

XXI КОЛМОГОРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ



The 21st KOLMOGOROV READINGS

ADVANCED EDUCATION AND SCIENCE CENTER

**Proceedings of
the 21st International Scientific Conference of students
Kolmogorov readings
May 3-6, 2021**

PHYSICS

Moscow

2021

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
(факультет) – школа-интернат имени А.Н. Колмогорова
Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова**

**Материалы
XXI Международной научной конференции школьников
«Колмогоровские чтения»
3-6 мая 2021**

ФИЗИКА

**Москва
2021**

Председатель организационного комитета
XXI Международной научной конференции школьников
«Колмогоровские чтения»:
директор СУНЦ МГУ Кирилл Владимирович Семенов

Редакционный совет сборника тезисов «Физика»:
С.Н. Сергеев (ответственный редактор), С.А. Панков,
И.М. Баязитов, М.А. Токарев (технический редактор)

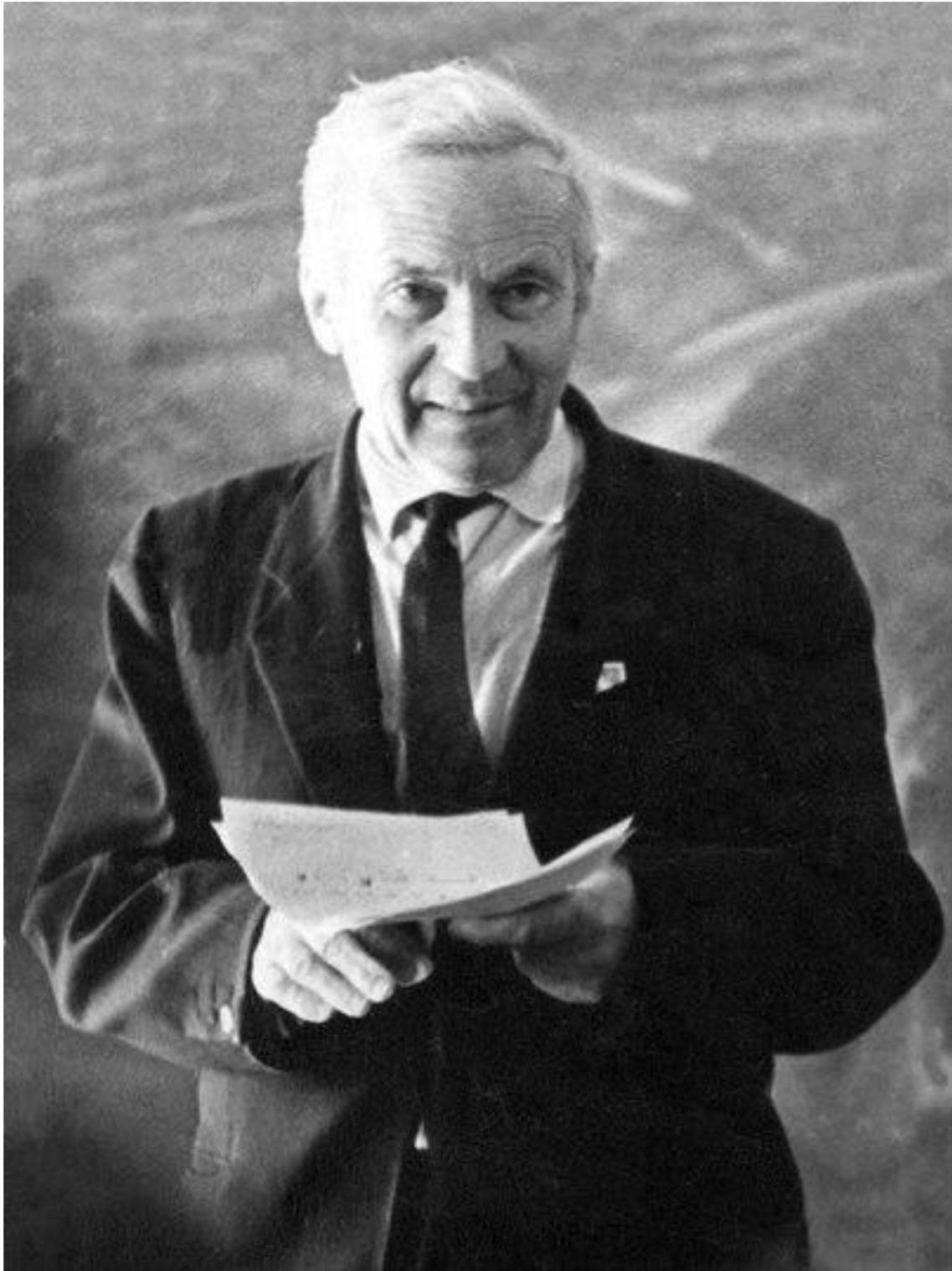
Материалы
XXI Международной научной конференции школьников
«Колмогоровские чтения»

В настоящий сборник вошли тезисы приглашённых докладчиков
XXI Международной научной конференции школьников
«Колмогоровские чтения» по секции
«Физика»

ISBN 978-5-87140-446-1 (секция «Физика»)

ISBN 978-5-87140-443-0

© Специализированный учебно-научный центр (факультет) –
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова
Московского государственного университета имени
М.В. Ломоносова, 2021 г.



*Қақ в спорте не сразу ставят рекорды, так и подготовка к настоящему
научному творчеству требует тренировки.*

А.Н. Колмогоров

Содержание

Modeling and Simulation of Quad-Band Radio Frequencies (RF) Energy Harvesting System and Circuits. <i>A. Rojbundit, K. Hengswat, P. Songsriboonsit</i>	8
Anti-Lock Braking System. <i>A. Hussein</i>	9
Warning System for Wrong Posture Sitting by Analyzing the Tilt Angle of the Back and Neck. <i>C. Saengsint, K. Phochanasombut, T. Pradabthai</i>	10
The Investment of Magnetic Power for Better Seismic Isolation Technologies. <i>I. Moalla</i>	12
Автоматизация мониторинга параметров энергокомплексов на базе возобновляемых источников энергии. <i>Д.Г. Абрашин, Г.В. Долбилов, А.С. Максимова</i>	14
Адаптивное управление сигналами связи антенных комплексов. <i>Н.С. Аллыс</i>	16
Производственная линия по переработке пластика в филамент для 3D-печати. <i>И.А. Аристов</i>	18
Создание робота-погрузчика CLIPPER-SPACE для возможной эксплуатации при развертывании лунной базы России. <i>К.Е. Артюшин</i>	19
Влияние лазерной обработки на пластическую деформацию медных проводов в условиях равномерно изменяющейся температуры. <i>К.В. Арчаков</i>	21
Новые материалы плазменного канала космического движка. <i>М.А. Васильев, В.В. Плетнёв, М.М. Шадрин</i>	23
<i>Wallzavr. E.B. Горбунова</i>	25
Исследование ультразвуковой левитации капли жидкости (воды). <i>И.С. Девятайкин</i>	27
Анализ применимости солнечных батарей в условиях г. Челябинска. <i>Д.С. Деев</i>	29
Влияние скорости нагрева на неизотермическую ползучесть шелковых волокон. <i>М.В. Дружкин</i>	31
Образование микроскопических конических выступов на поверхности меди под действием ионного облучения. <i>М.А. Дюло, И.В. Пахалков, Д.А. Расстанаев</i>	33
Влияние шероховатости поверхности стали на характеристики отражения света в дифракционной зоне. <i>М.Д. Жаренков</i>	35
Система безопасности и цифрового контроля герметизирующих шлюзовых камер для защиты объектов от лунного реголита в автономном модуле. <i>И.А. Жеребятин</i>	37
Исследование характеристики избирательности входных цепей радиоприемного устройства. <i>М.О. Каличава</i>	39
Исследование взаимодействия сферических магнитов. <i>Д.Д. Маслов</i>	41
Создание четвероногого робота «Робокот». <i>А.Л. Матвейцев, З.А. Сазанов</i>	43
Улучшение конструкции аппарата-буксира фрагментов космического мусора. <i>А.О. Мищенко</i>	44
Создание прототипа робота-официанта. <i>Б.А. Никишов, В.Ю. Танченков</i>	46
Оценка эффективности использования отходов переработки льняных волокон в качестве наполнителя для шумо- и вибропоглощающих материалов. <i>Е.О. Паспортникова</i>	47
Фигуры Лиссажу. <i>С.Р. Распонова</i>	50

Изучение вынужденных колебаний. <i>Е.А. Сметанин</i>	52
Все ли верно у Верна? <i>Д.А. Губанов</i>	54
Анализ методов измерения характеристик ионно-плазменного двигателя с азимутальным дрейфом электронов. <i>Е.В. Самойлова</i>	54

MODELING AND SIMULATION OF QUAD-BAND RADIO FREQUENCIES (RF) ENERGY HARVESTING SYSTEM AND CIRCUITS

Achariya Rojbundit, Khemjirath Hengswat, Pakin Songsriboonsit
Grade 11, Mahidol Wittayanusorn School, Nakhon Pathom, Thailand

Scientific advisor 1: Pranee Disrattakit, Ph.D., Mahidol Wittayanusorn School, physics teacher

Power or energy harvesting is the technique that can be used to collect the energy from the environment and convert it into usable electronic signals. Recently, lots of research have been done on the fields of powering wireless devices which result in the concept of ambient energy harvesting. Radio Frequency (RF) wireless energy is produced from a variety of sources in our lives such as radio stations, Wi-Fi, and wireless communication. The objectives of this project are to design a receiving antenna that captures the RF energy from the ambient environment, optimize the conditions that yield an efficacy of output signal from different four frequencies by using MATLAB Program, and rectify the signal into usable direct current voltage. In this work, the efficiency output from a Quad-band dipole antenna with slots of 4 main frequencies include 900, 1800, 2100, and 2450 MHz, and the designed matching network and rectifier working properly are presented. The simulation results show that our designs produce the maximum efficiency received at 49.5% from the input power of -7 dBm. This work will provide a better understanding of low power harvesting and will pave the way to the design of RF energy harvesting for real-life applications in the near future.

Bibliography:

1. *M. Montaser et al. "B10. Design of A Compact Tri-band Antenna for RFID Handheld Applications using Optimization Techniques," 2013 30th National Radio Science Conference (NRSC), 2013.*
2. *F. Khalid, W. Saeed, N. Shoaib, M. U. Khan, and H. M. Cheema, "Quad-Band 3D Rectenna Array for Ambient RF Energy Harvesting," International Journal of Antennas and Propagation, 2020, 1–23*
3. *P. Jithu, A. Paul, V. Pithadia, R. Misquitta, and U. Khot, "DUAL BAND MONOPOLE ANTENNA DESIGN," undefined, 2013.*
4. *Z. Zivkovic, D. Senic, C. Bodendorf, Jacek Skrzypczynski, and A. Sarolic, "Radiation pattern and impedance of a quarter wavelength monopole antenna above a finite-ground plane," undefined, 2012.*

ANTI-LOCK BRAKING SYSTEM

Alaa Hussein

11th grade, National Center for the distinguished, Syria

Scientific advisor: Mothanna Alkubaily, Tishreen University,
Assistant Professor in the Department of Communication and Electronics, Ph.D.

This work aims to derive the mathematical model of the Anti-lock Braking System (ABS).

Unfortunately, drivers tend to press down as hard as they can on the brake pedal as a reflex during accidents. This action stops the wheels from rotating and reducing the friction force from static to kinetic. If a vehicle tire is rolling and not slipping on a road surface, then the road exerts the maximum force of static friction on the tire. However, if the tire starts to slip, the friction force exerted on it is reduced to the force of kinetic friction.

In this work, we develop a physical analysis of ABS and use it to build a block diagram model for the vehicle's movement using Simulink. Second, an integral control unit is implemented and added to the plant to derive a model of the entire vehicle. Finally, we prove the validity of the system by establishing a clear comparison between two vehicles: with and without ABS. As a result, we identify the advantages of ABS and the exact working mechanism. This greatly helps us to study the system in different situations, which facilitates development and evaluation towards keeping drivers safe.

