № 1 г. Лиды», г. Лида, Республика Беларусь, ogonovsci-jartur@mail.ru.

Сведения о научном руководителе: Матюк Анатолий Эдуардович, ГУО «Средняя школа № 1 г. Лиды», г. Лида, Республика Беларусь.

Е. А. ПЕРЕЛАЙКО ШТОРМГЛАСС

Рассматривается история происхождения штормгласса. Прибор штормгласс изготовлен в домашних условиях. На основе проведенных наблюдений сформулированы выводы.

Погода имеет широкий спектр влияния на жизнь людей, и ее роль может варьироваться в зависимости от локации и сезона. Знание погоды и ее возможных последствий помогает людям принимать рациональное решение и подготавливаться к возможным негативным воздействиям.

На сегодняшний день существует несколько способов узнать о предстоящей погоде. Ее можно посмотреть в телефоне, по телевизору, веб-сайты и многое другое. Для того чтобы получить эти сведения, погоду измеряют с помощью специальных приборов на метеостанциях. Изучая информацию о таких приборах, я натолкнулся на такой прибор, как штормгласс.

Цель данной работы: разработать штормгласс в домашних условиях.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить историю происхождения штормгласса.
2. Изготовить штормгласс в домашних условиях.
3. Провести наблюдения.
4. Сделать выводы.

Объектом исследования является метеорологический прибор штормгласс.

Предметом исследования является возможность использования штормгласса в качестве маленькой домашней метеорологической станции.

Штормгласс – наиболее древний физико-химический тест, реагирующий на изменения погоды и солнечной активности. Показаниями служила качественная картина кристаллизации, наблюдаемая в отпаянной стеклянной трубке, в которую помещался водно-спиртовой раствор.

При разных погодных условиях жидкость в сосуде может быть в разной степени мутной или прозрачной, в ней выпадает кристаллический осадок, возникают узоры разных форм и размеров. По состоянию жидкости на основе многолетних наблюдений можно предсказывать погоду.

В книге «30 000 тысяч новейших открытий, рецептов, общепользовательных практических сведений...» А. Делениуса выложены известные, выработанные за многие годы характеристики, по которым можно понять, что означает то или иное состояние жидкости в штормглассе:

«Прозрачная жидкость предвещает ясную погоду, мутная – дождь.

Мутная жидкость с маленькими звёздочками – грозу.

Маленькие точки – туман, сырую погоду.

Большие хлопья для зимы – снег, летом – покрытое небо, тяжёлый воздух.

Нити в верхней части жидкости – ветер.

Кристаллы на дне – густой воздух, мороз.

Маленькие звёздочки – зимой при ясной погоде – снег на другой или третий день.

Чем выше зимой поднимаются кристаллы, тем сильнее будет стужа»

Гипотеза: штормгласс своими руками, как один из возможностей прогнозирования погоды.

Штормгласс нами был изготовлен на основе рецепта из журнала «Химия и жизнь» № 1, 1982 г.

Полученный раствор – прибор Фицроя – поставили возле окна, избегая прямого попадания солнечных лучей. Спустя 5,5 часов наш прибор начал «работать». Камфора оседает на дне пробирки. Она подвижна, в зависимости от изменения внешних факторов, может всплывать либо опускаться вниз, а может без видимых изменений оставаться во взвешенном состоянии, образуя мутный раствор.

Факторы, влияющие на «передвижение» осадка:

- Изменение плотности раствора (часть камфоры кристаллизуется).

- Изменение температуры.

Наблюдая за изменениями за окном, в жидкости замечаем рост кристаллов различной формы (дендритов).

Барометр Фицроя, или штормгласс, нами был изготовлен 25 января 2024 года. Наблюдение велись на протяжении 3 месяцев. За период наблюдений в сопоставлении с синоптическими данными прогноза погоды в Республике Беларусь, пользуясь сайтом gismeteo.by, мы можем с уверенностью говорить о возможности использования штормгласса в качестве прогнозирования погоды на один день с вероятностью 83 %.

В результате исследования цель, поставленная нами, была достигнута, что доказывают результаты исследования – изготовлен и приведен в действие штормгласс. На базе ГУО «Средняя школа № 23 имени Ф. П. Гудея г. Гродно» нам удалось устроить маленькую метеорологическую станцию.

На основании проделанной работы нами были сделаны следующие выводы:

- Рост в пробирке игловидных кристаллов прогнозирует медленное похолодание.

- Появление кристаллов камфоры по всей пробирке, образование творожной смеси предупреждает о более быстром похолодании.

- О наступлении мороза указывает быстрый рост высоты творожистой смеси.

- На появление снега – рост кристаллов разной величины.

- Появление нитевидных или перьевидных кристаллов прогнозировало сильный ветер.

- На потепление указывало растворение кристаллов.

- Крупные кристаллические хлопья – к снегопаду.

Считаем гипотезу, предложенную в начале исследования, доказанной.

Однако, как влияют внешние изменения на рост кристаллов, почему в одном случае наблюдаем рост дендритов, в другом – появление хлопьев или звездочек? Существуют гипотезы, что на штормгласс влияет напряженность электрического и магнитного поля Земли, разряды молний, есть также данные, что прибор чувствителен к био- и геополям. Поэтому считаем, что наше исследование имеет продолжение. В дальнейшем планируем изучить вопросы влияния солнечных лучей на кристаллы, влияние магнитного поля.

Список литературы

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М., 2014. – Т. 1. Механика. – 560 с.

Сведения об авторе: Перелайко Егор Андреевич, учащийся 10 «П» класса ГУО «Средняя школа № 23 имени Ф. П. Гудея г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Сведения о научных руководителях: Гладкая-Дьяченко Алина Юрьевна, ГУО «Средняя школа № 23 имени Ф. П. Гудея г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, alina.diatchenko@yandex.by.

Щикно Светалана Анатольевна, ГУО «Средняя школа № 23 имени Ф. П. Гудея г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

М. А. ПОКУТНЯЯ

СКОРОСТЬ ВОЗГОРАНИЯ И ВРЕМЯ ГОРЕНИЯ ТРУТА ИЗ РАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В данном проекте были проведены опыты по изучению скорости возгорания и времени горения трута из разных материалов, рассмотрены сведения о физико-химических основах возгорания и горения, о происхождении, применении и использовании трута.

Цель исследования – установить опытным путём влияние различных материалов на скорость возгорания и время горения трута в полевых условиях.

Гипотеза: материал изготовления и условия хранения влияют на скорость возгорания и время хранения трута.

Методы исследования: изучение и анализ соответствующей литературы.

Практическая значимость работы: экспериментальным путём выявить особенности создания трута и оптимальные условия его хранения в полевых условиях из различных материалов.

Материалы были выбраны мною, благодаря своей доступности и простоте использования; материалы для изготовления точно имеются у каждого дома и стоят недорого:

1. Трут из листьев. Просушили влажные листья.
2. Трут из деревянной щепы. Изготовили путем измельчения древесины.
3. Трут из бумаги. Скомкали и растерли бумагу.
4. Трут из неподготовленной хлопчатобумажной ткани. Отрезали кусок от одежды.
5. Трут из несинтетической ваты.

А также взяты современные материалы: трут из шнурка от обуви, трут из резинки от штанов.

Методика хранения трута: трут хранился в герметичной упаковке, в пакетах на застежке.

Методика розжига трута: использовалось огниво.

Скорость возгорания трута массой 10 грамм:

Материалы	Время возгорания
трут из загот. х/б ткани	сразу сухой 10 сек. после просушки 10 сек.
трут из листьев	сразу сухой 30 сек. после просушки 30 сек.
трут из дерев. щепы	сразу сухой 30 сек. после просушки 30 сек.
трут из бумаги	сразу сухой 15 сек. после просушки 15 сек.
трут из неподготовленной х/б ткани	сразу сухой 10 сек. после просушки 10 сек.
трут из ваты	сразу сухой 5 сек. после просушки 2 сек.
трут из шнурка	не возгорается от искры
трут из резинки от штанов	не возгорается от искры

Время горения трута массой 10 грамм:

Материалы	Время возгорания
трут из заготовленной х/б ткани	сразу сухой 2 мин. 50 сек. после просушки 2 мин. 20 сек.
трут из листьев	сразу сухой 1 мин. после просушки 1 мин.
трут из дерев. щепы	сразу сухой 7 мин. после просушки 6 мин.
трут из бумаги	сразу сухой 23 сек. после просушки не возгорается
трут из неподготовленной х/б ткани	сразу сухой только тлеет после просушки не возгорается
трут из ваты	сразу сухой 18 сек. после просушки 17 сек.
трут из шнурка	сразу сухой плавится после просушки плавится
трут из резинки от штанов	сразу сухой плавится после просушки плавится

В результате проделанной работы я установила, что:

1. На скорость возгорания и время горения трута влияет материал, использованный при изготовлении, метод подготовки и условия хранения.
2. Трут лучше всего изготавливать из х/б ткани, предварительно обработав по специальной методике.
3. На современные материалы в качестве трута рассчитывать нельзя.

4. Для немедленного использования трут нужно хранить в герметичном контейнере. Выдвинутая гипотеза подтвердилась.

Список литературы

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М., 2014. – Т. 1. Механика. – 560 с.

Сведения об авторе: Покутняя Мария Александровна, ГУО «Средняя школа № 41 имени А. М. Кузнецова г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, mariarokutnaa8@mail.com.

Сведения о научном руководителе: Киселёва Инна Анатольевна, ГУО «Средняя школа № 41 имени А. М. Кузнецова г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, innaanatolievna1730@gmail.com.

Д. А. САЦ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СКОРОСТЬ ОТКАЧКИ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ ВОДЯНОГО НАСОСА

В данной работе представлена простейшая модель водяного насоса, с помощью которого исследовали факторы, влияющие на скорость откачки воды.

Простой водяной насос можно сделать из коктейльной соломинки, согнутой в форме треугольника и разрезанной в вершинах. Если такой треугольник частично погрузить одной из вершин в воду и начать вращать вокруг своей вертикальной оси, то вода начнет подниматься по соломинке и вытекать через верхние вершины.

Цель: определить факторы, влияющие на скорость откачки воды с помощью водяного насоса.

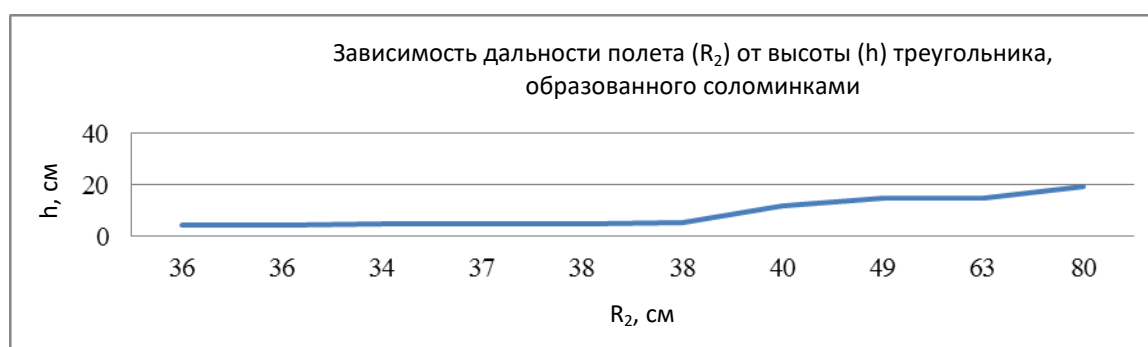
Гипотеза: Скорость откачки воды зависит от геометрии водяного насоса.