Bibliography:

1. *Emir Berk Canpolat. (2018). Anti-lock Braking System (ABS). Eastern Mediterranean University. Department of Mechanical Engineering.*
2. *Ayman Aly, El-Shafei Zeidan, Ahmed Hamed, Farhan Salem. (25 August, 2011). Antilock-Braking Systems (ABS) Control: A Technical Review. Date of access: 5/2/2021. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1005.3929&rep=rep1&type=pdf>*
3. *Raymond serway, Jewett john. (2004). physics for scientists and engineers with modern physics. Ninth edition. Pages (164 & 131-133) Publisher: Thomson Brooks.*

WARNING SYSTEM FOR WRONG POSTURE SITTING BY ANALYZING THE TILT ANGLE OF THE BACK AND NECK

Chissanupong Saengsint, Kantanat Phochanasombut, Thanathit Pradabthai
Grade 11, Mahidol Wittayanusorn School, Nakhon Pathom, Thailand

Scientific advisor 1: Somporn Buapraphoom, Ph.D., Mahidol Wittayanusorn School, physics teacher

Since the COVID-19 pandemic in 2020, the working patterns has been changed to be online platforms. People tend to spend plenty of time sitting in front of their computer. During this period, wrong postures may involuntarily and frequently occur. This causes a rising number of office syndrome and backache patients. This project therefore aimed is to create a warning system for wrong posture sitting with a low-cost and highly efficient device. It applies a microcontroller (Node MCU ESP8266) and a digital motion processor (MPU6050) to measure the linear acceleration and angular speed. These data are real-time mathematical analyzed to obtain the change of tilt angle of the back. Suitable postures in this project have been set based on the health researches. The posture allows users to tilt their heads not over 30 degrees upward or downward. Users' backs can lean backward not over 10 degrees and are not allowed to lean sideways. The performance of the device was determined by calculating differences of two variables which are gathering from directly measuring and digital motion processors. Then, the Z-test (statistical test method) was used to test hypotheses, leading to the efficiency of the device. The discrepancies of device are 1.01 and 1.26 degree in part of forward-measuring or backward-measuring and of sideway-measuring respectively, with 95% confidence level. These results illustrated that the proposed warning system has high efficiency. Furthermore, the system can be operated via Wi-Fi, therefore, users will be conveniently notified by the mobile phone's application.

Bibliography:

1. *Chantaracherd, P. (2015). The office syndrome: a potential risk factor of TMD and headache maybe vice versa?*
2. *.Khademolhosseini Y., Pirouzi S., Ghanbari A., Arabzadeh S., Rezaei I., (2020). Head and neck extension more than 30° may disturb standing balance in healthy older adults. Geriatric Nursing. // URL: <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2020.02.002>*
3. *Le Huec J. C., Thompson W., Mohsinaly Y., Barrey C., Faundez A. (2019). Sagittal balance of the spine. European Spine Journal, 28, 1889-1905. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06083-1>*

4. *Veritas Health. (2019). Spinal Motion Segment: C7-T1 (Cervicothoracic Junction) Animation. Retrieved June 28, 2020 from <https://www.spine-health.com/video/spinal-motion-segment-c7-t1-cervicothoracic-junction-animation>*
5. *Veritas Health. (n.d.). Lumbar Spine Anatomy Video. Retrieved June 28, 2020. from <https://www.spine-health.com/video/lumbar-spine-anatomy-video>*

THE INVESTMENT OF MAGNETIC POWER FOR BETTER SEISMIC ISOLATION TECHNOLOGIES

Ibraheem Abd-Allatif Moalla

12th grade, National Center for the distinguished, Syria

Scientific advisor: Mothanna Alkubaily, Tishreen University, Assistant Professor in the Department of Communication and Electronics, Ph.D.

In this research, we study an improvement of two main seismic isolation technologies these days "flexible junctions and earth's seismic isolators" by using magnetic power to make the building more capable of withstanding much powerful earthquakes by increasing the ability of seismic isolation technologies to dissipate the energy of the shock.

The seismic isolation technologies are becoming one of the main pillars of any building these days, because its ability to make the building more capable of withstanding much powerful earthquakes more than the normal buildings can do. However, the action mechanism of these technologies is the dissipation of the energy of seismic shock by oscillation, which makes the building more flexible. Also, the building will not resist the seismic vibrations, which mean keeping the building steady despite the changing circumstances that surround the building. This research aims to improve the main seismic isolations technologies "flexible junctions and earth's seismic isolators" by using the magnetic power to increase the ability of the building to withstand much powerful earthquakes. Whatever, the SOLIDWORKS program was used to design these magnetic junctions, this design simulates the most developed junctions in the world which is the mostly used junction among all kinds and shapes of the junctions that are used in building skyscraper with some changes to fit with the magnets.

In this research, we discussed why replacing elements which used in flexible junctions by magnets will increase its efficiency, as a result, we found that using magnets in those junctions will make them permanent by supplying the sufficient electrical power to the magnets. Moreover, because of our ability to control the magnetic power, we can adjust the power of the magnetic field to suit the earthquake power by using artificial intelligence, thus, the building will be more capable of vibrating.

Bibliography:

1. Kamrava, A. (2015). *Seismic Isolators and their Types*. Shiraz, Iran: Department of Environment and Civil engineering, Campus of Shiraz University of Technology.
2. Lorant, G. (2016). *Seismic Design Principles*. Washington: National Institute of Building Science.

3. *Pallavi Wamanrao Taywade, M. N. (2015, march 3). Sustainability of Structure Using Base. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, p. 14.*

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

**Абрашин Дмитрий Геннадьевич, Долбилов Григорий Валериевич,
Максимова Алёна Сергеевна**

*10 класс, ГБОУ гимназия 402, ПФМЛ №239, ГБОУ гимназии №177,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Научный руководитель: Долматов Владислав Анатольевич,

Студент 4 курса кафедры «Гидроэнергетика и ВИЭ» НИУ «МЭИ»;

Глушкова Татьяна Сергеевна,

Ведущий эксперт Корпоративного университета ПАО «РусГидро»,
заместитель директора ИГВИЭ НИУ «МЭИ»;

Васьков Алексей Геннадьевич, доцент кафедры «Гидроэнергетика и ВИЭ»
НИУ «МЭИ»

Цель проекта - разработать концепт системы мониторинга солнечной электростанции (СЭС). Средствами разработки оконного приложения, сайта проекта, проектирования онлайн базы данных (БД), создания алгоритма прогнозирования и отладки программного обеспечения (ПО) на макете. Коммерческая задача проекта – сделать эксплуатацию солнечных станций удобнее для каждого потребителя, посредством максимального контроля СЭС. Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи проектирования:

1. Изучение теоретического материала
2. Создание алгоритма для прогнозирования выработки
3. Создание общей онлайн БД для приложения и сайта
4. Разработка оконного приложения среде Borland C++ builder
5. Разработка сайта в среде Sublime Text 3
6. Создание и отладка ПО на макете
7. Апробирование приложения на показателях СЭС НИУ «МЭИ»

Для реализации мониторинга и прогнозирования вырабатываемой мощности был создан ряд инструментов. Система мониторинга представлена серверной частью, включающей базу данных для хранения информации, веб сайтом, компьютерной программой, для дистанционного мониторинга показателей СЭС, а также прогноза выдаваемой мощности.

Сайт предназначен для анализа текущих значений, собираемых с датчиков комплекса СЭС. Сайт разработан с использованием HTML5, CSS3 и языка JavaScript. Для более детального ознакомления, а также просмотра статистики за определенный период, пользователю предлагается использовать компьютерную программу. Оконная программа разработана на языке C++ в среде C++ builder для ОС Windows.

В процессе разработки нашей системы было принято решение о создании макета, для отработки различных сценариев использования системы мониторинга. Макет представляет собой платформу 60 на 60 сантиметров, покрытую искусственным газоном. На платформе расположена солнечная батарея с наклонным механизмом, метеостанция, включающая в себя набор датчиков, а имитация реального потребителя в виде жилого дома. С метеостанции мы получаем данные, которые обрабатываются на ESP8266. Информация поступает с датчиков: DS18B20, DHT11, BMP180, grayscale sensor, INA219.

Если рассмотреть созданный нами продукт с экономической точки зрения, то затраты на установку данной системы однозначно окупятся. Осуществив контроль за отрицательно влияющими факторами, мы позволим производителю получить больший доход с производимого продукта, в данном случае, электроэнергии. Также наша система мониторинга безопасна в эксплуатации. При резком изменении параметров в условиях штатной работы, работник делает выводы о неисправности оборудования, приступая к незамедлительным действиям, что, в свою очередь, обеспечивает безопасность станции.

Список использованных источников:

1. <https://handyhost.ru>
2. <https://www.solaredge.com>
3. <https://www.energysage.com>

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИГНАЛАМИ СВЯЗИ АНТЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Алпыс Нурлыжан Саяхатулы

11 класс, Назарбаев Интеллектуальная школа физико-математического направления г. Нур-Султан, Казахстан

Научный консультант: Алия Суяндыковна Айнагулова, к.т.н., доцент Университет Туран, г. Нур-Султан, Казахстан,

Научный руководитель: учитель математики Наталья Юрьевна Паникарская, НАО РФМШ г. Нур-Султан, Казахстан

Одним из ведущих интересов космической отрасли является космическая связь. Космическая связь передает сигналы связи через антенные комплексы на основе антенных решеток.

Основной целью работы явилась разработка алгоритма адаптивного управления сигналами связи антенных комплексов.

Данная работа выполнялась на базе центра наземной системы управления космическими аппаратами в г.Акколь (НКУ «Акколь»).

При исследовании системы управления антенными комплексами были рассмотрены характеристики различных антенных систем в технологических комплексах, проведен описательный анализ существующих ЦАР, их приемные и передающие модули, перспективные вопросы по разработке ФАР.

Сигналы, помехи и шумы были выбраны случайным образом с помощью гауссовой случайной величины. Для моделирования сигнала был выбран параметр – диаграмма направленности, для которой использовалась формула Винера-Хопфа. Все необходимые вычисления проводились в программной среде MATLAB.

На основе построенной математической модели системы управления антенными комплексами были проведены процедуры анализа сигналов, помех, шумов, которые были визуализированы в виде соответствующих графиков. Например, на рисунке 1 представлен график диаграммы направленности для двухэлементной антенной решетки, где длина волны принимается за расстояние между элементами. Здесь

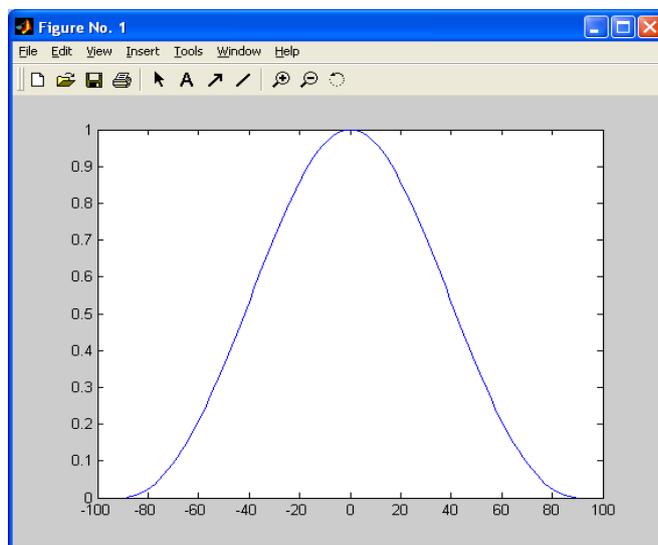


Рисунок 1 Диаграмма направленности

образование нулей по определенным направлениям связан с тем, что фронт падающей волны проходит между элементами на расстоянии, равном половине длины волны. Это соответствует сдвигу фазы на 180 градусов, что фактически означает вычитание сигналов и приводит к полному подавлению сигнала на выходе. Важным является тот факт, что, когда элементы сближаются, DN становятся практически ненаправленными. А при увеличении отношения расстояния между элементами к длине волны (относительно 0,5) в DN образуются дополнительные максимумы.

Далее была рассмотрена задача, когда число элементов равно N и они расположены на одной линии на одинаковом расстоянии друг от друга, так называемая эквидистанта.