Если вращать ось, вода начнет подниматься по соломинке, более того, если вращать ось достаточно быстро, вода начнет разбрызгиваться по бокам, тем самым перекачивая воду вверх.

Следовательно, при вращении возникает центробежная сила, которая поднимает воду вверх по соломинке. При вращении соломинки центробежная сила выталкивает жидкость наружу, и единственный способ, которым она может двигаться наружу, – это подниматься.

С целью проверки гипотезы, изготовили 10 различных макетов водяного насоса различных геометрических параметров. Если вращать ось достаточно быстро, вода начнет разбрызгиваться по бокам, отметив точками место падения капель, можно обнаружить, что траектория движения капель воды выглядит в виде спирали.

Измерив R_1 (минимальный радиус, на котором наблюдались первые капли) и R_2 (максимальный радиус, на котором наблюдались крайние капли), выяснили, что радиусы R_1 для всех насосов практически одинаковы, а вот R_2 у каждого исследуемого насоса разный. Следовательно, можно сделать вывод, что геометрические параметры водяных насосов действительно влияют на дальность полета. Для наглядности экспериментально, полученные данные представили в виде графика. Несколько водяных насосов (6 из 10) имеют приблизительно одинаковую высоту ($4,28 \text{ см} \leq h \leq 5,4 \text{ см}$), поэтому и дальность полета практически у всех одинакова, а вот далее на графике видны явные изменения, которые показывают, что чем больше высота треугольника, тем больше дальность полета капель воды.



Таким образом, можно сделать вывод, что чем больше дальность полета, тем больше напор струи воды, выходящей из отверстия соломинки, а следовательно, больше и скорость струи воды. Так как в данном случае траекторию движения струи можно рассматривать как движение под действием силы тяжести тела, брошенного под углом к горизонту.

Далее предположили, что дальность полета может зависеть от температуры воды, так как, чем выше температура, тем скорость частиц выше. Таким образом, проводилась серия эксперимента при трех различных температурах ($t_1 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 36 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_3 = 74 \text{ }^\circ\text{C}$). Как показала практическая часть, что значительных изменений в

показаниях нет. Возможно, данное явление можно объяснить, что при высокой температуре наблюдается тепловое расширение коктейльных трубочек и поэтому масса воды, которая поднимается по трубочке в единицу времени больше и тем самым под действием силы тяжести не может совершить большую дальность полета.

Также, меняя скорость вращения можно добиться разной дальности полета, так как центробежная сила зависит от скорости вращения. Чем выше скорость вращения, тем больше центробежная сила, тем больше дальность полета.

Список литературы

1. Савельев, И. В. Курс физики : в 3 т. / И. В. Савельев. – 2016. – Т. 1. Механика. Молекулярная физика. – 352 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие : в 5 т. / Д. В. Сивухин – 2014. – Т. 1. Механика. – 560 с.

Сведения об авторе: Сац Денис Андреевич, учащийся 8 «Д» класса ГУО «Гимназия № 6 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Сведения о научных руководителях: Казберук Анна Петровна, магистр педагогических наук, учитель первой категории ГУО «Гимназия № 6 г. Гродно», г. Гродно, Беларусь, kazberuka@bk.ru.

Янчуревич Виктор Станиславович, учитель высшей категории ГУО «Гимназия № 6 г. Гродно», г. Гродно, Беларусь.

К. Ю. СИНЯКОВИЧ, Е. С. ЗАНЕВСКИЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА КАК ОДИН ИЗ ВИДОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Изучены основные препятствия для использования ветроэнергетики на территории Беларуси, описан процесс сборки простейшей модели ветрогенератора.

Ветроэлектростанции не используют ископаемые топлива и не выделяют вредные выбросы и парниковые газы в атмосферу. Это помогает уменьшить загрязнение воздуха и сократить уровень парникового эффекта, что в свою очередь способствует борьбе с изменением климата.

Цель: изучить основные препятствия для использования ветроэнергетики на территории Беларуси, собрать простейшую модель ветрогенератора и исследовать ее.

На 2023 год доля возобновляемых источников энергии в белорусской энергетике составляла 8,1 %, при этом доля энергии солнца, ветра и воды составила всего 3 % от возобновляемых источников. Основным барьером на пути развития ветроэнергетики в Беларуси являются недостаточно благоприятные природные условия. Оптимальная средняя скорость ветра для эффективной работы ветроэлектростанций составляет 6–8 м/с, территории со скоростью ветра менее 5 м/с считаются менее пригодными для ветроэнергетики, поэтому размещение ветроустановок требует специальных исследований для анализа возможности их внедрения.

Для сборки простейшего ветрогенератора был использован: двигатель постоянного тока FA-130, 8 деревянных лопастей размером 2 × 3 см и соединительные провода.

Таблица напряжений для различных лопастей при постоянной скорости ветра:

Размеры лопасти, S (см ²)	3 × 2	3 × 5	3 × 7	2 × 3	3 × 3	4 × 3
Напряжение, U (В)	0,82	0,42	0,28	0,82	0,62	0,38

Таким образом, эта установка даёт максимальное напряжение при наименьшем размере лопастей. Это связано с увеличением сопротивления воздуха при увеличении площади лопасти. Данная модель может быть использована только как демонстрация принципа действия ветрогенератора, т. к. даёт разные значения напряжения при разном ветре. И значения напряжения очень малы. При использовании генератора постоянного тока требуется использование инвертора. Для обеспечения бесперебойной работы потребителей требуется использование аккумуляторов и дизельгенераторов. Все это приводит к значительному удорожанию получаемой энергии.

Список литературы

1. Денисевич, Т. А. Ветроэнергетические установки для индивидуального использования / Т. А. Денисевич ; науч. рук. И. В. Новаш // Актуальные проблемы энергетики : материалы 72-й науч.-техн. конф. студ. и аспирантов. / Бел. нац. техн. ун-т, энергетический фак. – Минск : БНТУ, 2016. – С. 673.

2. Курочкина, А. И. Возможности и препятствия развития ветроэнергетики в Беларуси [Электронный ресурс] / А. И. Курочкина // Современные направления развития физической географии: научные и образовательные аспекты в целях устойчивого развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-лет. фак. географии и геоинформатики Бело-

рус. гос. ун-та и 65-лет. Беларус. геогр. о-ва, Минск, 13–15 нояб. 2019 г. / Беларус. гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2019. – С. 149–154.

Сведения об авторах: Синякович Ксения Юрьевна, ГУО «Средняя школа № 41 имени А. М. Кузнецова г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Заневский Евгений Станиславович, ГУО «Средняя школа № 41 имени А. М. Кузнецова г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Сведения о научном руководителе: Герасимова Елена Евгеньевна, учитель физики, ГУО «Средняя школа № 41 имени А. М. Кузнецова г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, ft_lena@mail.ru.

И. Д. СОБОЛЬ СИЛА КОРИОЛИСА

В данной работе рассматривается сила Кориолиса, которая возникает при движении тела во вращающейся системе отсчета. Отмечается, что сила Кориолиса возникает не только при движении тела по вращающейся платформе, но и в том случае, когда тело движется по поверхности шара.

Из курса физики мы узнали о существовании различных видов силы, научились их рассчитывать. При этом в подавляющем большинстве случаев мы рассматриваем движение тел в инерциальной системе отсчета. Если мы говорим о силе, значит, есть какое-то тело, которое и вызывает данное действие. Из Википедии я узнала, что сила Кориолиса – одна из сил, используемая при рассмотрении движения тела относительно вращающейся системы отсчета. Также часто используют термин «эффект Кориолиса». Я решила изучить данную силу более подробно.

Первый закон Ньютона утверждает существование инерциальных систем отсчета (ИСО), т. е. систем, в которых причиной возникновения ускорения, изменения скорости является некомпенсированное взаимодействие тела с другими телами, о неинерциальных системах отсчета (НИСО) практически не упоминают. Касательно сил инерции, их упоминают лишь в связи с их сходством с силами тяготения: так, как и одна, и другая пропорциональны массе тела.

Непонятным остается отличие силы тяготения от силы тяжести, в частности причина поворота плоскости колебаний маятника Фуко, отклонение от вертикали свободно падающего тела и т. д.

Как рассчитать силу Кориолиса? Для этого рассмотрим движение шарика массой m , по поверхности диска. Поверхность будем считать идеально гладкой, следовательно, трение отсутствует. Шарик движется вдоль радиуса диска с постоянной скоростью v , направленной от центра по радиусу к некоторой точке A на краю диска. Если диск не будет вращаться, то шарик, двигаясь по радиусу, упадет в точку A .

Если диск заставить вращаться с какой-то угловой скоростью ω относительно оси, проходящей через его центр, то к тому моменту, когда шарик достигнет края диска, на месте точки A окажется другая точка. Выведем формулу для расчета данной силы. Пусть тело массой m движется относительно равномерно вращающейся по окружности системы отсчета K' , лежащей в плоскости, перпендикулярной к оси вращения ω , с центром O на оси вращения. Скорость тела относительно вращающейся системы K' будем обозначать через v_1 . В неподвижной системе отсчета K тело движется по окружности, и ее линейная скорость $v = v_1 + \omega R$.

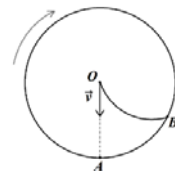
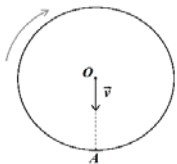
Для того чтобы тело двигалось относительно неподвижной системы отсчета K по окружности со скоростью $v = v_1 + \omega R$, на него должна действовать направленная к центру окружности сила F .

$$F = \frac{mv^2}{R} = \frac{m(v_1 + \omega R)^2}{R} = m \frac{v_1^2}{R} = 2mv_1\omega + mR\omega^2. \text{ Относительно вращающейся системы отсчета } K' \text{ в этом}$$

случае тело движется с ускорением $a = \frac{v_1^2}{R}$.

Из полученного выше уравнения второго закона Ньютона для тела получаем: $m \frac{v_1^2}{R} = F - 2mv_1\omega + mR\omega^2$.

Первое слагаемое понятно: это сила натяжения нити, которая одинакова как для инерциальной, так и для неинерциальной систем. Третье слагаемое – это направленная по радиусу центробежная сила инерции. Второе слагаемое и есть сила Кориолиса. В нашем случае она также направлена от центра, но зависит от скорости тела. Модуль кориолисовой силы в нашем случае равен $2mv_1\omega$. Ее направление совпадает с движением правого винта, ручка которого поворачивается от вектора скорости v_1 к вектору угловой скорости ω . В общем случае сила Кориолиса определяется как $\vec{F}_K = 2m\vec{v}_1 \cdot \vec{\omega}$.



Если тело движется во вращающейся системе отсчета, то помимо центробежной силы на неё действует ещё одна сила.