Список использованных источников:

1. Галимов Г.К. *Антенны радиотелескопов, систем космической связи и РЛС.* – М.: Адвансед Солюшенз, 2013. – Т.4. – 392 с
2. Козырев Н.Д. *Антенны космической связи: учеб. пособие.* – М.: Радио и связь, 1990. – 160 с.
3. Слюсар В.И. *Перспективные технологии антенных решеток мобильных терминалов спутниковой связи.* // *Технологии и средства связи.* – 2014. – №4. – С. 64-68.
4. Слюсар В.И. *Цифровые антенные решетки в системах спутниковой связи // Первая миля. Last mile (Приложение к журналу "Электроника: наука, технология, бизнес").* – 2008. – № 4. – С. 10–15; № 5. – С. 16–20.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛИНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛАСТИКА В ФИЛАМЕНТ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

Аристов Илья Андреевич

10 класс, МБОУ «лицей №67», г. Иваново, Россия

Научный руководитель: Гангура Гюльназ Рафаэловна, МБОУ «Лицей №67», учитель физики

Цель работы: создать установку для переработки пластика в филамент для 3D печати. Для достижения поставленной цели необходимо изучить принцип работы; разработать конструкцию, электрическую схему, программную часть; собрать установку, произвести настройку, подобрать режимы работы для разных видов пластика.

В данной работе представлен проект действующей установки по производству пластиковой нити (филамента) для 3D-печати методом экструзии. Сырьем для изготовления филамента являются различные пластиковые части техники, отслужившей свой срок, которые должны были оказаться на свалке. Проект показывает, как можно позаботиться об окружающей среде и получить экономию финансов, не приобретая заводской пластик для 3D-печати.

Сборка устройства разработанной мною конструкции обойдется дешевле заводских аналогов, имеющих функцию намотки и укладки прутка, почти в 13 раз. Стоимость заводского устройства без учета стоимости доставки – приблизительно 261000 руб., против 20319 руб. – стоимости самодельного устройства

Принцип работы: измельченные гранулы пластика плавятся и выдавливаются экструдером через фильеру, затем горячая и пластичная нить охлаждается, продвигается устройством протяжки, работающим в паре с узлом контроля провисания, что позволяет стабилизировать диаметр прутка. Далее твердая и стабильная нить наматывается на катушку, и укладывается равномерно устройством укладки. Все узлы и модули установки управляются электронной частью, которая включает в себя платы Arduino Nano, драйверы шаговых двигателей, ШИМ-регулятор и др.

На выходе получается прутки, пригодный для печати на FDM 3D-принтере. Из полученного филамента были напечатаны некоторые части самой установки.

Список использованных источников:

1. <https://principraboty.ru/princip-raboty-ekstrudera/>
2. <https://www.oum.ru/literature/raznoe/vred-plastika-dlya-okruzhayushchey-sredy/>

3. <https://wiki.iarduino.ru/page/spi-short-guide/>
4. <https://www.elec.ru/articles/pid-reguljator-metodika-nastrojki/>

СОЗДАНИЕ РОБОТА-ПОГРУЗЧИКА CLIPPER-SPACE ДЛЯ ВОЗМОЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ ЛУННОЙ БАЗЫ РОССИИ

Артюшин Клим Евгеньевич

8 класс, МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги, Россия

Научный руководитель: Шепелева Светлана Николаевна, МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги методист, педагог д.о., советник РАЕ

Цель проекта: создание Робота-погрузчика CLIPPER-SPACE с возможностью его эксплуатации на Луне для развертывания основных блоков лунной базы и строительства дополнительных модулей.

Задачи:

- изучить литературу по теме исследования, сделать обзор существующих аналогов;
- осуществить мониторинг деталей и узлов, рассчитать затраты на изготовление проектной работы;
- спроектировать робота, продумать условия безопасной работы;
- изучить среду программирования LEGO Mindstorms EV3;
- написать программный код и провести полевые испытания робота.

Методы исследования Теоретические – анализ литературы, сравнительный анализ_Эмпирические – изготовление продукта, написание программного кода, полевые исследования

Перспектива использования: участие Робота в развертывании Лунной базы и обеспечении ее жизнедеятельности, транспортировка грузов на поверхности Луны.

3.4. Мини маркетинговые исследования

Можно сэкономить почти в 10 раз, если создать такого робота из конструктора на базе Ардуино. Предлагаю оценить затраты, приведенные в таблице (цена в рублях).

Название деталей	Лего	Ардуино
Микрокомпьютер	5.000	280
Ик-датчик	1200	150
Гусеничный механизм	1200	180*2

Провода	500	150
Большой мотор 2 шт. для вращения колес	1.000*2	160*2
Средний мотор для вращения механизма захвата	1000	250
Итого	10.900 руб.	1.810 руб.

Мной изготовлен Ровер-погрузчик, способный выполнять задачи дистанционно и следуя программе. Были совершенствованы знания в области программирования роботов на базе LEGO Mindstorms EV3, изучены условия работы роботов на Луне. Оказалось, что условия на Луне сложны для роботизированных механизмов. Опасность будет подстерегать Ровер-погрузчик на Луне в виде абразивной пыли и зыбучего реголита, кратеров и метеоритов, возможен выход из строя механизмов из-за перепада температур.



Программа Ровер-погрузчик



Список использованных источников:

1. Клаузен, П. *Компьютеры и роботы [Текст] / Пер. с нем. С.И. Деркунской.* – Москва: Мир книги, 2006. – 48 с.
2. Овсяницкая, Л.Ю. *Курс программирования робота EV3 в среде Lego Mindstorms EV3 [Текст]: учеб. пособие / Л.Ю. Овсяницкая, Д.Н. Овсяницкий, А.Д. Овсяницкий - 2-е изд., перераб. и доп.* – Москва.: Изд-во «Перо», 2016. – 300 с.
3. Артюшин К. Е. *Создание робота-погрузчика Clipper-space для возможной эксплуатации при развертывании лунной базы России [Электронный ресурс].* – Режим доступа: <https://school-science.ru/8/22/42421>
4. *Википедия [Электронный ресурс].* – Режим доступа: <https://wikichi.ru/wiki>
5. Скляр А. А. *Методы синергетического анализа нелинейных систем управления мобильными роботами [Электронный ресурс].* – Режим доступа: <http://diss.seluk.ru/di-informatika/786317-1-metodi-sinergeticheskogo-sinteza-nelineynih-sistem-upravleniya-mobilnimi-robotami.php>

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПЛАСТИЧЕСКУЮ ДЕФОРМАЦИЮ МЕДНЫХ ПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ РАВНОМЕРНО ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Арчаков Кирилл Витальевич

10 класс, Тамбовское областное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение кадетская школа «Многопрофильный кадетский корпус имени Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР Л.С. Дёмина», г. Тамбов, Россия

Научный руководитель: Березнер Арсений Дмитриевич, ФГБОУ ВО ТГУ им. Г.Р. Державина, старший преподаватель, к.ф.-м.н.

Явление ползучести присуще практически всем материалам, однако не все они проявляют деформационные свойства в одинаковой мере. Одним из выдающихся ученых, занимавшимся теоретическими и прикладными вопросами ползучести был Ю.Н. Работнов [1]. Однако, несмотря на распространенность явления и наличие множества работ, явление ползучести в переменном температурном поле остается мало изученным для многих материалов, в том числе и после воздействия различных предобработок.

В качестве образцов для исследования ползучести были выбраны проволоки (цилиндрической формы), с размерами (длина, диаметр): 17 см × 0,625 мм, которые помещались на приборный столик лазерной установки ЛТА-4 (Nd:YAG лазер с ламповой накачкой), после чего на их поверхность подавался лазерный пучок, выходные параметры которого достигали значений: 4 Гц, 90-150 А и 4,5 с (по длительности единичного импульса). По окончании равномерного (эквидистантного) обстреливания поверхности проволоки, образец извлекался и помещался в камеру печи установки на ползучесть. При исследовании ползучести медных проволочных образцов в переменном температурном поле, образцы находились под постоянной механической нагрузкой (масса груза составляла ~ 100 грамм). Образцы нагревали в печи, в воздушной среде, с постоянной скоростью равной, в среднем, 1 К/с. Температуру в камере печи фиксировали термопарой с датчиком Omron.

Установлено, что в ходе обработки поверхности лазерным лучом материал претерпевает частичное плавление и переходит в жидкое агрегатное состояние, с последующим остыванием. В результате чего, в цилиндрической структуре формируется застывшая капля («узел») исходного материала, жестко соединенная с необработанной частью образца. Деформация необработанных медных проволочных образцов осуществляется по гиперболическому закону, частный вид которого может быть записан в форме:

$$x(t) = 8,724976 + \frac{275t}{810(810-t)}, \quad (1)$$

а коэффициент корреляции данного уравнения с экспериментальными данными составляет свыше 0,99. Это означает, что предложенная зависимость достаточно хорошо описывает процесс деформации исследуемых образцов.

При этом воздействие лазерного излучения оказывает неоднозначное влияние на деформационную динамику, что отражается на рисунке 1.

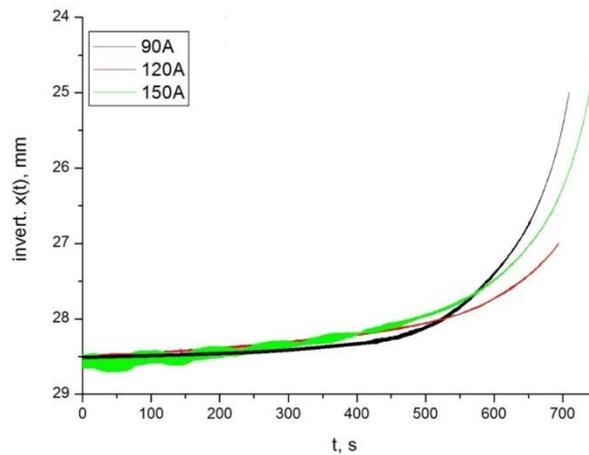


Рис.1. Графики ползучести медных проволок. В обозначениях для кривых указаны выходные значения тока, генерирующего лазерный сигнал

Как следует из рисунка, воздействие лазерных импульсов сопоставимо с ухудшением пластических свойств материала в интервале токов действия от 90 до 120 А, однако дальнейшее увеличение амплитудного значения выходного тока сопоставимо с частичным восстановлением стадии пластического течения, или, даже, оно может улучшаться по деформационным характеристикам (возрастает удлинение образца). Такое поведение образца может быть обусловлено локальным упрочнением структуры за счет «сглаживания» кристаллических дефектов в зоне расплава и увеличением жесткости в «узлах».

Список использованных источников:

1. Работнов Ю. Н. Теория ползучести. В кн.: Механика в СССР за 50 лет. Том. 3. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1972.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПЛАЗМЕННОГО КАНАЛА КОСМИЧЕСКОГО ДВИЖКА

**Васильев Михаил Александрович, Плетнёв Владислав Владимирович,
Шадрин Михаил Михайлович**

*10 класс, Специализированный учебно-научный центр Новосибирского
Государственного Университета, г. Новосибирск, Россия*

Научный руководитель: Золкин Александр Степанович, НГУ, доцент,
кандидат физико-математических наук

В связи с развитием мини-спутников и нано-спутников, возникает острая необходимость создания компактных, надёжных, долгоживущих мини-двигателей. Однако, со временем в двигателе происходит разрушение плазменного канала. Причины различные. Например, переменные тепловые нагрузки (КТР), радиационное воздействие. Кроме того, эрозия плазменного канала происходит под действием плазмы, распыляющих поверхность ионов. Это сильный фактор, особенно, при высоких температурах. В комплексе, это определяет время работы двигателя, жизни спутника на орбите.

Наш проект направлен на поиск оптимальных материалов для плазменного канала движка типа СПД. Мы предлагаем использовать материал канала с особыми характеристиками, такими как высокая температурная стойкость, минимальное распыление ионами. Это может увеличить срок службы двигателей.

В данном проекте мы рассматриваем свойства материалов таких, как: окись алюминия Al_2O_3 , нитрид бора (BN), нитрид алюминия (AlN) стеклоуглерод (C) или нано-композиты на их основе. Анализ свойств материалов показал, что и оксиды, и нитриды при высокой температуре, в области 14000С восстанавливаются, что приводит к разрушению под действием плазменного потока и распыляющих ионов. Нитрид бора более стойкий материал (2200С) в сравнении с окислом алюминия (1400С). Однако и он разрушается. Коэффициент распыления углерода меньше в сравнении с Al_2O_3 и BN. Следовательно, есть основания применить композит, основанный на углероде, окислах и нитридах. Нам представляется, что это направление может привести к уменьшению эрозии и, как следствие, увеличению времени работы спутника на орбите.