Сила Кориолиса возникает не только при движении тела по вращающейся платформе, но и в том случае, когда тело движется по поверхности шара, к примеру, по поверхности Земли. Используя правило буравчика, можно говорить, что отклонение тела от траектории в северном полушарии всегда происходит вправо, а в южном полушарии – влево. Земля вращается против часовой стрелки, если смотреть с северного полюса. Следовательно, вектор угловой скорости ω направлен вдоль оси вращения вверх.

Список литературы

1. Исаченкова, Л. И. Физика : учеб. пособие / Л. И. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е. В. Захаревич. – Минск : Народная асвета, 2019. – 213 с.
2. Савельев, И. В. Курс физики / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1989. – 268 с.
3. Хайкин, С. Э. Физические основы механики / С. Э. Хайкин. – М. : ГИФМЛ, 1963. – 395 с.

Сведения об авторе: Соболев Ирина Дмитриевна, ГУО «Гимназия № 4 имени Д. В. Казакевича г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Сведения о научном руководителе: Мисюля Иван Иванович, ГУО «Гимназия № 4 имени Д. В. Казакевича г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Д. В. СОРОКИН, А. П. БАЗЮК

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЖИДКОСТИ

В работе исследованы зависимости нагревания жидкости в сосуде от различных факторов, даны рекомендации, способствующие нагреву жидкости в походных условиях.

Мы часто ходим на прогулку в лес, в походы и обязательно берем с собой воду или чай. Когда долго гуляешь, питье охлаждается, особенно в холодное время года. Чтобы не заболеть, выпив холодную жидкость, мы решили проверить, как в походных условиях можно нагреть жидкость.

Цель работы: установить зависимость нагревания жидкости в сосуде от различных факторов и дать рекомендации по этой теме.

На практическом этапе работы исследовались факторы, влияющие на изменение температуры жидкости. Исследования проводились при одинаковых начальных условиях. Брли бутылку с водой комнатной температуры и трясли ее с водой 100 раз, затем измеряли температуру жидкости.

На первом этапе мы взяли сосуды разных объемов (0,33 л.; 0,5 л.; 0,85 л.; 1 л.; 1,5 л.; 2 л.), налили в них воду одинакового объема и одинаковой температуры. На данном этапе работы исследовали, как влияет объем сосуда на изменение температуры жидкости. Исследования показали, чем больше объем сосуда, тем больше нагревается жидкость. Мы считаем, что это связано с тем, что при большем объеме сосуда больше меняется высота подъема и падения жидкости. Соответственно, больше изменяется и потенциальная энергия, большая работа выполняется над жидкостью, соответственно, жидкость больше нагревается.

На следующем этапе работы мы решили проверить, как на температуру влияет объем жидкости в сосуде. При выполнении данного этапа взяли бутылку объемом 2 литра и жидкость комнатной температуры. Далее с помощью мензурки вливали в бутылку разные объемы. Исследования показали, что чем больше объем жидкости в сосуде, тем меньше нагревается жидкость. Мы считаем, что уменьшение разности температур жидкости происходит из-за увеличения массы жидкости, так как количество теплоты прямо пропорционально массе и разности температур.

На следующем этапе работы исследовали, как на изменение температуры жидкости в сосуде влияет количество встрясок. При выполнении данного опыта взяли бутылку объемом 2 литра, воду комнатной температуры. Трясли сосуд 100 раз, измеряли температуру жидкости, закрывали сосуд и продолжали трясти дальше, измеряя температуру после встряски каждые 100 раз. Исследования показали, что при увеличении количества встрясок растет и температура жидкости, хотя и неравномерно.

Далее провели те же действия, что и в предыдущем опыте, но с помощью термоса объемом 2 литра. Видно, что в бутылке нагрев со временем становится меньше, а в термосе он остается более постоянным. Мы считаем, что это связано с тем, что в бутылке при нагревании жидкости происходит теплообмен с окружающей средой.

Далее решили проверить, как на температуру жидкости влияет температура окружающей среды. Взяли бутылку объемом 2 литра и жидкость комнатной температуры, налили в сосуд воду и начали трясти ее, а потом находили изменение температуры. Этот эксперимент проводили при разных температурах окружающей среды. Исследования показали, что окружающая среда влияет на нагревание жидкости. После этого проверяли, как на нагрев жидкости в сосуде влияет обмотка сосуда. При выполнении данного этапа взяли бутылку, которую обмотали сначала в фольгу, а потом в бумагу и жидкость комнатной температуры. Налили в сосуд воду и начали трясти его, а потом находили изменение температуры. Исследования показали, что обмотка влияет на нагревание жидкости.

Измерили изменение температур жидкости в сосуде в зависимости от добавляемых в жидкость веществ. При выполнении данного этапа взяли бутылку объемом 2 литра, а в качестве добавок в воду – сахар, соль, чай (1 чайная ложка) и железный болт. Далее налили в сосуд воду, бросили в воду поочередно разные добавки и трясли бутылку. Исследования показали, что добавки влияют на нагрев воды. Больше всего нагрелась сладкая вода. Далее мы решили провести этот эксперимент с самой лучшей добавкой – сахаром. Исследования показали, что при изменении количества сахара тоже меняется нагрев жидкости. Считаем, что это связано с изменением удельной теплоёмкости вещества.

Список литературы

1. Внутренняя энергия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://foxford.ru/wiki/fizika/vnutrennyaya-energiya?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F. – Дата доступа 20.01.2019.

Сведения об авторах: Сорокин Дмитрий Вадимович, ГУО «Гимназия № 1 г. Островца Гродненской области», г. Островец, Республика Беларусь, sorokindm08@gmail.com.

Базюк Анастасия Павловна, ГУО «Гимназия № 1 г. Островца Гродненской области», г. Островец, Республика Беларусь, tanyabaziuk87@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Базюк Татьяна Ивановна, ГУО «Гимназия № 1 г. Островца Гродненской области», г. Островец, Республика Беларусь, tanya_8787@list.ru.

Д. С. СТЕПАНЦЕВИЧ, Д. А. ПЕТУШОК ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИИ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ

В исследовании рассматриваются методы определения прозрачности и концентрации нерастворимых частиц в коллоидных растворах, что напрямую влияет на качество жидкостей, используемых в быту и производстве. Главной целью работы является создание прибора для измерения концентрации частиц в растворах на примере $KMnO_4$ и $CaCO_3$, а также исследование жирности молока.

Жизнь на Земле зародилась в растворах. Без них она немыслима и сегодня. Человека везде окружают жидкости – чистые химические соединения (бензин, спирты, масла) или растворы других веществ (кислот, солей, щелочей). Отдельно стоят коллоидные растворы – взвеси мельчайших нерастворимых веществ в воде (молоко, кровь, раствор мела и др.) [4].

Актуальность: К каждой из жидкостей человек предъявляет особые специфические требования, которые нуждаются в оценке и контроле. К ним следует отнести количественный состав, прозрачность, цвет и другие физические и химические составляющие, нужные нам.

Цель: определение прозрачности и концентрации нерастворимых частиц веществ в коллоидных растворах.

Задачи:

- создать прибор, способный измерять концентрацию нерастворимых частиц веществ в коллоидных растворах;
- провести опыты с растворами $KMnO_4$, $CaCO_3$;
- исследовать жирность молока.

Предмет исследования: коллоидные растворы и их прозрачность.

Объект исследования: прибор, способный измерять концентрацию нерастворимых веществ в смесях, растворы $KMnO_4$, $CaCO_3$, жирность молока.

Для определения прозрачности и связанной с ним количеством красителя или взвеси предложен метод определения некоторых характеристик растворов, основанный на поглощении и дисперсии света. В зависимости от концентрации (количества частиц в единице объёма раствора) интенсивность света, проходящего через сосуд с раствором, будет изменяться. Если прозрачность чистой дистиллированной воды принять за единицу, то прозрачность иных растворов можно оценить как часть от неё [5].

Методы исследования: При прохождении света через коллоидный раствор часть света рассеивается и поглощается. В зависимости от концентрации (количества частиц в единице объёма раствора) количество света, проходящего через сосуд с коллоидным раствором, будет изменяться. Для фиксирования и оценки световой энергии, прошедшей через раствор, можно использовать фотоэлемент, подключенный к чувствительному гальванометру. Для измерения концентрации нерастворимых веществ (и растворимых красителей, или солей имеющих цвет) нами изготовлен прибор, позволяющий решить эту задачу. Конструкция создана на основе прибора для изучения законов фотометрии, ранее использовавшегося в школах при изучении соответствующей темы, к сожалению не изучаемой теперь в курсе физики средней школы [1].

Прозрачность коллоидных растворов зависит от концентрации примесей. Ее можно определить, исследуя поглощение и рассеяние света раствором по показаниям прибора.

По графику зависимости показаний прибора от жирности молока можно определить жирность неизвестного образца. Точность определения до 0,1 %, что достаточно для бытовых и производственных нужд.

Сконструирован прибор, способный измерять концентрацию нерастворимых веществ в коллоидных растворах. Его можно применять для определения пропускной способности цветных прозрачных жидкостей, т. е. коэффициента поглощения света.

В настоящее время мы делаем стационарный компактный прибор для определения жирности молока. Его действие основано на принципе действия нашего прибора для определения концентрации примесей в жидких коллоидных растворах.

В дальнейшем использование прибора возможно для определения процентного содержания эритроцитов в крови человека или животных.

Подобные приборы можно применять в пищевой промышленности (прозрачность напитков), в нефтеперерабатывающей промышленности (наличие твёрдых примесей и присадок в бензине, масле) и других направлениях деятельности человека связанных с коллоидными растворами.

Список литературы

1. Аксенович, Л. А. Физика : учеб пособие / Л. А. Аксенович, Н. Н. Ракина, К. С. Фарино. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2004. – С. 720.
2. Барабанщиков, Н. В. Контроль качества молока на ферме / Н. В. Барабанщиков. – М. : Агропромиздат, 1986. – 212 с.
3. Демонстрационные опыты по физике в средней школе : метод. материал / В. А. Буров [и др.] ; под ред. А. А. Покровского. – М. : Просвещение, 1974. – 272 с.
4. Макарова, О. В. Шпаргалка по теоретической химии : пособие / О. В. Макарова. – М. : Просвещение, 2008. – 125 с.
5. Как проверить жирность молока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atl-ltd.ru/publications/opredelenie-zhirnosti-moloka-v-laboratornyh-usloviyah>. – Дата доступа: 12.11.2023.
6. Методы определения жира в молоке и молочных продуктах и необходимое оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://labmoloko.ru/stati/metody-opredeleniya-zhira-v-moloke-i-molochnyx-produktax-i-neobходимое-oborudovanie>. – Дата доступа: 12.11.2023.

Сведения об авторах: Степанцевич Дмитрий Сергеевич, учащийся 11 класса ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Петушок Дмитрий Александрович, учащийся 11 класса ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Сведения о научном руководителе: Криницкая Оксана Ивановна, учитель физики высшей категории ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

М. И. ТКАЧЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ: ЧТО ТАКОЕ КУМУЛЯТИВНЫЙ ЭФФЕКТ (СТРУЯ) И КАК ПРОИСХОДИТ КУМУЛЯТИВНЫЙ ЭФФЕКТ (СТРУЯ)

Исследуется появление кумулятивного эффекта (струи). Изучаются оптимальные условия для проведения эксперимента «Пинг-понг ракета».