Кроме того, можно рассматривать оксид циркония, как один из наиболее тугоплавких оксидов металлов $t_{пл} = 2715\text{ }^\circ\text{C}$ и использовать его в сочетании с углеродом и нитридом бора, например. Нано-композиты, как правило, проявляют новые, уникальные свойства. Введение углеродных частиц, частиц

графита, нано-трубок, графена может привести к увеличению прочности, синтезу карбидной фазы и уменьшить разрушение плазменного канала.

Список использованных источников:

1. *PERFORMANCE INVESTIGATION OF SPT-20M LOW POWER HALL EFFECT THRUSTER IEPС-2007-100 A.V. Loyan*, T.A. Maksymenko † National Aerospace University "KhAI", 61070 Kharkiv, Ukraine*
2. *Морозов А. И. Введение в плазмодинамику. / М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.*
3. *Важенин Н. А., Обухов В.А., Плохих А.П., Попов Г. А. Электрические ракетные двигатели космических аппаратов и их влияние на радиосистемы космической связи. / М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.*
4. *Горшков О.А. Холловские и ионные плазменные двигатели для космических аппаратов. / М.: Машиностроение, 2008.*
5. *Очерки об истории ОКБ «Факел», Роскосмос. А. Н. Нестеренко. Под редакцией ген. директора ОКБ «Факел» В. М. Мурашко. Издательство «ИП Мишуткина И. В.», 2005. 238 стр.*

WALLZAVR

Горбунова Елизавета Витальевна

9 класс, Автономное Образовательное Учреждение Удмуртской Республики «Региональный Образовательный Центр Одаренных Детей», г. Ижевск, Россия

Научные руководители: Мусатов Степан Дмитриевич, бакалавр, заведующий физико-математической лабораторией АО УР РОЦОД «ТАУ», Файзрахманов Денис Газинурович, бакалавр, инженер-программист 2 категории, Капеева Дарья Сергеевна, лаборант АО УР РОЦОД «ТАУ»

В результате исследования рынка были выяснены проблемы покраски фасадов многоэтажных домов. Человек подвергает свое здоровье опасности, работая на высоте и с химическим составом краски, его работа малоэффективна из-за человеческого фактора. Существующие аналоги роботизированных технологий в полной мере не удовлетворяют предъявляемым требованиям. Поэтому я решила разработать роботизированное устройство для покраски отвесных поверхностей, способствующее сокращению трудовых и материальных затрат, снижению рисков рабочих при покраске на высоте, а также уменьшению вредного воздействия красок на их здоровье.

Наносить покрытия я решила с помощью распылителей, ориентируясь на его характеристики [4]. В качестве покрасочного материала я выбрала акриловую спрей-краску, так как с ней легче реализовать проект на данный момент.

Для передвижения роботизированной технологии я решила сделать систему с использованием тросов, которые регулируются, накручиваются на стержень и передвигают робота.

1. Система передвижения. Для проекта был выбран двигатель с червячным редуктором DC12V10RPM. Два двигателя вращают катушки с тросами, тем самым изменяя длину троса, следовательно осуществляется перемещение [2].

2. Система покраски. Нажатие на аэрозольный баллон осуществляется с помощью сервопривода Tower Pro MG 996R. [1], [3]. Так как отвесные покрытия имеют окна, выступы, то я решила с помощью ультразвукового дальномера производить замеры. Микроконтроллер производит управление исполнительного устройства. Аэрозольный распылитель следует взбалтывать перед каждой покраской, для этого в будущем я усовершенствую данную систему.

3. Система включения/выключения/перемещения/покраски роботизированной технологии.

Для связи с роботом используется Bluetooth модуль. Автономная работа осуществляется по заданной программе с помощью приложения Arduino Bluetooth RC Car. Самый быстрый и качественный - покрас, начинающийся с левого верхнего угла и продолжающийся слева направо, далее направлен попеременно то в одну, то в другую сторону.

Себестоимость прототипа Wallzavra – 11830,4 р. При производстве в масштабном количестве, когда все необходимые компоненты будут закупаться оптом, себестоимость Wallzavra уменьшится на 20%-25%. Точка безубыточности достигается за 251 день при условии сдачи в аренду 25 раз.

Практическая значимость:

- Разработанная система способна перемещаться и проводить покрасочные работы в ручном режиме;
- Роботизированная технология управляется дистанционно;
- Проект является перспективной разработкой.
- Предложенная система, может быть, использована в целях покраски отвесных поверхностей;

В результате данной работы был разработан прототип роботизированного устройства для покраски отвесных поверхностей. В будущем планируется разработать корпус и системы снижения влияния ветра на перемещение роботизированной технологии, алгоритмы автоматической покраски и системы детектирования оконных проемов, промышленного прототипа и его тестирование, а также создание документации на него, выход на рынок.

Список использованных источников:

1. Гагарина Д.А. *Занимательная робототехника, All rights reserved Arduino для начинающих. Урок 4. Управление сервоприводом [Электронный ресурс] / Гагарина Д.А. - 2014-2020. – Режим доступа к сайту: [http://edurobots.ru/2014/04/arduino-servoprivod/].*
2. *Драйвер шагового двигателя и двигателя постоянного тока L298N и Arduino Arduino-DIY.com [Электронный ресурс] / Режим доступа к сайту: [http://arduino-diy.com/arduino-drayver-shagovogo-dvigatelya-i-dvigatelya-postoyannogo-toka-L298N].*
3. *Сервопривод SG90 микро, пластиковые шестерни [Электронный ресурс] / Режим доступа к сайту: [https://mcustore.ru/store/privody-mexanika/mikro-servoprivod-sg90/?gclid=EAIaIQobChMIyeuLvMbL5wIVReaaCh3SZQMUEAQYAiABEgK].*
4. *Угленластики [Электронный ресурс] / Режим доступа к сайту: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Угленластики].*

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЛЕВИТАЦИИ КАПЛИ ЖИДКОСТИ (ВОДЫ)

Девятайкин Иван Сергеевич

10 класс, Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
"Лицей № 38", г. Нижний Новгород, Россия

Научный руководитель: Тукова Надежда Борисовна, учитель физики и астрономии высшей квалификационной категории

Тема акустической левитации является дискуссионной и интересной для изучения. Актуальность и важность изучения вопросов, связанных с изучением акустической левитации, а также её значимость в будущем определила цель моей работы: исследовать акустическую левитацию капли жидкости и выявить оптимальную частоту, на которой осуществляется ее левитация. Объектом исследования: установка, генерирующая ультразвук, капля воды и пенопластовые шарики. Предмет исследования: изучение параметров воздействия акустической левитации на капли воды и пенопласт. Методы, используемые при подготовке работы: изучение сведений об объекте исследования из технической литературы, книг, справочников, статей; поиск информации в Интернете; сравнение; анализ; измерения; эксперимент.

Акустическая(звуковая) левитация — это явление, основанное на создании в воздухе стоячей звуковой волны, которая удерживает весомый объект в воздухе. Для появления акустической левитации, необходима сила, преодолевающая силу тяжести. Для создания акустической стоячей волны собрана установка, состоящая из ультразвуковых излучателей, разъединённых на два массива по 36 излучателей, расположенных напротив друг друга на расстоянии 10см. Массивы подключены к драйверу L297N который в свою очередь подключен к arduino nano.

Для выявления оптимальной частоты, используемой для ультразвуковой левитации, искали зависимость массы одной левитирующей капли от частоты ультразвуковой волны. *Оптимальной* назвали частоту звуковой волны, которая удерживает в состоянии равновесия в узле наибольшую массу капли воды. Оптимальная частота составила 40кГц. В процессе работы с исследованием зависимости массы левитирующей капли от частоты было обнаружено интересное физическое явление – кавитация в каплях.

Используя пенопластовые шарики в качестве левитирующего объекта, нашли зависимость длины волны от частоты. Для этого шарики помещали в узлы стоячей волны. Зная длину волны и частоту, вычислили скорость звука в воздухе. В проводимых экспериментах она оказалась равна 343,2 м/с. При работе с пенопластовыми шариками и водой было обнаружено нагревание этих объектов во время эксперимента. Исследовали скорости нагревания одной левитирующей капли воды для различных частот. Для этого с помощью

тепловизора за промежуток времени равный 900с, определяли изменение температуры капли.

Оценили полную энергию стоячей акустической волны в узле по выведенной формуле:

$$E = E_p + E_k = \frac{p_m^2}{4\rho_0 c^2} \frac{\pi R^2 L}{2} + \frac{\rho_0}{4Z_s^2} p_m^2 \frac{SL}{2}$$

Было установлено, что чем выше частота, тем выше скорость нагревания (рис 1). Экспериментально доказано, что длина волны обратнопропорциональна частоте. Вычислена скорость звука в условиях эксперимента - 343,2 м/с. Оценена полная энергия и выявлена нелинейная зависимость полной энергии от частоты: чем больше частота, тем выше энергия. Найдена оптимальная частота 40кГц для акустической левитации капли воды. Экспериментально определена зависимость массы одной левитирующей капли от частоты, создаваемой установкой, в интервале 36-42кГц (рис 2).

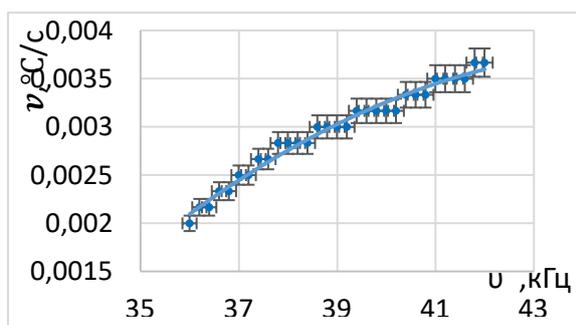


Рисунок 1. График зависимости скорости нагревания от частоты

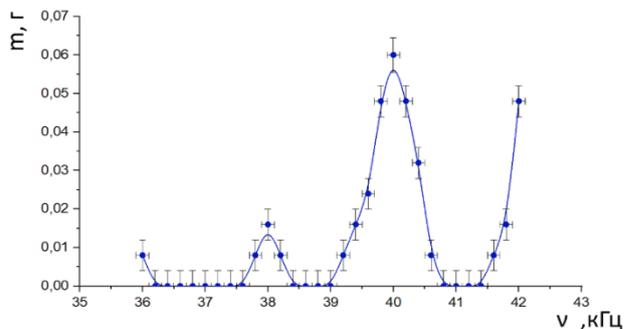


Рисунок 2. График зависимости массы левитирующей массы от частоты

Список использованных источников:

1. М99 Физика. 10 класс : учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский .

<https://www.instructables.com/Acoustic-Levigator/>.

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В УСЛОВИЯХ Г. ЧЕЛЯБИНСКА

Деев Данила Сергеевич

9 класс, МАОУ лицей №77, г. Челябинск, Россия

Научный руководитель: Карпович Татьяна Владимировна, МАОУ лицей №77, учитель физики

В последнее время электроэнергии в крупных городах не хватает, и она дорожает. Поэтому начали появляться тенденции использования альтернативных источников энергии.

В настоящее время в России увеличивается объем электрической энергии, производимой при помощи солнечных батарей. Поэтому была поставлена цель: исследовать возможность применения солнечных батарей в условиях города Челябинска.

Настоящая работа включает в себя следующие этапы исследования:

- Изучить теоретическую возможность использования солнечной энергии в г. Челябинске
- Выполнить экспериментальное исследование;
- Разработать компьютерную модель;
- Выполнить расчет компьютерной модели.

Объект исследования: Солнечная панель

В работе была выдвинута гипотеза: объема вырабатываемой электрической энергии будет достаточно для электроснабжения потребителей

Научная новизна: отсутствие широкой практики использования солнечной энергии в регионе.

В результате исследования были сделаны выводы:

1. Рассчитана выработка электроэнергии солнечной батареей в заданный период для условий Южного Урала. Объемы получаемой электрической энергии достаточно для электроснабжения частного дома с небольшим потреблением.
2. Экспериментально определена зависимость напряжения на выходе солнечной панели от влияния различных факторов окружающей среды.
3. Разработана компьютерная модель.