Мы исследовали, откуда появляется кумулятивный эффект (струя) и как он работает. Также мы провели исследование эксперимента «Пинг-понг ракета» в последних физических боях, потому что в нём была задействована данная тема. В исследовании мы изучили оптимальные условия для проведения эксперимента, определили силы сопротивления, провели расчёты.

Цель исследования: используя общедоступные, известные данные и физические законы, определить откуда берется кумулятивный эффект, и какими свойствами он обладает. Также мы предложим идеи, как и где может применяться кумулятивная струя. Главной целью является повысить осведомленность учащихся в понимании кумулятивного эффекта.

Кумулятивный эффект – это эффект концентрации энергии в одном направлении, а возникающая при этом струя называется кумулятивной струей. Он, кумулятивный эффект, используется в исследовательских целях (возможность достижения больших скоростей вещества – до 90 км/с), в горном деле, в военном деле (бронебойные снаряды).

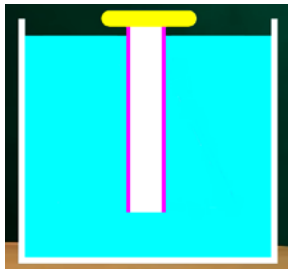
«Что такое кумулятивный эффект (струя)?»

Кумулятивный эффект – это эффект концентрации энергии в одном направлении, а возникающая при этом струя называется кумулятивной струей.

«Как происходит кумулятивный эффект (струя)?»

Данный вопрос мы разберем на примере самых разнообразных кумулятивных струй.

№ 1



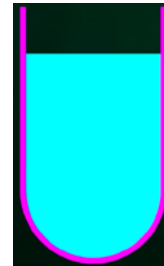
№ 3



№ 2

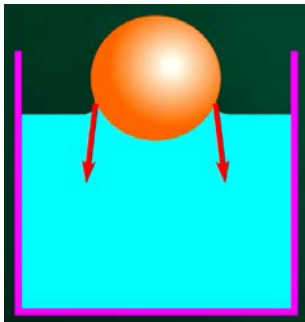


№ 4



Исследование эксперимента «Пинг-понг ракета».

Мы провели исследование эксперимента «Пинг-понг ракета» в последних физических боях, потому что в нём была задействована данная тема.



Суть эксперимента заключается в том, что нужно поместить мяч для пинг-понга в ёмкость с водой. И отпустить с некоторой высоты. Когда ёмкость упадёт на землю, мяч поднимется на большую высоту. Нужно вычислить на какую высоту поднимется шарик.

Происходил эксперимент в тех же условиях, как и в опыте № 4. Только вместо пробирки использовались другие ёмкости, например, стаканчик. К тому же в стакане плавал шарик, и чтобы он находился ровно по центру, и в следствии летел вертикально, мы раскручивали воду в нём.

Во время полёта шарика на него оказывают сопротивление 2 силы (силы тяжести + сопротивление воздуха). В наивысшей точке только сила тяжести.

Архимедова сила появляется за счет гидростатического давления, а гидростатическое давление создаётся силой тяжести, в невесомости гидростатическое давление исчезает и остаются только силы поверхностного натяжения (рис. 1).

Вывод: Мы исследовали, откуда появляется кумулятивный эффект (струи), и как он работает на примере различных кумулятивных струй. Также мы провели исследование эксперимента «Пинг-понг ракета» в последних физических боях, потому что в нём была задействована данная тема. В исследовании мы изучили оптимальные условия для проведения эксперимента, определили силы сопротивления, провели расчёты. Главное, мы повысили осведомленность учащихся в понимании кумулятивного эффекта.

Список литературы

1. Покровский, Г. И. Гидродинамические механизмы [Электронный ресурс] / Г. И. Покровский. – Режим доступа: <https://readli.net/gidrodinamicheskie>.
2. Майер, В. В. Кумулятивный эффект в простых опытах [Электронный ресурс] / В. В. Майер. – Режим доступа: http://publ.lib.ru/ARCHIVES/M/MAYER_V.
3. Новосибирский государственный университет. Физический факультет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsu.ru>.
4. Lancemore JP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://youtu.be/sStt8OdiJeY?si=xCoXum_iDXCKXd2k.
5. Методы и результаты экспериментальных исследований фазового состояния кумулятивной струи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-rezultaty-eksperimentalnyh-issledovaniy-fazovogo-sostoyaniya-kumulyativnoy-strui-kratkiy-obzor>.
6. Исаченкова, Л. А. Физика. 9 класс : учеб. пособие / Л. А. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е. В. Захаревич. – Минск : Народная асвета, 2019. – 213 с.

Сведения об авторе: Ткаченко Максим Игоревич, ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета Вахромеева г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Сведения о научном руководителе: Ковалевич Алексей Валерьевич, учитель физики ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета Вахромеева г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Н. Ю. ХВАЛЬ

**АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НУЖД**

В исследовательской работе изучены азы аэродинамики, функции программ XFLR5 и PROFIL и смоделирован беспилотный летательный аппарат, предназначенный для нужд сельского хозяйства.

В настоящее время площади посевных полей требуют постоянного контроля. Но зачастую с плоскости невозможно оценить весь масштаб ситуации на полях. Поэтому для ускорения этого процесса необходимо использовать аэрофотосъемку. Почему же использование БПЛА так важно для сельского хозяйства? Сельское хозяйство без большого объема качественных данных превращается в большую проблему. Около половины «расходных материалов» на растениеводство оказываются просто бесполезными, так как тратятся в количестве большем, чем необходимо. Последствия подобной ситуации могут быть самыми плачевными, вплоть до полной потери урожая.

Появление постоянного контроля посевов при помощи наблюдения с воздуха может оптимизировать затраты химикатов и улучшить урожай. Для этого требуются дешевые, доступные и простые в производстве модели беспилотных аппаратов.

Цель: создать аэродинамическую модель беспилотного летательного аппарата для сельскохозяйственных нужд.

Задачи:

- определить основные технические и геометрические характеристики БПЛА;
- смоделировать корпус БПЛА в программе XFLR5 для проверки аэродинамических качеств;
- изготовить аэродинамическую модель в реальную величину;
- осуществить подбор оборудования;
- произвести пробный запуск.

Гипотеза исследования: использование профессиональных программ категории «виртуальная аэродинамическая труба» является эффективным методом расчета и определения характеристик малых летательных аппаратов для сельскохозяйственных нужд.

Методы исследования: теоретический (анализ различных данных продувок, подбор оборудования по информации в интернете), графический (выполнения чертежа), практический (сравнение различных профилей в программах XFLR5 и PROFIL, изготовление модели беспилотника), экспериментальный (пробный запуск самолета).

После нескольких недель изучения информации, проектирования и сборки был изготовлен работающий прототип сельскохозяйственного беспилотного летательного аппарата.

Во время исследования были изучены азы аэродинамики, простейшие функции программ XFLR5 и PROFIL и применены на практике. Можно считать возможным использование специальных программ для разработки сверхлегких летательных аппаратов. Доказательство этому – пробные запуски, которые показали удачность выбранных параметров.

В будущем, после полной доработки – выбора камер для мультиспектральной съемки и управления, сравнения с будущими прототипами планируется предложить использование данного БПЛА компании ОАО «Агропрепараты». При достаточном совершенствовании бортового оборудования можно будет представить более дешевый и доступный аналог дронам компании «GEOSCAN» или альтернативу дорогому «DJI MAVIC». В связке с опыляющими дронами компании «DJI», можно будет увеличить эффективность использования препаратов, ускорить реагирование на изменение состояния посевов и, как следствие, увеличить будущие урожай.

Список литературы

1. Готтесман, В. Л. Летящие модели самолетов / В. Л. Готтесман. – Киев : Гостехиздат, 1950.
2. Зубарев, Ю. Н. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Д. С. Фомин, А. Н. Чашин, М. В. Заболотнова ; под ред. Ю. Н. Зубарева // Вестн. ПФИЦ. – 2019.
3. Мерзликин, В. Е. Радиоуправляемые модели самолетов / В. Е. Мерзликин. – М. : Изд-во ДОСААФ России, 1982.
4. Обзор мотора A2212 2700 KV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/TYmfZdlGlbA?si=jpeEduEd985hk9O5> – Дата доступа: 03.08.2023.

Сведения об авторе: Хваль Никита Юрьевич, учащийся 11 класса ГУО «Гимназия г. Щучина», г. Щучин, Республика Беларусь, nikitakhval368@mail.ru.

Сведения о научном руководителе: Гудень Ольга Александровна, заместитель директора ГУО «Гимназия г. Щучина», г. Щучин, Республика Беларусь, olgaguden30@mail.ru.

А. С. ЧЕРВЯКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Исследуется закон сохранения механической энергии при помощи самодельной установки. Собрана установка, проведены экспериментальные исследования закона сохранения механической энергии и показаны возможности применения этой установки при проведении лабораторных работ.

В повседневной жизни нас окружают многие физические процессы. Задачей исследовательской работы было смастерить самому прибор, который будет наглядно показывать физические процессы. Возникла идея создать установку, показывающую превращение энергии из одной формы в другую. На мой взгляд, это показалось очень перспективной идеей, ведь законы сохранения мы изучаем более углубленно в 9 классе.

Цель исследовательской работы: исследовать закон сохранения механической энергии при помощи самодельной установки.

Определены следующие задачи:

1. Собрать установку для экспериментальной проверки закона.
2. Провести экспериментальное исследование закона сохранения механической энергии.
3. Показать возможность применения установки при проведении лабораторных работ.

Объект исследования: движение металлического шарика.

Предмет исследования: установка, демонстрирующая закон сохранения и превращения энергии.

Рабочая гипотеза: потенциальная энергия шарика в верхней части траектории должна полностью перейти в кинетическую энергию в конце движения по заданной траектории.

Методы исследования: наблюдение, проведение эксперимента, анализ полученных результатов.

1. Теоретические основы эксперимента.

Полная механическая энергия замкнутой физической системы, состоящей из двух тел, в которой действуют только консервативные силы, сохраняется. Подчеркнем, что закон выполняется и для замкнутой системы, состоящей из любого количества тел при условии, что силы между ними, являются консервативными.

$$E = E_k + E_p.$$

2. Принцип работы устройств.

Система состоит из груза, наматывающегося нитью на шкив вала, вал закрепляется горизонтально в установке при помощи двух подшипников, с противоположной стороны шкива на валу размещается кривошип, шатун прикреплен на кривошип, шатун передает поступательное движение поршню, перемещающемуся по вертикальной трубке, труба имеет два отверстия для входа и выхода шарика, сверху поршня размещается металлический шарик, шарик движется по желобу, имеющему форму окружности.



За основу взаимодействия системы «поршень-вал» взят принцип работы кривошипно-шатунного механизма, используемого в двигателях внутреннего сгорания. Поскольку шарик движется по желобу, будет возникать сила трения в местах соприкосновения шарика с желобом.

3. Практическая часть.

Потенциальная энергия шарика в верхней части траектории движения шарика $E_p = mgh = 0,00579$ Дж = 5,78 мДж.

Конечная скорость движения шарика $v = 0,633$ м/с.

Полная кинетическая энергия шарика в конце пути равна сумме энергии поступательного и вращательного движения ($E_k = E_{\text{пост}} + E_{\text{вращ}}$). $E_{\text{пост}} = mv^2/2 = 2,364$ мДж, $E_{\text{вращ}} = mv^2/5 = 0,000946$ Дж = 0,946 мДж. $E_k = 3,31$ мДж.

Потери энергии составили 43 %. При использовании шарика большей массы я получил всего 20 % потери энергии, которая пошла на преодоление силы трения. Как видим из результатов опыта, мы не подтвердили нашу гипотезу – не вся потенциальная энергия шарика в начале движения перешла в кинетическую энергию в конце пути. Это обусловлено наличием двух факторов: сила трения шарика о воздух, сила трения шарика о желоб (желоб изготовлен из мягкого пластика).

В ходе работы было проведено теоретическое обоснование и практическое исследование закона сохранения и превращения механической энергии. В результате эксперимента задачи работы были выполнены:

- я придумал и собрал установку для демонстрации закона сохранения энергии.
- при проверке закона сохранения и превращения механической энергии я получил следующие результаты:
 - Потенциальная энергия шарика равна 7,36 мДж;
 - Полная кинетическая энергия шарика равна 5,88 мДж;
 - Потери энергии составили 20 %.

Данную установку для демонстраций можно применять при прохождении следующих тем:

- «Сила трения. Сила сопротивления среды».
- «Явление тяготения. Сила тяжести».
- «Закон сохранения энергии».
- «Коэффициент полезного действия. Полезная и полная работа».
- «Криволинейное движение. Линейная и угловая скорости. Ускорение пункта при его движении по окружности».
- «Магнитное поле. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле».

Список литературы

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : учеб. пособие / И. В. Савельев. – 2-е изд., перераб. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. – Т. 1. Механика. Молекулярная физика. – 432 с.
2. Луцевич, А. А. Физика : учеб. пособие / А. А. Луцевич, С. В. Яковенко. – Минск : Выш. шк., 2000. – 495 с.

Сведения об авторе: Червяков Арсений Семёнович, ГУО «Жировичская средняя школа Слонимского района», г. Слоним, Беларусь.

Сведения о научном руководителе: Зимич Владимир Николаевич, учитель ГУО «Жировичская средняя школа Слонимского района», г. Слоним, Беларусь, vl.zimich.2010@gmail.com.

СЕКЦИЯ 2. КОМПЬЮТЕРНОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

А. В. ИОСКЕВИЧ, Р. П. ЛИСОВСКИЙ

БЕСПИЛОТНАЯ СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ В ОПАСНЫХ УСЛОВИЯХ

В работе представлен вариант автоматизации процесса пожаротушения. Изучены плата ARDUINO UNO и программы Proteus, Solid Works. Разработан план действий роботов.

Робототехника – это современная наука, использующая постоянные достижения машиностроения, материаловедения, изготовления сенсоров, технологий производства и передовых алгоритмов. Изучение робототехники откроет любителю или профессионалу новые возможности в применении робототехнических проектов в различных областях деятельности

Роботы чаще всего встречаются в промышленности, где с их помощью удалось полностью автоматизировать большинство производственных задач. Но, кроме того, умные машины все больше задействуются в военной отрасли, медицине, сфере обслуживания и потребительском секторе.

Основная цель создания роботов – избавление человека от выполнения тяжелой, опасной или рутинной работы. Попросту говоря, это помощь: устройства должны не заменить человека полностью, но освободить его мысли и руки от монотонной работы. Это позволяет человеку сосредоточиться на разработке уникальных проектов и выполнении задач, где требуется не только точность, но и интуиция, индивидуальный вкус и опыт, а роботу – помочь достичь максимальных показателей эффективности и производительности.

Роботы также активно используются в сельском хозяйстве. Зачастую, это радиоуправляемые тракторы и плуги, но все более широкого применения приобретают беспилотные летательные аппараты, которые аграрии используют для картографирования своих угодий и регулярного осмотра культур.

Цель проекта: автоматизировать процесс пожаротушения.

Задачи проекта:

1. Изучить плату ARDUINO UNO.
2. Изучить программирование микроконтроллеров на языке Arduino IDE.
3. Изучить программы Proteus, Solid Works.
4. Разработать план действий роботов.
5. Создать схемы в Proteus.
6. Собрать роботов и запрограммировать их.

В основу системы управления включен микроконтроллер ATMEGA328P. Он отвечает за кодовую часть системы, а также является органом управления. Мотор 6 В представляет собой электрический двигатель, способный работать различных электронных устройствах, где требуется небольшая мощность и умеренные скорости вращения. Беспаяная макетная плата представляет собой средство для изготовления прототипа электронного устройства без применения пайки. Во избежание поломок и ошибок перед сборкой робота вся электроника была протестирована в Proteus.

Proteus – среда для проектирования и отладки электронных устройств, в том числе выполненных на основе микроконтроллеров различных семейств.

Преимущества Proteus:

- выполнение всех этапов разработки электронного устройства на основе микроконтроллера в единой среде;
- возможность написания, отладки и тестирования микропрограммного обеспечения еще до физического изготовления опытного образца системы;
- генерируемые диагностические сообщения (например, при выполнении непредусмотренной инструкции) как со стороны ЦПУ, так и со стороны моделей устройств ввода-вывода, позволяют обнаружить сложные в поиске ошибки программирования;
- ускоряет процесс разработки электронного устройства;

Для «Робота-пожарника» был разработан корпус. Для этого была использована программа SolidWorks. После моделирования корпус был вырезан из пластика.

В качестве основного средства программирования для проекта рассматривалось 2 варианта: Arduino IDE и CodeVisionAVR. Мы выбрали Arduino IDE.

При ходе работы была запрограммирована плата Arduino uno r3. Детали были сделаны с помощью программы SolidWorks2020. Система, управляющая действиями, была запрограммирована с помощью Arduino ide. Постановленная задача была выполнена. Был достигнут ожидаемый результат. Робот тушит пожар. Маневрирует между препятствия с помощью датчиков, сам находит место возгорания и тушит его. Данная работа может быть улучшена с помощью добавления камеры для просмотра работы робота на расстоянии, а также добавить выбор управления ручное/автоматическое.

Список литературы

1. Предко, М. Устройства управления роботами / М. Предко. – М. : ДМК пресс, 2005. – 324 с.
2. Заверотов, В. А. От идеи до модели / В. А. Заверотов. – М. : Просвещение, 2006. – 144 с.
3. Петрова, М. В. Алгоритмизация и программирование задач : метод. указания / М. В. Петрова. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 32 с.
4. Корендясева, А. И. Манипуляционные системы роботов / А. И. Корендясева. – М. : Машиностроение, 1989. – 472 с.
5. Беспаячная макетная плата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://go-radio.ru/bespaechnaya-maketnaya-plata.html>. – Дата доступа: 12.09.2023.
6. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 12.09.2023.
7. Mentamore.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mentamore.com/robototexnika/roboty-v-povsednevnoj-zhizni-cheloveka.html>. – Дата доступа: 12.09.2023.
8. Робототехника18. РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://роботехника18.рф/> Дата доступа: 12.09.2023.
9. Arduino Uno R3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hcomp.ru/downloads/arduino/UNOr3/arduino_uno_r3_RUS.pdf Дата доступа: 12.09.2023.

Сведения об авторах: Иоскевич Арсений Витальевич, ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Лисовский Роман Петрович, учащийся 10 класса, ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Сведения о научных руководителях: Криницкая Оксана Ивановна, учитель физики высшей категории ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Камардина Анастасия Игоревна, учитель математики и информатики второй категории ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

И. КАЗЕЦ

СОЗДАНИЕ УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ

Описан процесс создания устройства, сигнализирующего об оставлении ключа в замочной скважине.

Не так давно я потерял ключи от своей квартиры. Я искал их абсолютно везде и никак не мог найти. Оказалось, что ключи остались в замочной скважине. И тут я начал думать, как же можно избежать таких ситуаций в дальнейшем.

Немого позже на уроке физики мы изучали тему «Электрический ток». И тут мне пришла идея создания сигнализирующего устройства, используя знания, полученные по этой теме

Цель исследования: создать устройство, сигнализирующее об оставлении ключа в замочной скважине.

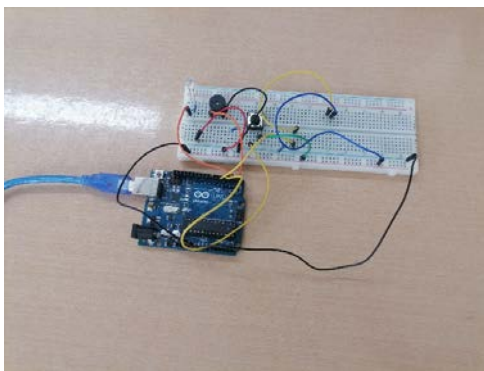


Рисунок 1

Пользователь вставляет в замок ключ, издаётся двойной звуковой и световой сигнал. Далее поворачивает замок и достаёт ключ. Если по какой-то причине ключ остался в замке на длительное время, то начинается продолжительный двойной звуковой сигнал.

Создаём датчик ключа, используя знания по теме электропроводимость металлов. Мы знаем, что ключ проводит электрический ток. Им мы можем замыкать контакты (провода). Замыкание будет считывать микроконтроллер. Если по какой либо причине контакт замкнут на длительное время (устанавливается программой) (т. е. ключ оставлен в замочной скважине), будет срабатывать сигнализирующее устройство, состоящее из светодиода и активного пьезоизлучателя. Мы создали и исследовали прибор, который в будущем может нас обезопасить. В результате исследования получено представление о некоторых свойствах устройства.

Получен ответ на вопрос, который ставился перед началом работы сконструировать и проверить устройство. В процессе выполнения работы решены следующие задачи: изучение электропроводимости металлов, управление микроконтроллером с помощью программного кода.

Сведения об авторе: Казец Иван, ГУО «Гимназия № 2 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, vankazets@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Сакута Наталья Александровна, ГУО «Гимназия № 2 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Р. В. КОВАЛЕВСКИЙ

УМНАЯ КОЛОНКА С ГОЛОСОВЫМ АССИСТЕНТОМ НА БАЗЕ RASPBERRY PI 3В

Рассматривается процесс создания свободного прототипа устройства умной колонки с голосовым ассистентом, использующим в своей базе модель обработки естественного языка.

Современные персональные ассистенты могут быть представлены как в виде программ для вычислительных машин, так и в виде отдельных устройств. Они обладают довольно обширным функционалом, но большинство из них страдает несколькими проблемами – несовершенством понимания человеческого языка, а как следствие неспособностью поддерживать нормальный разговор с пользователем, и закрытостью программного кода.

Первую проблему возможно решить использованием моделей обработки естественного языка – разновидностью нейронных сетей, нацеленной на поддержание конструктивного диалога с пользователем. Вторую же проблему можно было бы решить довольно просто – производителям и разработчикам программного обеспечения для персональных ассистентов достаточно было бы открыть исходный код.

Целью данного проекта является создать свободный прототип устройства умной колонки с голосовым ассистентом, использующим в своей базе модель обработки естественного языка, реализовать функции по управлению умным домом.

В качестве управляющего модуля используется Raspberry Pi 3 Model B. Для реализации проекта выбрана модель обработки естественного языка Alrasa. Для работы модели используется сервер, который принимает данные от Raspberry Pi 3, отдает их модели, а ответ возвращает обратно.