Список использованных источников:

1. Портал о самостоятельном обслуживании и ремонте строительных коммуникаций и систем отопления, водоснабжения и водоотведения

- [Электронный ресурс] – URL: <https://remont-system.ru/> (дата обращения 20.09.2020).*
- 2. Википедия [Электронный ресурс] – URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 22.09.2020).*
 - 3. Виды солнечных батарей - <https://joule.net.ua/catalog/solnechnye-paneli> (дата обращения 20.09.2020).*
 - 4. Таблица высоты Солнца над горизонтом [Электронный ресурс] – URL: <https://timewek.ru/citysun.php/?sID=74&sMOD=2> (дата обращения 20.09.2020)*
 - 5. Системы отопления и водоснабжения для частного дома и квартиры [Электронный ресурс] – URL: <https://teplo.guru/eko/kak-vyibrat-solnechnuyu-batareyu.html#i-2> (дата обращения 25.09.2020)*

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРЕВА НА НЕИЗОТЕРМИЧЕСКУЮ ПОЛЗУЧЕСТЬ ШЕЛКОВЫХ ВОЛОКОН

Дружкин Михаил Владимирович

10 класс, Тамбовское областное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение кадетская школа «Многопрофильный кадетский корпус имени Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР Л.С. Дёмина», Тамбов, Россия

Научный руководитель: Березнер Арсений Дмитриевич, ФГБОУ ВО ТГУ им. Г.Р. Державина, старший преподаватель, к.ф.-м.н.

Исследование изотермической ползучести материалов представляет интерес для многих отраслей промышленности, таких как авиационно-космическая и инженерно-строительная. Ползучесть встречается повсеместно в различных материалах и устройствах на их основе, в нано- и макромасштабе [1]. Однако ползучесть в переменных температурах остается мало изученной. При этом деформация шелковых волокон, в указанных условиях, представляет интерес, ввиду вероятного нелинейного отклика этого материала на приложенную нагрузку.

Образцы шелковых плетеных нитей, с размерами (длина, толщина): 15 см × 0,4 мм помещались в камеру печи установки на ползучесть. При исследовании ползучести шелковых волокон в переменном температурном поле, образцы находились под постоянной механической нагрузкой (масса груза ~ 10 грамм). Образцы нагревали в печи, в воздушной среде, с постоянной скоростью равной, в среднем, 1 2 и 3 К/с. Температуру в камере печи фиксировали термопарой с датчиком Omron. Для оценки первичной структуры образца и его разрушения использовали сканирующий зондовый микроскоп (СЗМ) FemtoScan и оптический лабораторный микроскоп МБС-10. Фазовые точки (температуру плавления и полимеризации) материала оценивались посредством термогравиметрического анализатора EXSTAR TG/DTA 7200.

Установлено, что ползучесть шелковой нити, при скорости нагрева 1 К/с, осуществляется по гиперболическому закону (коэффициент корреляции выше 0,9):

$$x(t) = 22,8241 + \frac{24t}{440(440 - t)} \quad (1). \quad \text{Показано, что увеличение}$$

скорости нагрева до 2 К/с, с сохранением массы груза, приводит к изменению формы деформационной зависимости $x(t)$, которая перестает соответствовать только гиперболическому закону, а становится близкой к зависимости:

$$x(t) = 22,8241 - 0,0182t + \frac{15t}{296(296 - t)} \quad (2). \quad \text{Для этого случая коэффициент}$$

корреляции составляет порядка 0,995, что свидетельствует о высокой степени точности подбора модельных уравнений. Оценка вида уравнения позволяет сделать следующий вывод: увеличение скорости нагрева с 1 К/с до 2 К/с и 3 К/с приводит к обратимому первичному сжатию образца и изменению стадии пластической деформации, в сравнении с исходным состоянием. Этот результат может быть обусловлен сложным откликом волокон нити на одноосную нагрузку, а именно – рост скорости нагрева может сложным образом воздействовать на термическое расширение и сжатие перекрестных и поперечных волокон, обеспечивая различную направленность сил упругости относительно вектора внешней нагрузки. О многослойной организации волокон свидетельствуют данные СЗМ и оптической микроскопии (рис. 1).

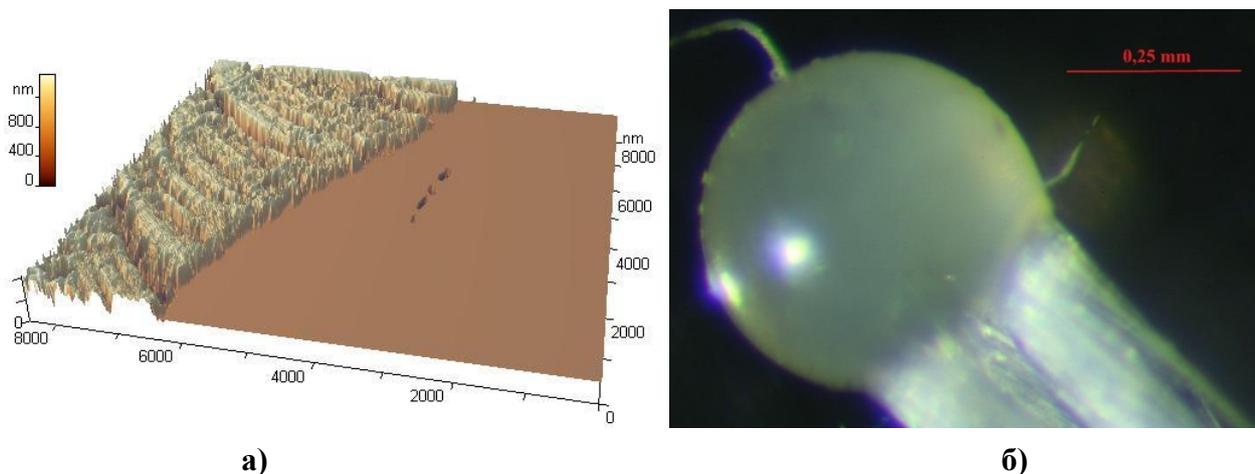


Рис.1. АСМ текстуры (1а) и микрофотография (1б) шелковой нити

Список использованных источников:

1. Yoo, B. *Increased time-dependent room temperature plasticity in metallic glass nanopillars and its size-dependency* / B. Yoo, J. Kim, Y. Kim, I. Choi, S. Shim, T. Tsui, H. Bei, U. Ramamurty, J. Jang // *Int. J. Plast.*, – 2012. – vol. 37. – p. 108–118.

ОБРАЗОВАНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ КОНИЧЕСКИХ ВЫСТУПОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕДИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Дюло Михаил Александрович, Пахалков Иван Викторович,
Расстанаев Дмитрий Артемович

10 класс, Университетский лицей №1511 Предуниверситарий НИЯУ МИФИ,
г. Москва, Россия

Научный руководитель: Захаров А.М., к.ф.-м.н., доцент НИЯУ МИФИ

1.Цель работы. Изучить влияние присутствия атомов тугоплавких металлов на поверхности меди на рост конусов на меди при облучении ионами аргоновой плазмы.

2.Актуальность исследования. Появление микроскопических образований на поверхности металлов при ионном облучении отмечалось в разных работах[1, 2]. Для различных ионно-плазменных технологий и термоядерных исследований требуется изучить характер развития конусов на поверхности металлов при различных условиях их ионного облучения.

3.Метод решения задачи. Измерение температуры медного образца в зависимости от параметров газового разряда; проведение экспериментов по изучению роста конусов при постоянной температуре на облучаемой ионами аргоновой плазмы поверхности меди в присутствия атомов молибдена на её поверхности. Анализ роста конусов при помощи растрового электронного микроскопа.

Таблица 1

4.Результаты работы. С помощью термопары, установленной нами на образце, определена связь между параметрами облучения и температурой образцов (таблица 1). Вокруг образца, на расстоянии 10 мм, нами был установлен заземлённый экран. Затем, вместе с научным руководителем, нами были подобраны параметры разряда для экспериментов по изучению роста конусов: плотность тока ионов плазмы на образец составляет 2 мА/см², энергия облучающих

Ток разряда, мА	Энергия ионов, эВ	Плотность ионного тока, мА/см ²	Температура образца, °С
0,5	800	2,5	670
1	800	3,75	790
2	800	6	910
1	0	0	300
1	300	2,5	580
1	600	3,0	680
1	1000	4,25	850
1	1200	4,75	900
2	0	0	360
2	300	4,75	690
2	600	5,25	795

ионов 600 эВ, доза облучения достигает значения $2,7 \times 10^{20}$ ион/см². Руководителем выполнены эксперименты по формированию конусов при 4-х различных концентрациях атомов молибдена на облучаемой ионами поверхности образца. Измерены концентрации атомов молибдена на вершинах конусов. Нами проанализированы фотографии поверхностей образцов: измерены угол между склонами, средняя высота конусов и их концентрация на образце; а также выявлены изменения конусов при увеличении дозы облучения.

5. Анализ полученных результатов и выводы. а) Увеличение концентрации атомов молибдена в диапазоне (0,1 – 1) ат.% приводит к увеличению: высоты конусов, угла при вершине, глубины и диаметра кольцевого рва вокруг конусов. б) В вершине конусов концентрация атомов молибдена больше, чем на поверхности образца. в) Подтвердился вывод работы [3] о появлении вискеро в вершине конусов и об их роли в росте конусов. г) Перенапыление распылённых атомов на склоны соседних конусов ускоряет их рост. д) С ростом дозы облучения плотность конусов на образце увеличивается.

Список использованных источников:

1. *Wehner G.K. Cone formation as a result of whisker growth on ion bombardment metal surface // J.Vac.Sci.Technol., A3(4), (1985), p. 1821-1835.*
2. *Беграмбеков Л.Б., Захаров А.М., Пустобаев А.А., Тельковский В.Г. Развитие вискеро в и конусов на бомбардируемой ионами поверхности // ФизХОМ., №5, (1989), с. 26-33.*
3. *Беграмбеков Л.Б. Процессы в твёрдом теле под действием ионного и плазменного облучения. г. Москва, МИФИ, 2008 г.*

ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА В ДИФРАКЦИОННОЙ ЗОНЕ

Жаренков Максим Денисович

9 класс, МБОУ «Гимназия №40», г. Барнаул, Алтайский край, Россия

Научный руководитель: Тишин Владимир Владимирович,
педагог дополнительного образования,
КГБУ ДО «Детский технопарк Алтайского края “Кванториум.22»

В машиностроении изготовление деталей, машин и сборочных единиц производится в соответствии с нормативно-технологической документацией. Основным документом, в соответствии с которым изготавливаются изделия - чертеж. В чертеже, кроме размеров детали, как правило, присутствуют требования, по которым определяют предельно допустимые значения отклонения форм поверхностей. К числу указываемых отклонений относится значение плоскостности и шероховатости. В процессе производства существует промежуточная операция «визуальный контроль» поверхности. Субъективная оценка поверхности по определению точечных дефектов и повреждений не дает четких выводов о соответствии образцу. Качество обработки металлических поверхностей влияет на показатель отражения света. В работе рассматривается метод выявления участков на поверхности металлов с отражающей способностью несогласующиеся закономерностями распределение освещённости для дифракционной зоны. Цель исследовательской работы: анализировать новый метод контроля шероховатости поверхности стали по характеру изменения дифракционного изображения. Объект исследования: поверхности шлифованных стальных образцов. Предмет исследования: дифракции на плоских металлических поверхностях. Актуальность работы: В настоящее время, исходя из известных данных, не существует бесконтактного и точного метода контроля микрошероховатости. Задачи исследования: 1. Получить цифровые изображения 100 сегментов образцов со значением свечения каждого. 2. Построить графические изображения зависимостей изменения освещённости в дифракционной зоне для образцов А и Б. 3. Выполнить аппроксимацию полученных значений экспериментальных точек. Сравнить величины доверительных интервалов для двух графиков. Гипотеза исследования: Графики поверхностей шлифованных образцов стали с разным показателем шероховатости будут отличаться по интенсивности освещённости в дифракционной зоне.

Технологическая фаза:

1. Изготавливаем приставку к цифровому микроскопу (калиброванная

проволока 1 мм, источник белого света). Подбираем образцы стали со шлифованными поверхностями, соответственно $R_a=0,4$ мкм (образец А) и $R_a=0,08$ мкм (образец Б).

2. Провести фотографирование выбранного участка. Разбиваем полученное изображение на 10 световых полос перехода со светлого участка на участок тени. Каждый световой уровень делим на 10 сегментов.