Скрипт на Python, запускаемый на микрокомпьютере, в начале своей работы анализирует локальную сеть, находит IP-адреса всех устройств, подключённых к ней, после чего среди списка устройств пытается найти умную лампу, отправляя GET-запрос на адреса «/info» каждого IP-адреса. Далее происходит подключение к MQTT-брокеру, в который отправляются данные об устройствах в сети Zigbee. Затем программа начинает постоянно анализировать звуковой поток с микрофона, собранного по схеме, изображенной на рисунке 1 и при произношении пользователем ключевой фразы «ассистент» переходит в режим прослушивания запроса. Запрос, начинающийся со слова «запрос», будет отправляться на сервер для обработки моделью. При запросе «который час?» озвучивается текущее время, а при запросе «день недели» текущий день недели.

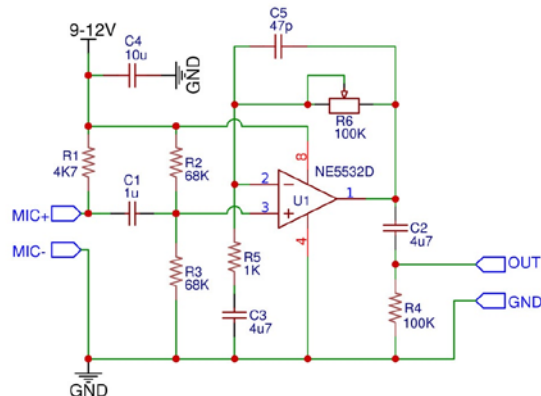


Рисунок 1 – Принципиальная схема микрофона

Для демонстрации функций голосового ассистента по управлению умным домом используется устройство на основе микроконтроллера ESP8266 в виде настольного светильника. В основе устройства лампы, которой управляет умная колонка, лежит плата NodeMCU V3. К её цифровым пинам подключается датчик DHT11 и адресная светодиодная лента WS2812B (рис. 2).

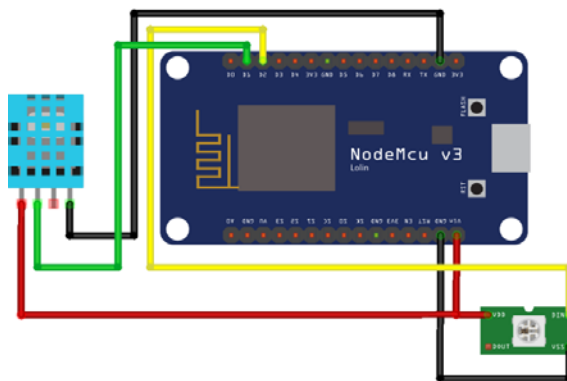


Рисунок 2 – Схема подключение датчиков к плате NodeMCU V3

При запуске устройство подключается к сети Wi-Fi, во время этого воспроизводится анимация «дыхания» светодиодной ленты. Окончание анимации означает то, что устройство подключилось к сети. После подключения устройство создаёт веб-сервер в локальной сети, к которому можно обращаться по протоколу HTTP. Для идентификации устройства в локальной сети при обращении по адресу «/info» сервер выдаёт ответ в виде JSON, содержащего информацию об устройстве. Для получения информации с датчика нужно сделать запрос по адресу «/dht», а для управления светодиодной лентой – POST-запрос по адресу «/led», содержащий информацию о цвете и/или яркости.

При запросах «температура» и «влажность» озвучивается температура и влажность с датчика DHT11, установленного в умной лампе. Если запрос начинается со слова «лампа», то происходит отправка информации о цвете и (или) яркости, которые нужно установить (например, «лампа цвет красный яркость восемьдесят» или «лампа цвет синий»). Если в запросе будет найдено имя устройства в сети Zigbee и параметр, передаваемый им, то этот параметр будет озвучен.

Разработанное устройство обладает базовыми функциями голосового ассистента, имеет слабый искусственный интеллект на основе модели обработки естественного языка и обладает функциями по управлению умным домом.

Преимуществами проекта, в сравнении с существующими конкурентами на рынке, являются: открытый исходный код, наличие встроенной языковой модели, а также возможность интеграции со сторонними сервисами.

Устройство имеет возможность интеграции в системы умного дома, построенные на протоколе Zigbee, выступая как шлюз, способный преобразовывать голосовые команды от пользователя в команды для модулей умного дома с возможностью его подключения к системе Home Assistant для управления умным домом с помощью мобильного приложения.

Список литературы

1. Alpaca – Humans AI Models for Image generation [Электронный ресурс]: AlpacaML Inc. All right reserved – Режим доступа: <https://www.getalpaca.io>. – Дата доступа: 10.02.2023.
2. Zigbee – Wikipedia [Электронный ресурс]: The Wikimedia Foundation, Inc – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Zigbee> – Дата доступа: 07.01.2024.
3. 5V USB Audio Amplifier Circuit using NS8002 [Электронный ресурс]: Circuits-DIY. – Режим доступа: <https://www.circuits-diy.com/5v-usb-audio-amplifier-circuit-using-ns8002/> – Дата доступа: 17.11.2023.
4. Делаем качественный микрофон для блогера и не только. Очень просто! [Электронный ресурс]: Hi Dev! – Режим доступа: <https://www.hi-dev.ru/projects/hi-dev-micro>. – Дата доступа: 17.11.2023.

Сведения об авторе: Ковалевский Роман Вячеславович, учащийся 9 «В» класса ГУО «Гродненская городская гимназия имени А. И. Дубко», г. Гродно, Республика Беларусь, kovalevskij1roman@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Матус Андрей Анатольевич, учитель физики ГУО «Гродненская городская гимназия имени А. И. Дубко», г. Гродно, Республика Беларусь, andrei.matus@yandex.ru.

Н. А. КУДЕРКО, А. И. КОЩИЦ

VR-СИМУЛЯТОР ИГРЫ «МИНИ-ГОЛЬФ»

Исследование посвящено разработке VR-симулятора игры «Мини-гольф» в среде Unity VR.

Виртуальная реальность – созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, осязание и другие.

Объекты виртуальной реальности обычно ведут себя близко к поведению аналогичных объектов материальной реальности. Пользователь может воздействовать на эти объекты в согласии с реальными законами фи-

зики (гравитация, свойства воды, столкновение с предметами, отражение и т. п.). Однако часто в развлекательных целях пользователям виртуальных миров позволяет больше, чем возможно в реальной жизни (например: летать, создавать любые предметы и т. п.).

Проект нацелен на то, чтобы помочь освоить игру в «Мини-гольф», что позволяет развить такие навыки как глазомер, концентрацию и координацию движений.

Этот симулятор игры ориентирован как на детей, так и на людей старшего возраста. Исходя из выше сказанного, целью проекта является разработать VR-симулятор игры «Мини-гольф» в среде Unity VR. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть возможные приложения для создания симулятора игры;
- разработать 3D модели для симулятора;
- разработать симулятор игры;
- протестировать симулятор игры;
- разработать концепт игры.

Также в работе были задействованы различные скрипты. Скрипт, или сценарий, – это небольшая программа, которая выполняет конкретную задачу. Обычно у скриптов нет своего визуального интерфейса: это код, который запускается по команде, обрабатывает, совершает нужные действия и завершается. Обычно такие программы нужны, чтобы автоматизировать повторяющиеся действия.

При разработке использовался «Unity asset store». Он был нужен для скачивания нужных текстур или же готовых объектов.

Тестирование программного обеспечения – процесс исследования, испытания программного продукта, имеющий своей целью проверку соответствия между реальным поведением программы и её ожидаемым поведением на конечном наборе тестов, выбранных определённым образом

В разное время и в различных источниках тестированию давались различные определения, в том числе:

- 1) процесс выполнения программы с целью нахождения ошибок;
- 2) интеллектуальная дисциплина, имеющая целью получение надежного программного обеспечения без излишних усилий на его проверку;
- 3) техническое исследование программы для получения информации о её качестве с точки зрения определённого круга заинтересованных лиц проверка соответствия между реальным поведением программы и её ожидаемым поведением на конечном наборе тестов, выполненных определённым образом;
- 4) процесс наблюдения за выполнением программы в специальных условиях и вынесения на этой основе оценки каких-либо аспектов её работы;
- 5) процесс, имеющий целью выявление ситуаций, в которых поведение программы является неправильным, нежелательным или не соответствующим спецификации;
- 6) процесс, содержащий в себе все активности жизненного цикла, как динамические, так и статические, касающиеся планирования, подготовки и оценки программного продукта и связанных с этим результатов работ с целью определить, что они соответствуют описанным требованиям, показать, что они подходят для заявленных целей и для определения дефектов.

Поставленные цели, задачи были выполнены в полном объеме. Проанализирована актуальность и перспективность данного метода. Проведено сравнение с конкурентами. Выявлены точки роста и недостатки. После окончательной доработки можно предоставить программу в свободный доступ.

Основываясь на отличительных чертах технологии VR, мы выбрали именно её для реализации нашей идеи. Для этого был выбран игровой движок Unity. Данный движок позволяет создавать приложения, работающие на более чем 25 различных платформах, включая ПК, игровые консоли, мобильные устройства, интернет-приложения и другие. Основными преимуществами Unity являются наличие визуальной среды разработки, поддержки и модульной системы компонентов. При помощи этой программы написаны тысячи игр, приложений, математических моделей, которые охватывают множество платформ и жанров. Unity обладает всеми нужными средствами для комфортной работы в VR. При этом Unity используется как крупными, так и отдельными разработчиками.

Список литературы

1. Курс «Супер Blender»/VideoSmile [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cloudlessons.ru/online/about-course.html?id=416>. – Дата доступа: 22.04.2023.
2. Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/otus/blog/557832>. – Дата доступа: 22.04.2023.
3. Технологии виртуальной реальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://psy.su/feed/9265>. – Дата доступа: 22.04.2023.
4. Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/CreatingAndUsingScripts.html>. – Дата доступа: 22.04.2023.
5. Справочник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://spravochnik.ru/psihologiya/psihologicheskie_issledovaniya_virtualnyh_realnostey. – Дата доступа: 22.04.2023.
6. Пространство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prostranstvo.media/psihoterapija-i-virtualnaja-realnost-vozmozno-li-vzaimodejstvie>. – Дата доступа: 22.04.2023.

7. Прайс, С. С# 9 и .NET 5. Разработка и оптимизация : пер. с англ. / М. Прайс. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2022. – 831, [1] с. – (Серия «Для профессионалов») (Expert insight).

Сведения об авторах: Кудерко Никита Алексеевич, учащийся 11 класса ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Кошиц Артём Иванович, учащийся 11 класса ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Сведения о научных руководителях: Криницкая Оксана Ивановна, учитель физики высшей категории ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Камардина Анастасия Игоревна, учитель математики и информатики второй категории ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

К. А. МОЛОЧКО

BELENERGY – БЕЛОРУССКИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

В основу работы положена разработка веб-ресурса с удобным интерфейсом. В результате работы был разработан веб-ресурс «BELENERGY – белорусские электростанции».

В современном мире энергетика становится основой для устойчивого развития и процветания общества. Энергия играет важную роль во всех сферах жизни: от производства и промышленности до бытового потребления и информационных технологий. Страны всего мира активно работают над развитием своих энергетических систем, стремясь к увеличению энергоэффективности и диверсификации источников энергии.

Республика Беларусь является одной из стран, где энергетика играет важную роль в национальном развитии. Этот важный сектор экономики стремительно развивается, сосредотачивая усилия на совершенствовании инфраструктуры, повышении производительности и энергоэффективности. В рамках энергетической стратегии Беларуси одним из ключевых направлений является электрификация, которая не только улучшает доступ населения к энергии, но и способствует модернизации промышленности, сельского хозяйства и транспорта.

Цель нашего проекта – разработать структурированный веб-ресурс, который не только будет информировать пользователей о состоянии энергетической отрасли Республики Беларусь, но и станет важным инструментом для принятия решений в области энергетической политики, инвестиций и научных исследований.

В контексте этой направленности нами был разработан веб-ресурс «BELENERGY – белорусские электростанции», предназначенный для ознакомления пользователей с процессами электрификации в Республике Беларусь. Сайт «BELENERGY – белорусские электростанции» выполняет ряд важных функций, предоставляя пользователям полезную и достоверную информацию о различных аспектах энергетики в Республике Беларусь. В рамках предметной области сайт осуществляет следующие функции: обзор БелАЭС, обзор самых мощных ТЭЦ, обзор самых мощных ГЭС, история развития ветроэнергетики, общая история зарождения энергетики в Республике Беларусь.

Для обеспечения актуальности и достоверности информации все данные о предприятиях были собраны из открытых источников, таких как новостные сайты, официальные веб-ресурсы предприятий электроэнергетики, отчеты и публикации.

При разработке нашего проекта использовались такие среды разработки как HTML, CSS, SCSS (Sassy CSS), JS, PHP, Bootstrap, Nette фреймворк.

Основными технологиями, используемыми в разработке веб-ресурса, являются HTML, CSS, SCSS, JavaScript, а также фреймворк Nette для серверной части и PHP в качестве роутера. Использование Bootstrap позволит создать современный и адаптивный дизайн, обеспечивая при этом простоту и удобство взаимодействия с интерфейсом.

Ниже приведено описание ключевых элементов программного средства:

1. Главная страница.
2. Страницы обзора электростанций.
3. Страницы истории развития энергетики в Беларуси.
4. Функциональные элементы Header и Footer.

Важным аспектом разработки является гибкость и масштабируемость проекта. В настоящее время веб-ресурс ориентирован на предоставление информации об электростанциях, однако с использованием выбранных технологий и фреймворков, в будущем будет возможно расширение функционала и добавление новых возможностей для пользователей.

В целом, разработка веб-ресурса «BELENERGY – Белорусские электростанции» направлена на создание удобной и информативной платформы для ознакомления с энергетической инфраструктурой Республики Беларусь, способствуя повышению осведомленности об этой важной отрасли.

Список литературы

1. BELENERGY – Белорусские электростанции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belenergy.onlypro.fox.site>.
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 29.01.2024.
3. БЕЛТА – Новости Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by>. – Дата доступа: 29.01.2024.
4. Международной энергетической агентуры (IEA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org>. – Дата доступа: 29.01.2024.

Сведения об авторе: Молочко Каролина Александровна, ГУО «Средняя школа № 41 имени А. М. Кузнецова г. Гродно», г. Гродно, Беларусь, karolinamolocko@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Якубецкая Анна Алейзовна, учитель физики первой квалификационной категории ГУО «СШ № 41 имени А. М. Кузнецова г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, annaforjob7@gmail.com.

С. Е. ОШКИН

ТИР В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

В исследовании описывается процесс создания реалистичной модели тира/полигона в VR.

Виртуальная реальность (VR, англ. virtual reality, VR, искусственная действительность) – созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, осязание и другие. Виртуальная реальность имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие. Для создания убедительного комплекса ощущений реальности компьютерный синтез свойств и реакций виртуальной реальности производится в реальном времени.

Объекты виртуальной реальности обычно ведут себя близко к поведению аналогичных объектов материальной реальности. Пользователь может воздействовать на эти объекты в согласии с реальными законами физики (гравитация, свойства воды, столкновение с предметами, отражение и т. п.). Однако часто в развлекательных целях пользователям виртуальных миров позволяет больше, чем возможно в реальной жизни (например: летать, создавать любые предметы и т. п.).

Не следует путать виртуальную реальность с дополненной. Их коренное различие в том, что виртуальная конструирует новый искусственный мир, а дополненная реальность лишь вносит отдельные искусственные элементы в восприятие мира реального.

В настоящее время у виртуальной реальности много применений в сферах промышленности, медицины, спорта и т. д., но наибольшее распространение получают различные VR-игры. Наш симулятор можно использовать как для развлечений, так и для реальной тренировки стрельбы на скорость и точность. Поэтому он всегда найдет спрос.

Цель проекта: создать реалистичную модель тира/полигона в VR.

Задачи проекта:

- создать механику перемещения игрока с помощью джойстика;
- создать реалистичное стреляющее оружие;
- создать мишени и систему начисления очков за попадание в них;
- смоделировать карту и комнаты;
- ввести реалистичные текстуры и 3D объекты.

Во-первых, Unity – это кроссплатформенный игровой движок, который позволяет создавать игры для различных платформ, таких как компьютеры, мобильные устройства, консоли и виртуальную реальность. Он предоставляет разработчикам инструменты для создания графического контента, программирования игровой логики, управления аудио и мультимедиа, а также интеграции с различными сторонними сервисами. Unity также имеет большое сообщество разработчиков и магазин активов, где можно найти готовые ресурсы для создания игр.

Blender – это свободный и открытый 3D-графический пакет, который используется для создания анимации, визуализации, моделирования и рендеринга 3D-сцен. Он предоставляет разработчикам инструменты для создания высококачественных 3D-моделей, текстур, анимации и эффектов, а также поддерживает множество форматов файлов для импорта и экспорта данных. Blender также имеет большое сообщество пользователей и доступен для использования на различных операционных системах.

Visual Studio – это интегрированная среда разработки (IDE) от компании Microsoft, которая используется для создания приложений для Windows, Android, iOS и других платформ. Она предоставляет разработчикам широкий спектр инструментов, включая редактор кода, компилятор и дизайнер пользовательских интерфейсов. Visual Studio поддерживает множество языков программирования, таких как C++, C#, Python и другие. Она

также интегрируется с системами контроля версий и предоставляет возможности для автоматизации процесса разработки.

Steam VR – это платформа виртуальной реальности, разработанная компанией Valve. Она предоставляет разработчикам и пользователям инструменты для создания и использования VR-приложений и игр. Steam VR работает с различными устройствами виртуальной реальности, такими как HTC Vive, Oculus Rift, и другие.

Все скрипты были написаны на языке программирования C#.

В ходе работы был создан реалистичный симулятор стрельбы, в котором пользователь любого возраста имеет возможность получить базовые навыки владения оружием без необходимости покинуть свой дом. Все задачи, которые мы поставили перед собой, были выполнены, однако у нашего приложения есть большой потенциал, так как можно увеличить карту, добавить новые уровни сложности и предоставить игрокам выбор оружия. Мы не остановимся на достигнутом и будем улучшать наше приложение.

Список литературы

1. Unity Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity.com>. – Дата доступа: 07.12.2023.
2. Unity VR Basics 2023 – Continuous Movement [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fistfulofshrimp.com/unity-vr-basics-2023-continuous-movemen>. – Дата доступа: 11.12.2023.
3. C# Tutorial [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.w3schools.com/cs/index.php>. – Дата доступа: 01.12.2023.

Сведения об авторе: Ошкин Сергей Егорович, учащийся 9 класса ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Сведения о научных руководителях: Криницкая Оксана Ивановна, учитель физики высшей категории ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

Камардина Анастасия Игоревна, учитель математики и информатики второй категории ГУО «Средняя школа № 1 г. Скиделя имени В. Г. Пешко», г. Скидель, Республика Беларусь, slawka_99@mail.ru.

В. РЕМИЗОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ И СОЗДАНИЕ САМОДЕЛЬНОГО МИКРОФОНА

В работе описывается процесс создания самодельного микрофона, проводятся исследования явления электромагнитной индукции на примере самодельного микрофона.

В наше время мы встречаемся с микрофонами повсеместно даже дома. В телефоне каждого из нас тоже есть микрофон. Без них мы не смогли бы записывать и передавать звук.

На уроке физики мы изучали явление электромагнитной индукции. И в качестве примеров устройств, использующих для своей работы принцип электромагнитной индукции, был приведен микрофон. Меня заинтересовало, как именно это явление нашло применение в микрофоне, которым я пользуюсь каждый день, поэтому я решил изучить этот вопрос более детально.

Цель работы: исследовать явление электромагнитной индукции на примере самодельного микрофона.

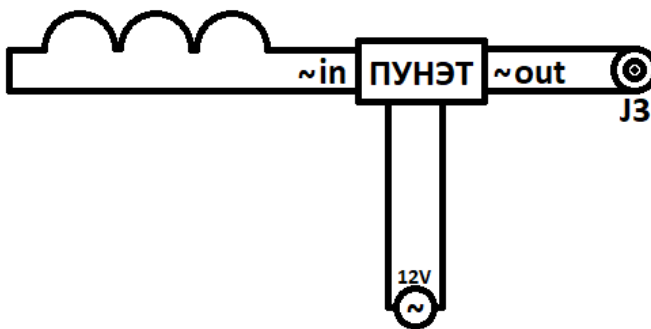
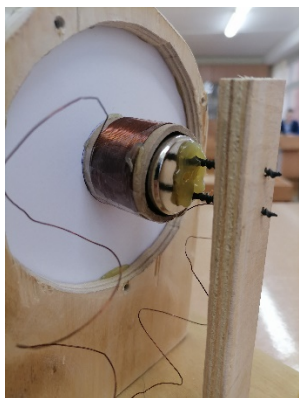


Рисунок 1

Сначала воздушные массы находящиеся рядом с мембраной начинают колебаться с определённой частотой из-за звуковой волны, которая, в свою очередь, появляется из-за того, что человек что-то говорит. Далее мембрана начинает колебаться с той же частотой. Катушка, прикреплённая на мембрану, начинает двигаться в магнитном поле сильного неодимового магнита. Благодаря электромагнитной индукции генерируется электри-

ческий ток. Далее по проводам он идёт в микросхему предусилитель. Там напряжение этого самого тока увеличивается с сотых долей вольта до 1 вольта и более, теперь этот сигнал может считываться электроникой телефона или любого другого современного устройства. Уже в телефоне электрический сигнал считывается и при воспроизведении становится звуком.

Так как, по сути, микрофон Берлинера являлся всего лишь устройством изменяющим напряжение в проводе, по которому итак шёл электрический ток, нынешние микрофоны работают по принципу генерации и последующего усиления электрического тока, по такому же принципу и я сделал свой микрофон.

Для реализации идеи мне понадобилось прочитать несколько статей про принцип работы микрофона, а также про электромагнитную индукцию. В том числе я не смог бы сделать этот проект без наставлений моего преподавателя Сакуты Натальи Александровны.

Проводя это исследование, сделал собственный микрофон, в том числе я убедился, что возможности человеческого разума безграничны, и очень надеюсь, что наша жизнь будет улучшаться именно благодаря таким талантливым изобретателям, как Берлинер и Белл.