3. Используя программу Adobe Photoshop, определяем показатель свечения каждого из 100 сегментов. Используя средние арифметические значения свечения для каждого уровня экспериментальных образцов А и Б строим графики. 4. Аппроксимируем полученные экспериментальные зависимости.

По результатам экспериментов строим график 1 для образцов А и Б.

Выводы: В результате проведенных исследований обнаружены следующие факты:

1. Значения функций интенсивности освещенности образцов стали с разными показателями шероховатости отличаются, это свидетельствует о различной способности рассеивать отраженный свет в дифракционной зоне.

2. Проверяя поверхности в рамках контроля шероховатости у шлифованных образцов, появляется возможность сравнивать полученную функцию по отношению к образцу.

Перспективы: Данную методику предлагается использовать для контроля микрошероховатости распылителя форсунки дизельного двигателя. Шероховатость поверхности в соответствии с чертежом установлена не более 0,08 мкм.

Список использованных источников:

1. Л. Л. Медянцева, В. В. Горбачева, Е. Е. Шарова «Контроль прямолинейности и плоскостности поверхностей». М., Издательство стандартов, 1972.-119 с.
2. Сивухин Д. В. *Общий курс физики. Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. Т.IV. Оптика.* – 3-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.- 792 с.
3. Демина Л.Н. *Методы и средства измерений, испытаний и контроля: Учебное пособие.* – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 292 с.
4. Саржевский А.М. *Оптика: Полный курс: Учебное пособие. Изд. 3-е.: Едиториал УРСС, 2009. – 608 с.*
5. Ландсберг Г.С. *Оптика. Учеб. пособие: Для вузов.* – 6-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.

СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ И ЦИФРОВОГО КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ ШЛЮЗОВЫХ КАМЕР ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ОТ ЛУННОГО РЕГОЛИТА В АВТОНОМНОМ МОДУЛЕ

Жеребятин Илья Андреевич

*Университетский лицей №1511 предвуниверситария НИЯУ МИФИ,
г. Москва, Россия*

Научный руководитель: Колесников Святослав Владимирович,
доцент НИЯУ МИФИ, кандидат ф.-м. наук

В процессе изучения космических программ по освоению лунных территорий и анализе причин провала миссии по освоению лунного пространства [2] в XX веке в качестве одной из важных определена проблема разрушительного воздействия радиоактивной лунной пыли (реголита, далее R) [1], на человеческий организм, машины и механизмы. Решение данной проблемы является особенно актуальным, так как приблизит нашу страну к успешной реализации давней мечты человечества об освоении Луны,

Цель работы: найти решение по созданию защиты людей и оборудования автономного модуля от пагубного воздействия реголита при контакте с агрессивной лунной средой.

Гипотеза: «Существует вариант надежной защиты людей и оборудования от радиоактивного реголита». Методы работы: Изучение источников по теме. Сбор и анализ данных, консультации со специалистами. Наблюдения магнитных свойств реголит, эксперимента по измерению уровней очистки объектов на оборудовании ИКИ РАН.

Классификация свойств лунного реголита: 1) Реголит (R) состоит из острых или оплавленных частиц размером от 2 до 6 мкм с электростатическим зарядом [2]. 2) R радиоактивен, при попадании в лёгкие становится смертельной угрозой здоровью человека. 3) R обладает абразивным действием, уменьшает срок работы механизмов. Проанализирована информация с Lunar Lander Neutrons and Dosimetry experiment, LND [3] по показаниям которой и произведен сравнительный анализ расчётных данных. Рассчитывалась линейная передача энергии— потеря энергии ионизирующего излучения на единицу длины пути. $L = dE / dl$

Произведен сравнительный анализ данных, величин эквивалентной мощности дозы излучения, полученных с LND (1370 мЗв), и норм допустимых доз облучения для человеческого организма в земных условиях [4].

Формулировка результатов

Разработана система защиты объектов от лунного реголита путём автоматизированного процесса очистки и контроля, определяющих уровни загрязнения объектов с системой допусков к дальнейшему продвижению с использованием методов дозиметрии, лазерной триангуляции, Optical Time of Flight и Ultrasonic Time of Flight. Разработана модель в 3D и схема в 2D. Успешное испытание прототипа, зафиксированное на видео, проводилось с использованием датчика дыма и детектора, подключённым к системе Arduino. Скорость счета спадала как $1/R^2$; при напряжении на трубке 400 V. Питание самого устройства осуществлялось 5V. P. Следует отметить, что предложенная технология может быть использована и в земных условиях в шахтах, на вредных производствах, в зонах эпидемии при наличии агрессивной среды.

Список использованных источников:

1. Merrill G. P. *A treatise on rocks, rock weathering and soils*. New York: P. 299.
2. К.П. Флоренский. *Лунный грунт: свойства и аналоги*. АН СССР, 1975.
3. Пресс-релиз NASA ([URL:https://www.nasa.gov/press-release/nasa-administrator-statement-on-nasa-s-moon-to-mars-plans-fy-2020-budget](https://www.nasa.gov/press-release/nasa-administrator-statement-on-nasa-s-moon-to-mars-plans-fy-2020-budget)).
4. *Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009*. СанПиН 2.6.1.2523-09.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ВХОДНЫХ ЦЕПЕЙ РАДИОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА

Каличава Марина Отариевна

*10 класс, МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №17
г. Йошкар-Олы», Республика Марий Эл*

Научные руководители: преподаватель Кречетова И. В. МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №17»; к.т.н., доцент Бастракова Марина Ивановна, кафедра радиотехники и связи, Радиотехнический факультет, ФГБОУ ВО «ПГТУ»

Цель работы. Экспериментально исследовать характеристику избирательности радиоприемного устройства и сравнить ее с теоретическими расчетами.

Входные цепи (ВЦ) в радиоприемном устройстве служат для выполнения двух задач: предварительной селекции сигнала и согласования сопротивления антенны с входным сопротивлением первого каскада усилительного тракта приемника. Одна из главных функций ВЦ – ослабление сигналов на частотах зеркального канала f_z и промежуточной частоты $f_{пч}$. Количественно это качество приемника оценивается характеристикой избирательностью – это способность радиоприемного устройства побочные каналы приема и пропускать полезные сигналы. Исследования проводились для ВЦ на макете радиоприемного устройства с резонансной частотой 960кГц. Результаты теоретических расчетов для характеристики избирательности представлены в Таблице 1.

Таблица 1

F, кГц	910	920	930	940	950	960	970	980	990	1000	1010
χ	-4,79	-3,81	-2,84	1,88	-0,94	0	0,93	1,84	2,75	3,65	4,55
σ	13,79	11,91	9,57	6,56	2,75	0	2,70	6,42	9,32	11,56	13,36

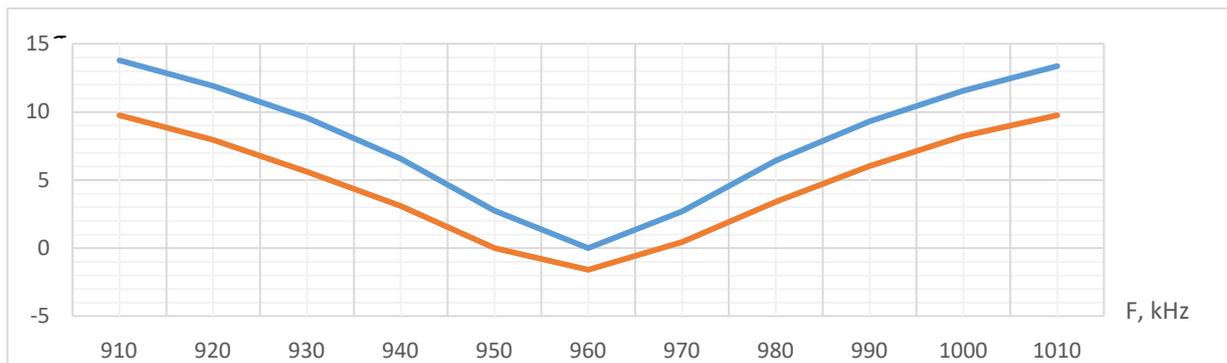
Результаты экспериментального исследование характеристики избирательности приведены в Таблице 2

Таблица 2

f, кГц	910	920	930	940	950	960	970	980	990	1000	1010
U _{ВЫХ} , мВ	26	32	42	56	80	96	76	54	40	31	26
σ	9,762	7,959	5,597	3,098	0,000	1,584	0,446	3,414	6,021	8,235	9,762

По результатам теоретических расчетов и экспериментальных исследований построены графики зависимости избирательности от частоты, рис1.

Рисунок 1



Графики зависимости теоретической и экспериментальной характеристик избирательности радиоприемного устройства. Верхний график построен по теоретическим данным, нижний-по результатам эксперимента

Рассчитали значение коэффициентов прямоугольности по уровням 20 и 30дБ

$$\Delta F_{3\text{дБ}} = \Delta f = 30,1(6) \text{ кГц}$$

$$\Delta F_{20\text{дБ}} = 1068,85 - 831 = 237,85 \text{ кГц}$$

$$\Delta F_{30\text{дБ}} = 1353,23 - 780 = 573,23 \text{ кГц}$$

$$K_{П20\text{дБ}} = \Delta F_{3\text{дБ}} / \Delta F_{20\text{дБ}} = 0,127$$

Выводы: по результатам проделанной работы можно сделать выводы, что экспериментальные результаты характеристики избирательности отличаются от практических на 1,5дБ, что вызвано погрешностью измерений и приборов.

Список использованных источников:

1. Фомин Н. Н., Радиоприемные устройства /Н. Н. Фомин, Буга Н. Н. и др./ - М. : Горячая линия –Телеком, 2007. 520 с.
2. Входные цепи радиоприемников : метод. указания //сост. В. М. Бардин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 12 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СФЕРИЧЕСКИХ МАГНИТОВ

Маслов Даниил Дмитриевич

10 класс, МАОУ "Лицей №38", г. Нижний Новгород, Россия

Научный руководитель: учитель физики и астрономии высшей квалификационной категории МАОУ Лицея №38 Тукова Надежда Борисовна

Идея исследования возникла из рассмотрения движения космических объектов. Стало интересно рассмотреть движение магнитных шаров, как аналогию. В процессе исследования заметил, что при столкновении магнитных шариков они взаимодействуют, и начинают вращаться с большой скоростью, как единое целое. При этом ось вращения прецессирует, а само вращение всегда оканчивается резким торможением.

Предметом исследования являются неодимовые сферические магниты. Объект исследования – сцепленное вращение магнитных шариков.

Цель работы – исследовать параметры имеющейся системы скатывания и взаимодействия, а также взаимодействие неподвижных магнитов. Задачи исследования: изучить взаимодействие двух неподвижных сферических магнитов на расстоянии друг от друга; проанализировать непосредственно само движение сферических магнитов в эксперименте.

В работе использовались такие методы как: изучение литературы по имеющейся теме, анализ и сравнение, измерения и эксперимент.

Для выполнения главной части работы, заключающейся в исследовании вращения шаров, были выбраны 3 пары магнитов: две пары одинаковых по массе, размерам и намагниченности, и одна пара разных. Использовалась видеокамера с частотой съемки: 240 кадров/с. Камеру фиксировал и снимал видеоматериал: вращение магнитов, скатываемых с одинаковой высоты на гладкую поверхность по немагнитным желобам. Сделали раскадровку видеозаписи, на которой происходило сцепленное вращение магнитов. Сравнивая кадры и отмечая возвращение шариков в исходное положение, находились время полного оборота и угол прецессии оси.

Для осуществления фиксируемого взаимодействия шарики скатывались с одной высоты, а наклонные плоскости имели одинаковый угол наклона и одинаковую длину.

В результате выполнения работы:

- Исследовали зависимости полной силы и его компонентов от угла α между двумя сферическими магнитами. Зависимость оказалась синусоидальной.

- Нашли теоретические средних параметров системы взаимодействующих магнитов, такие как: скорость, энергии и индукция магнитов.

- Проанализировали изменения частоты вращения с течением времени во время сцепленного вращения магнитов. Частота вращения изменяется далеко не линейно (рис. 2 и 3). Вращение сопровождается резким уменьшением частоты вращения, что видно и на графике, и на звуковой диаграмме (рис. 1).

- Проанализировали изменение угла прецессии оси вращения сцепленных шаров.