Список литературы

1. Все началось с угля: эволюция микрофона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://naked-science.ru/article/column/vse-nachalos-s-uglya-evolyutsiya-mikrofona?ysclid=lrqjmihcur391683952>.
2. Мякишев, Г. Я. Физика : учеб. / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский ; под ред. В. И. Николаева, Н. А. Парфентьевой. – 17-е изд., перераб. и доп. – М. : Просвещение, 2008. – 366 с.

Сведения об авторе: Ремизов Вадим, ГУО «Гимназия № 2 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь, vadim.grodno.super@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Сакута Наталья Александровна, ГУО «Гимназия № 2 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

М. Д. СМИРНОВ, П. О. СТАРИКОВИЧ

МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

Рассматриваются вопросы роботизации процесса анализа состояния и ремонта дорожного асфальтового полотна, повышения эффективности дорожно-ремонтных работ, минимизации человеческого фактора и возможности разработки роботизированной мобильной системы с дистанционным управлением для оценки состояния дорог и возможности мелкого «ямочного» ремонта.

Роботизация ремонта дорог позволяет значительно повысить эффективность ремонтных операций: это помогает уменьшить ручной труд, повысить скорость ремонта в несколько раз и улучшить и показатели безопасности труда.

Основная цель исследовательского проекта – роботизация процесса ремонта дорожного полотна; повышение эффективности ремонтных работ; минимизации человеческого фактора. Для ее реализации должны быть решены следующие задачи и подзадачи – разработка роботизированной мобильной системы ремонта дорожного полотна на основе микропроцессора ATmega328P, изучение существующих аналогов, разработка концепции роботизированной системы, сборка действующего прототипа, программирование модель для необходимого поведения, тестирование модели, получение выводов об эффективности и целесообразности разработанной системы.

При анализе существующих аналогов были рассмотрены варианты мобильных систем для ремонта дорог различных мировых производителей, демаркировочных машин, дорожных ремонтеров, укладчиков обочин, оборудования для поверхностной обработки и др.

Был осуществлен выбор технических средств для реализации роботизированной мобильной системы, а именно, для сборки прототипа потребовались следующие электронные компоненты: отладочная плата Arduino Nano, 4 коллекторных мотора с редукторами, 2 платы для управления моторами на базе TB6612FNG, 4 энкодера моторов, модуль Bluetooth, 1 сервомотор, самодельная плата для монтажа компонентов системы.

Для движения мобильной части были выбраны двигатели постоянного тока, коллекторные, номинального напряжения 18 В. Они имеют достаточно большое количество оборотов и тягу. Стартовый ток данных мотор 3–4 А при 12 В, после чего моторы потребляют 1 А. Они максимально подходят по мощности-размеру среди имеющихся вариантов. После испытаний различных драйверов было принято решение для подключения моторов к микроконтроллеру использовать реле KY-019.

Для определения местоположения робот использует разметку, поэтому был выбран датчик линии QTR-8A. Для определения ям используется датчик глубины(расстояния), а именно ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04. Для программирования микроконтроллера используется Microsoft Visual Studio Code совместно с Arduino IDE V2.

Алгоритм управления системой имеет модульную структуру и состоит из отдельных функций и подпрограмм. Выравнивание робота относительно линии выполняется с использованием ПИД регулятора.

Сервомоторы используются для поворота мобильной части системы и для изменения положения трубы механизма подачи асфальтовой смеси.

Механическая часть роботизированной мобильной системы имеет сложную сборную конструкцию, элементы которой были спроектированы в САПР SolidWorks и распечатаны из пластика на 3D принтере. Для усиления конструкции использовались алюминиевые трубки.

В ходе исследования были достигнуты все поставленные цели. Разработанная конструкция роботизированной мобильной системы для анализа состояния и ремонта дорожного полотна успешно выполняет свои функции, включая автоматическое распознавание разметки, контроль расстояния до дорожного полотна и выполнение процесса ремонта ямы.

Список литературы

1. Шарловский, Ю. В. Детали и узлы приборов / Ю. В. Шарловский. – М. : Машиностроение, 1975. – 238 с.

Сведения об авторах: Смирнов Максим Дмитриевич, учащийся УО «Национальный детский технопарк», г. Минск, Республика Беларусь, maxsmirnov07@gmail.com.

Старикович Павел Олегович, учащийся УО «Национальный детский технопарк», г. Минск, Республика Беларусь. oktopys009@gmail.com.

Сведения о научном руководителе: Матрунчик Юлия Николаевна, старший преподаватель кафедры «Робототехнические системы» БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь. poznikj@gmail.com.

Н. Ю. ШЕЕВ, М. О. ОКСТИН БЕЗОПАСНЫЙ ДОМ

Описывается процесс разработки и изготовления макета функционального блока контроля за состоянием датчиков воды, газа и электроприборов, работающих на микроконтроллере ESP8266, с применением готовых технических решений на платформе «ARDUINO».

В современном мире электроника играет важную роль в обеспечении безопасности в повседневной жизнедеятельности человека. Особенно это касается безаварийной и безопасной эксплуатации жилищного фонда людьми пожилого возраста. Оставленные без внимания включенными бытовые электрические приборы, газ, вода, приводят к пожарам и затоплениям в квартирах и домах, а не редко и к гибели человека.

Целью работы является разработка и изготовление макета функционального блока контроля за состоянием датчиков воды, газа и электроприборов, работающих на микроконтроллере ESP8266 с применением готовых технических решений на платформе «ARDUINO».

В результате выполнения работы над проектом «Безопасный дом», были проанализированы виды микроконтроллеров, которые могли бы быть использованы в разработке конечного устройства. Также следует отметить, что разработанные структурные и функциональные схемы отвечают задачам, поставленным в данном проекте.

Из открытых источников было составлено программное обеспечение для выполнения конкретных задач микроконтроллера ESP8266.

Разработано приложение для смартфона или планшета. Внешний вид собранного устройства «Безопасный дом» (макет) представлен на рисунке.



Рисунок 1

Как результат, разработанное устройство собрано в виде отдельных модулей, позволяющих, при необходимости, с лёгкостью изменять конфигурацию устройства.

Поскольку разработанное устройство является универсальным, благодаря нему можно в значительной степени упростить, ускорить, а кроме того увеличить количество выполняемых задач, удешевить стоимость проекта.

Кроме того, подключив к устройству датчики охранной сигнализации, роутер и дополнив его системой видео наблюдения, оно может быть использовано в качестве охранного устройства.

Список литературы

1. Гребнев, В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel / В. В. Гребнев. – М. : ИП РадиоСофт, 2002. – 170 с.
2. Голубцов, М. С. Микроконтроллеры ARM. От простого к сложному / М. С. Голубцов. – СОЛОН-Пресс, 2003. – 288 с.

Сведения об авторах: Шеев Никита Юрьевич, учащийся 10 «Ф/Т2» класса ГУО «Средняя школа № 36 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Остин Матвей Олегович, учащийся 9 «Б» класса ГУО «Средняя школа № 36 г. Гродно», г. Гродно, Республика Беларусь.

Сведения о научных руководителях: Потапейко Наталия Александровна, учитель физики ГУО «Лицей № 1 имени Ю. М. Островского» г. Гродно, Республика Беларусь.

Ходор Василий Григорьевич, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г. Гродно, Республика Беларусь.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ФИЗИКА В ПРИРОДЕ И ТЕХНИКЕ	3
<i>Антончик К. В.</i> Полуправда зеркал.....	3
<i>Базюк А. П.</i> Выталкивающая сила.....	4
<i>Батист В. В.</i> Особенности и перспективы строительства фотоэлектрических солнечных электростанций в шельфовой зоне.....	5
<i>Блашко А. Д.</i> Дифракция на компакт-дисках.....	6
<i>Белко К. И., Кишкунов Р. А.</i> Магнитный маятник.....	6
<i>Грабовский Р. Ю.</i> Искусственная дорожная неровность «лежащий полицейский».....	9
<i>Довыдов В. В.</i> Увеличение микротвёрдости поршневого силумина путём плазменного легирования атомами титана.....	10
<i>Ковзан А. М.</i> Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения частного дома.....	11
<i>Кохановский И. В., Апанель Е. Д.</i> Применение энергии дверного доводчика для освещения подъездов зданий.....	12
<i>Коциц А. Д., Полешук К. А.</i> Исследование влажности воздуха в жилом помещении и в учебном кабинете.....	13
<i>Лайковская К. А.</i> Механическая работа сердца человека.....	14
<i>Леончук А. А.</i> Магнитогидродинамический эффект.....	15
<i>Мильяненко А. А., Жалевич А. А.</i> Передвижная мини-ТЭЦ с двигателем Стирлинга.....	16
<i>Мильяненко А. А., Чирич Н. Е.</i> Использование закрытых карьеров для гидроаккумуляции электрической энергии.....	17
<i>Мисюкевич В.</i> Модель мобильного робота с устройством для радиоэлектронного подавления РЛС метрового диапазона волн.....	18
<i>Невгень П. М.</i> Влияние начальных факторов роста кристаллов железоаммонийных квасцов на оптические свойства.....	19
<i>Огоновский А. П.</i> Исследование ионисторов.....	20
<i>Перелайко Е. А.</i> Штурмглас.....	21
<i>Покутняя М. А.</i> Скорость возгорания и время горения трута из разных материалов.....	23
<i>Сац Д. А.</i> Исследование факторов, влияющих на скорость откачки воды с помощью водяного насоса.....	24
<i>Синякович К. Ю., Заневский Е. С.</i> Ветроэнергетика как один из видов возобновляемых источников электроэнергии.....	25
<i>Соболь И. Д.</i> Сила Кориолиса.....	26
<i>Сорокин Д. В., Базюк А. П.</i> Исследование изменения температуры жидкости.....	27
<i>Степанцевич Д. С., Петушок Д. А.</i> Определение прозрачности и концентрации коллоидных растворов.....	28
<i>Ткаченко М. И.</i> Исследование вопросов: что такое кумулятивный эффект (струя) и как происходит кумулятивный эффект (струя).....	29
<i>Хваль Н. Ю.</i> Аэродинамическая модель беспилотного летательного аппарата для сельскохозяйственных нужд.....	31
<i>Червяков А. С.</i> Исследование закона сохранения механической энергии.....	32
СЕКЦИЯ 2. КОМПЬЮТЕРНОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	34
<i>Иоскевич А. В., Лисовский Р. П.</i> Беспилотная система пожаротушения в опасных условиях.....	34
<i>Казец И.</i> Создание устройства безопасности.....	35
<i>Ковалевский Р. В.</i> Умная колонка с голосовым ассистентом на базе Raspberry Pi 3B.....	36
<i>Кудерко Н. А., Коциц А. И.</i> VR-симулятор игры «Мини-гольф».....	37
<i>Молочко К. А.</i> BELENERGY – белорусские электростанции.....	39
<i>Ошкин С. Е.</i> Тир в виртуальной реальности.....	40
<i>Ремизов В.</i> Исследование электромагнитной индукции и создание самодельного микрофона.....	41
<i>Смирнов М. Д., Старикович П. О.</i> Мобильный робот для ремонта дорожного полотна.....	42
<i>Шеев Н. Ю., Окстин М. О.</i> Безопасный дом.....	43