Рисунок 1 Спектр звука при взаимодействии шариков диаметром $d=1\text{см}$ на звукозаписи

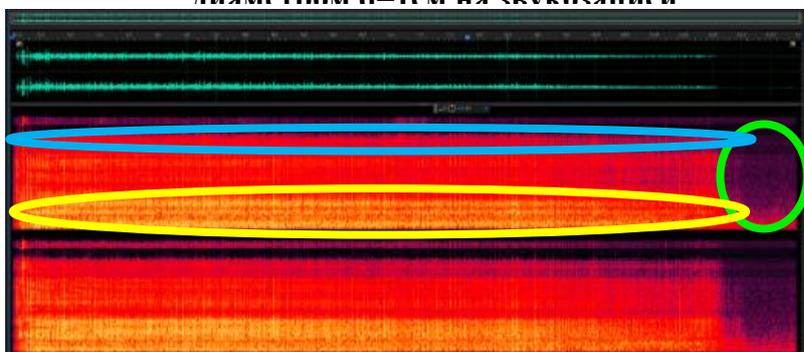


Рисунок 2 Зависимость частоты обращения сферических магнитов диаметром 2см от времени

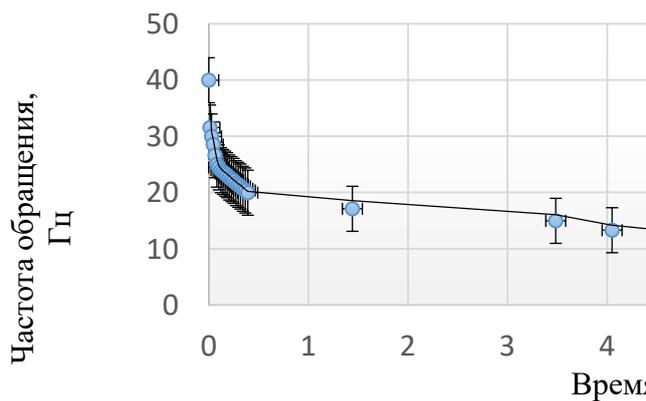
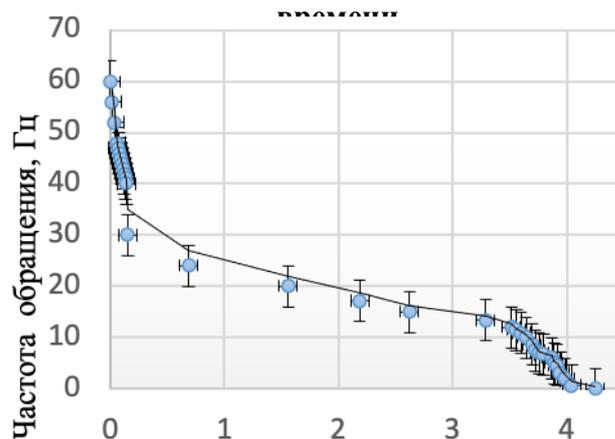


Рисунок 3 Зависимость частоты обращения сферических магнитов диаметром 1см от времени



Список использованных источников:

1. Учебник физики 2017 года “Физика. 10 кл. Углубленный уровень”, издательство “Просвещение”, авторы Кабардин О. Ф., Орлов В. А., Эвенчик Э. Е. и др. / Под ред. Пинского А. А., Кабардина О. Ф.

2. Б. М. Яворский и Детлаф А. А. Справочник по физике М., 1977 г., 944 стр. с илл. Редактор Л. П. Русакова, Техн. Редактор С. Я. Шкляр, Корректоры Т. С. Вайсберг, Т. С. Плетнева, В. П. Сорокина.

СОЗДАНИЕ ЧЕТВЕРОНОГОГО РОБОТА «РОБОКОТ»

Матвейцев Алексей Леонидович, Сазанов Захар Алексеевич
10 класс, МАОУ "Лицей №38", г. Нижний Новгород, Россия

Научный руководитель: учитель физики высшей квалификационной категории МАОУ Лицея №38 Еделев Андрей Юрьевич

В двадцать первом веке робототехника используется во всех видах промышленности, строительства, быта, авиации, особенно в экстремальных сферах деятельности человечества таких, как военная, космическая и подводная. Не так давно в нашей жизни появились роботы способные помогать человеку со сложными, рутинными, опасными и даже невозможными операциями.

В результате этой работы мы сконструировали создали прототип четвероногого робота на базе orange pi способный самостоятельно передвигаться, изучили материал по существующим четвероногим роботам, создали и распечатали 3д модель робота, провели тестирование прототипа устройства

Новизна:

Новизна работы заключается в системе управления роботом: любой человек, имеющий доступ в интернет, а также непосредственно к сайту может управлять нашим устройством удалённо.

Вывод:

В рамках нашей работы был спроектирован и воссоздан концепт роботизированной самоходной установки с видео фиксацией и стабильным интернет соединением для его управления.

Список использованных источников:

1. http://nitec.nstu.ru/upload/lib/2018_Translated/Инверсная%20кинематика.%20QNET%20MS_Методическое%20пособие%20для%20студентов.pdf.
2. Swaroop С. Н., «A Byte of Python».
3. https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG996R_Tower-Pro.pdf.
4. <https://www.bostondynamics.com>.
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот>.

УЛУЧШЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ АППАРАТА-БУКСИРА ФРАГМЕНТОВ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Мищенко Артем Олегович

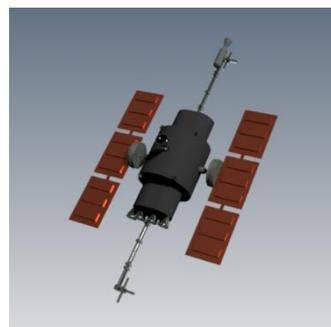
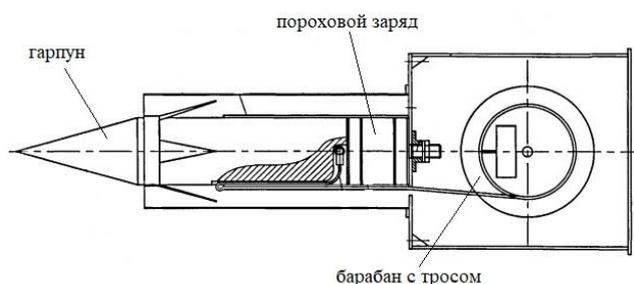
8 класс, ГБОУ «Бауманская инженерная школа № 1580», г. Москва, Россия

Научный руководитель: Хафизов Владислав Юрьевич, технопарк «Инжинириум МГТУ им. Н.Э. Баумана», преподаватель, инженер

На данный момент общее число фрагментов космического мусора, возникшего в ходе исследований космоса, и летающих вокруг нашей планеты доходит до 100 тысяч. Периодически возникают аварийные ситуации, касающиеся Международной Космической станции, связанные с наличием на околоземной орбите большого количества твердых тел. Целью данной работы является показать целесообразность использования композитных материалов в существующих разработках аппаратов – уборщиков космического мусора.

На основании патентов RU2510359C1 «Многоразовый космический аппарат-буксир для уборки космического мусора» [1], использующего дистанционный захват-гарпун (рис.1), и RU2703056C1 «Космический аппарат для уборки космического мусора» [2] выполнены виртуальная модель (рис.2), анализ конструкций аппаратов, расчет их массы и расхода топлива, необходимого для запуска на орбиту при использовании титана и углепластика в качестве материала корпуса [3].

В результате расчета полная масса аппарата с титановым корпусом составила 1177,35 кг (из них масса корпуса – 491,76 кг), с углепластиковым – 843,7 кг (из них масса корпуса – 158,1 кг). Разница масс составила 333,65 кг. Количество топлива, необходимое для запуска на околоземную орбиту с первой космической скоростью, по формуле Циолковского, равно 14080 и 10090 кг для аппаратов с корпусами из титана и углепластика, соответственно. Коэффициент уменьшения расхода топлива при замене материала на углепластик составляет 0,72.



БЫЛО

Рис.1 установлено,

ЧТО

Рис.2

применение композитных материалов, в частности, углепластика, в качестве материала корпуса космических аппаратов существенно уменьшает массу конечного изделия и расход топлива, необходимый для его введения в эксплуатацию на околоземной орбите.

Список использованных источников:

1. Патент РФ 2510359 С1. Российская Федерация, МПК В64G 1/10, В64G 1/14. Открытое акционерное общество «Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения»: заявл. 24.10.2012: опубл. 27.03.2014 [Текст] / Савельев Б. И. – 8 с.
2. Патент РФ 2703056. Российская Федерация, МПК В64G 1/10. Лозина М. А.: заявл. 14.02.2019: опубл. 15.10.2019 [Текст] / Лозина М. А. – 14 с.
3. Адамс М. К. Конструкции, материалы, вход в атмосферу: сайт [Электронный ресурс] // Эпизоды космонавтики. — 2005. — Режим доступа: <http://epizodsspace.airbase.ru/bibl/spaceage/05.htm> (дата обращения: 25.01.2021). — Текст: электронный.

СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА РОБОТА-ОФИЦИАНТА

Никишов Богдан Алексеевич, Танченков Владимир Юрьевич
10 класс, СОГБОУИ «Лицей им. Кирилла и Мефодия», г. Смоленск, Россия

Научный руководитель: Кобаренкова Анастасия Валерьевна, СОГБОУИ «Лицей им. Кирилла и Мефодия», учитель информатики

Цель исследования: создание прототипа робота-официанта.

Официант (от латинского *officium* – «должность, одолжение») – профессия в сфере общественного питания. Его основная работа заключается в приёме заказов от посетителей и доставка их блюд из кухни до нужного столика. В зависимости от заведения список обязанностей меняется. Они так же могут встречать посетителей на входе и провожать их за свободный столик или сервировать столы. Для успешной работы официант должен знать меню, технологию приготовления блюд, их характеристики и стоимость.

Каждый официант за свою карьеру разбивал посуду. Обычно, им нужно привыкнуть к новой форме посуды и их весу. Это происходит за 2-5 недель работы. Рестораны и кафе уже приспособились к этому, для компенсации разбитой посуды они включают процент её стоимости в заказ. Что повышает цену и может отпугнуть клиентов.

Редко бывает, что официант пропускает заказы, из-за чего их приносят холодными. Но на кухне происходит своя война, повара часто не дают шанса этому произойти.

Робот работает от батареи. У него трехколесная база, с двумя ведущими колесами и одним, которое служит для поддержания равновесия. Через bluetooth-приёмник он от администратора принимает данные о заказе. В верхней части расположено место для подноса.

Робот доставляет заказы, полученные от администратора, к нужным столикам.

Итоги проекта: В итоге удалось создать работающего робота для перевозки еды и напитков. Работа над проектом была очень продуктивной. Задачи и цели проекта были выполнены.

Список использованных источников:

- 1. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства, Книга Джереми Блума для освоения Arduino от А до Я <https://www.chipdip.ru/product/9000273054>.*
- 2. <https://incrussia.ru/news/restaurants-cdc-research>.*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ШУМО- И ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Паспортникова Екатерина Олеговна
10 класс, МБОУ «Лицей 67», г. Иваново, Россия

Научный руководитель: Гангура Гюльназ Рафаэловна, учитель физики и астрономии МБОУ «Лицея 67» г. Иваново

Цель: Исследовать проблему шума и оценить лен, как наполнитель для вибропоглощающего материала

В работе рассматривается проблема шума: «Шумовое загрязнение является причиной возникновения проблем со здоровьем. В том числе, жизнь в большом городе в условиях постоянной зашумлённости оказывает влияние на наше социальное поведение» (<https://www.rockfon.ru/o-nac/news/2020/что-такое-шумовое-загрязнение-и-как-его-сократить/>). Иногда не представляется возможным устранить одновременно все источники шума. Акустические решения, такие как звукоизоляция и звукопоглощение, являются лучшим способом контроля и уменьшения нежелательных звуков.

Разбираются преимущества и недостатки создания и использования вибропоглощающего материала из отходов переработки натуральных волокон, сфера применения таких материалов (Автомобильная промышленность, строительная сфера и т.д.). Углубленно исследуется лен, как наполнитель для вибропоглощающего материала.

Преимущества льна:

1. Одно из самых распространенных в производстве растительное волокно
2. Способен выдерживать большие механические нагрузки
3. Имеет высокий коэффициент износостойкости
4. Долговечен
5. Нетермопластичен
6. Во влажном состоянии прочность дополнительно увеличивается на 10-20 %
7. Как и другие натуральные волокна, не растворяется в органических растворителях
8. Экономические плюсы

Недостатки льна:

1. Чувствителен к длительному воздействию высоких температур
2. Кислотные растворы не выдерживает

3. Чувствителен к деятельности микроорганизмов
(<http://fsrld.ru/2019/09/27/льняные-и-коноплянные-волокна-решени>)

В практической части изучаются свойства битумного композита, содержащий слой льняного волокна, а именно анализ, определение и сравнение коэффициента механических потерь между образцами №1 (вибропоглощающего материала производственной фирмы «Стандартпласт» (рис. 2)) и №2 (измененного образца №1 с добавлением слоя льна (льняной салфетки (рис. 1))). В ходе изучения свойств использовалась установка для определения коэффициента механических потерь полимерных композиционных материалов (рис. 3).



Рис.1



Рис.2

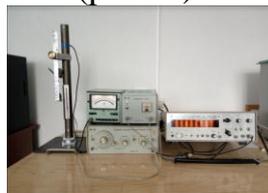


Рис.3

Рассмотрим метод вынужденных резонансных изгибных колебаний консольно закрепленного стержня. Методика проведения акустических испытаний по методу вынужденных резонансных изгибных колебаний сводится к определению амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) (рис.4) испытуемого образца, т.е. зависимости амплитуды A колебания образца от частоты приложенной силы. Определения коэффициента потерь вычисляются по ширине резонансной кривой на уровне A_n по формуле

$$\eta = \frac{\Delta f_n}{f_n \sqrt{n^2 - 1}} = \frac{\Delta f_n}{f_n \sqrt{10^{a/10} - 1}},$$

где Δf_n - ширина резонансной кривой, измеренная на произвольном уровне A_n ;
 $n = A_{max}/A_n$; A_{max} - амплитуда скорости колебаний на резонансной частоте;
 $a = 20 \lg n$.

По формуле рассчитаем η_1 (коэффициент потерь звуковых волн материала фирмы «Стандартпласт») и η_2 (коэффициент потерь материала, состоящего из слоев фольги, битума и льняной ткани) и сравним.

1. $A_{max1} = 30\text{мВ}$, $f_{n1} = 136$ Гц. Возьмем точки с амплитудой $A_{n1} = 24$ мВ и с частотой $f_{1a} = 135$ Гц, $f_{1b} = 145$ Гц $\rightarrow n = 30 / 24 = 1.25$

$$\Delta f_{n1} = f_{1b} - f_{1a} = 145 - 135 = 10 \text{ Гц}$$

$$\eta_1 = \frac{\Delta f_{n1}}{f_{1a} \sqrt{n^2 - 1}} = \frac{10}{136 * \sqrt{1.25^2 - 1}} = 0.098$$

2. $A_{max2} = 26\text{мВ}$, $f_{n1} = 129$ Гц. Возьмем точки с амплитудой $A_{n2} = 24$ мВ и с частотой $f_{2a} = 127$ Гц, $f_{2b} = 146$ Гц $\rightarrow n = 26 / 24 = 1.08(3)$

$$\Delta f_{n2} = f_{2b} - f_{2a} = 146 - 127 = 19 \text{ Гц}$$

$$\eta_2 = \frac{\Delta f_{n2}}{f_{2a}\sqrt{n^2-1}} = \frac{19}{129 * \sqrt{1.08(3)^2-1}} = 0.353$$

Вывод: С помощью эксперимента и физико-математических расчетов мы можем заметить, что добавление льна в акустический материал существенно снижает колебания металлической пластины в результате увеличения в 3.6 раза механических потерь. Из этого следует, что лен увеличивает задержку звуковых волн и повышает качество вибропоглощающего материала. Это говорит о том, что материал со льном стоит использовать на производстве в разных сферах, занимающихся звукоизоляцией.

Список использованных источников:

1. Донецкий К. И., Хрульков А. В. Применение натуральных волокон при изготовлении полимерных композиционных материалов // Труды ВИАМ. 2015. № 2.
2. Баранов АВ., Ларин И.Ю., Морыганов А.П. Обоснование возможности получения композитов на основе элементаризованного льноволокна. // СМАРТЕКС-2017.
3. Стокозенко БГ, Ларин Воронина ЕР., Титова Ю.В., Морыганов А.П. Влияние элементаризации льноволокна на его свойства и состав примесей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. // 2016, № 4.
4. А.Артемов «В мире оборудования» // №8 (13)/2001.
5. Хлопчатобумажные ткани // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона // Санкт-Петербург, 1890—1907.

ФИГУРЫ ЛИССАЖУ

Распопова Софья Романовна

*11 класс, Муниципальное Образовательное Учреждение
“Средняя общеобразовательная школа №7”, г. Котлас, Россия*

Научный руководитель: Чепурда Снежана Васильевна, МОУ “СОШ №7”,
учитель физики

Наша жизнь окружена различными физическими явлениями: постоянный и переменный электрический ток, звук, свет, движение различных тел, колебания тел и так далее. Колебания постоянно встречаются в жизни людей. Ветки, колышущиеся от порывов ветра, переменный ток в доме, различные звуки – это все обычные явления, над которыми мы даже не думаем, а это колебания. Но существуют колебания не только в одной, но и в двух плоскостях, самые известные колебания во взаимно-перпендикулярных плоскостях - фигуры Лиссажу.

Цель: исследовать зависимость формы фигур Лиссажу от частоты колебаний.

Задачи:

1. Изучить колебательные движения.
2. Собрать прибор для демонстрации фигур Лиссажу.
3. Получить изображения фигур Лиссажу с помощью собранного прибора.
4. Узнать применение фигур Лиссажу.

Объект исследования: гармонические колебания во взаимно-перпендикулярных плоскостях.

Предметом исследования стали формы фигур Лиссажу, которые были получены сделанным прибором.

В ходе работы была повторена тема «гармонические колебания», был собран прибор для демонстрации фигур Лиссажу, продемонстрированы полученные фигуры, и найдены области применения фигур Лиссажу.

По результатам данной работы были сделаны следующие выводы:

1. Собрать прибор для демонстрации фигур Лиссажу достаточно просто. Все материалы для прибора есть у каждого человека дома. Тем более сыпучее вещество выбирается человеком.
2. Получить четкие фигуры достаточно сложно, нужно учитывать такие нюансы, как амплитуда, начальная скорость маятника, угол отклонения носика баночки.
3. Данный прибор имеет несколько недостатков: остается много грязи после его использования, сложно получить желаемую фигуру после первой попытки.

Существует способ узнать соотношение частот без опоры на таблицу, в которой показаны фигуры и соотношение их частот.

Список использованных источников:

1. *Физика 11 класс базовый и углубленный уровни/ учебник для учащихся общеобразовательных организаций/ А.В. Грачев, В.А. Погожев, А.М. Салецкий, П.Ю. Боков/ Москва, Издательский центр «Вентана-Граф» 2018 г.*
2. *Фигуры Лиссажу/ Сайт естественнонаучной школы Томского Политехнического университета - http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/Колебания%20и%20волны.%20Геометрическая%20и%20волновая%20оптика/02-4.htm.*
3. *Фигуры Лиссажу и их демонстрация/ Сайт «АРБУЗ занимательный мир чисел, слов, пикселей и заблуждений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.arbuz.uz/w_lisagu.html – Дата доступа: 27.11.2015.*
4. *С.И. Кузнецов ФИЗИКА Часть I Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика и термодинамика. Издательство Томского политехнического университета 2012 <https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SMIT/eng/academic/Tab2/Физика%20Ч.1%20-В%20%20Вузовский%20учебник.pdf>.*

ИЗУЧЕНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

Сметанин Егор Алексеевич

9 класс, МБОУ Гимназия №14 им. С.С. Клиповой, г. Выкса, Россия

Научный руководитель: Доронин Дмитрий Олегович, МБОУ Гимназия №14 им. С. С. Клиповой, учитель физики высшей квалификационной категории

В школе на уроках физики мы изучаем свободные и вынужденные колебания в различных колебательных системах, например маятниках, пружинах, камертонах. Однако объяснение многих явлений, связанных с колебаниями, остается за рамками школьной программы.

В данной работе я изучил процесс возникновения биений при вынужденных колебаниях связанных математических маятников.

Для изучения явления биений, возникающих при вынужденных колебаниях, я использовал установку, состоящую из трёх математических маятников с длинами нитей 0,2, 0,3 и 0,4 м, закрепленных на общем подвижном подвесе.

Для измерения периода и амплитуды колебаний мы используем видеосъемку движения маятников. При покадровом просмотре получившейся записи промежутки времени и координаты маятников заносились в таблицы Microsoft Excel, которые затем использовались для проведения расчетов и построения графиков.

В ходе работы на подвесе были закреплены все три маятника. Я поочередно приводил в движение каждый из маятников и наблюдал за характером движения двух остальных, связанных с ним.

Чтобы наглядно продемонстрировать, как происходят сложение колебаний при биениях, я построил графики гармонических колебаний маятников, на которых видно увеличение и уменьшение амплитуды при биениях.

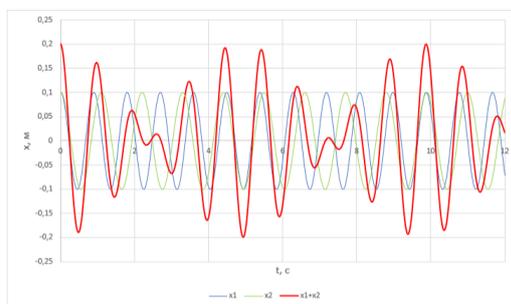


Рис.1 Получение биений при сложении колебаний маятников с длиной нити

$l = 0,2 \text{ м}$ и $l = 0,3 \text{ м}$

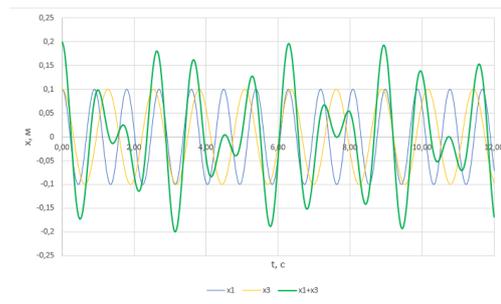


Рис.2 Получение биений при сложении колебаний маятников с длиной нити

$l = 0,2 \text{ м}$ и $l = 0,4 \text{ м}$

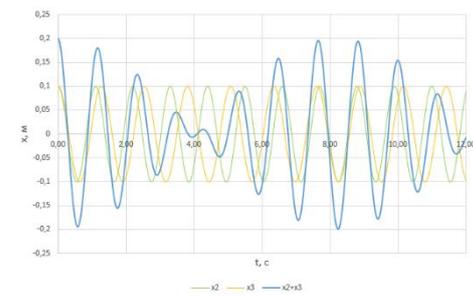


Рис.3 Получение биений при сложении колебаний маятников с длиной нити $l = 0,3$ м и $l = 0,4$ м

В процессе выполнения данной работы было установлено, что при колебательном движении тела могут возникать биения – периодические увеличения и уменьшения амплитуды. Биения происходят при сложении собственных и вынужденных колебаний с близкими по значению, но не совпадающими частотами вследствие того, что при сложении колебания в какой-то моменту усиливают друг друга, а в какой-то – ослабляют.

Список использованных источников:

1. Интернет-ресурс *Механические колебания и волны – Режим доступа://*
<http://physics.ru/courses/op25part1/content/chapter2/section/paragraph1/theory.html>.
2. *Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика.* – М.: Наука. Физматлит, 2005.

ВСЕ ЛИ ВЕРНО У ВЕРНА?

Губанов Давид Анатольевич

7 класс, МОУ СОШ № 39, г. Тверь, Россия

Научный руководитель: Педько Юлия Геннадьевна, МОУ СОШ № 39 г. Твери, учитель физики высшей квалификационной категории

Без публикации тезисов

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО ДВИГАТЕЛЯ С АЗИМУТАЛЬНЫМ ДРЕЙФОМ ЭЛЕКТРОНОВ

Самойлова Елена Витальевна

*10 класс, Специализированный учебно-научный центр новосибирского
государственного университета, г. Новосибирск, Россия*

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук Золкин Александр Стапанович

Без публикации тезисов