



**ЗБІРНИК РОБІТ
ЛІДЕРІВ ОБЛАСНОГО
ФОРУМУ ЮНИХ
ШАНУВАЛЬНИКІВ
ФІЗИКИ ТА
АСТРОНОМІЇ – 2020**

**Миколаїв
2020**

**Збірник робіт лідерів Обласного форуму
юних шанувальників
фізики та астрономії – 2020**

Збірник матеріалів

Укладач: *О. В. Лісович*, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти

Рецензенти: *Л. О. Клименко*, кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, заслужений працівник освіти України;

Л. Г. Кавака, учитель фізики та астрономії Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 4 Первомайської міської ради, учитель-методист

Відповідальна за випуск: *Л. В. Трубнікова*, заступник директора з науково-педагогічної роботи Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти

Рекомендовано до друку вченою радою Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, протокол від 15 жовтня 2020 року № 6.

У збірнику представлені творчі роботи лідерів Обласного форуму юних шанувальників фізики та астрономії – 2020.

Посібник розрахований на вчителів фізики, учнів, студентів педагогічних спеціальностей.

Збірник робіт лідерів Обласного форуму юних шанувальників фізики та астрономії – 2020. Збірник матеріалів / Укладач: О. В. Лісович. – Миколаїв : ОІППО, 2020. – 212 с.

© Кафедра теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ
Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти
2020

© Лабораторія редакційно-видавничої діяльності
Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти
2020

ЗМІСТ

Номінація «ФІЗИКА»

Блюм Наталя

Дослідження агрегатного стану желе.....7

Бойко Сергій

Глобальне потепління. Що далі? Чи є у нас майбутнє?.....12

Добушев Артем

Крапельне зрошування.....20

Желук Анна, Джуматій Андрій

Фізика і унікальні рослини планети Земля.....22

Журба Олександра

Вирощування кристалів із солі в домашніх умовах.....28

Зідрашко Олександра

Складання радіаційної карти регіону.....30

Зубкова Вероніка, Крикалова Діана

Радіологічний аналіз місцевих харчових продуктів.....34

Коновалова Дар'я

Про прання я хочу все знати.....42

Лука Антон

Фізика і людина. Фізична модель роботи серця.....48

Миронов Богдан

Моделювання механічного руху. «Живі» паперові істоти...50

Нікітченко Владислав

Підвищення зносостійкості сталей шляхом нанесення покриття.....57

Соловійов Віталій

Вимірювання рівня радіаційного фону житлового приміщення за допомогою дозиметра ДБГ-О1Н.....76

Трояненко Володимир

Альтернативні джерела енергії. Магнітогідронамічний генератор.....79

Федорова Анастасія

Залежність температури закипання води і часу кипіння від наявності домішок.....86

Фидоренко Даніл

Парадокс напрямку старту ракети.....98

Ютовець Анастасія

Її величність – сіль.....98

Номінація «Астрономія»

Воткаленко Катерина

«Український космос» живий.....105

Деордієв Дмитро

Тісні подвійні зоряні системи з білим карликом.....114

Кудрич Олександр, Воробйов Євген,

Борисюк Денис, Погулич Сергій

Модель «Парад планет».....132

Муляр Ілля, Королішина Вікторія, Пшеничний Андрій

Проект «Наша планетна система».....133

Юрковська Аріна

Визначення висоти Сонця над горизонтом.....132

Ясногор Лілія

Модель Сонячної системи.....142

Номінація «Власна технічна творчість»

Балануца Нікіта

Гармата Гауса.....143

Бєліченко Маргарита, Бєліченко Світлана

Діюча модель диктофона.....145

Волошина Яна

Театр тіней.....146

Гурєєв Арсеній, Кулієв Алі Магір огли, Онищенко Роман

Модель освітлення вулиць міста.....147

Іваненко Дар'я

Комікс-шарж «Історія відкриття радіоактивного випромінювання».....148

Коваленко Олександр

Аудіопідсилювач.....151

Коренда Микита

Гідравлічний ківш.....153

Король Данило, Золін Юрій

Передавач звуку. Звуколазер – 3000.....153

Куропаткін Олександр

Дозиметр.....156

Леоненко Олег

Модель сигналізації.....187

Модель шліфувальної машинки.....187

Іграшка «Веб-шутер».....188

Мартинайтіс Поліна

Електронний екзаменатор.....189

Мороз Станіслав

Прилад для демонстрації властивостей електромагнітів і електромагнітного реле.....191

Палій Вікторія

Прилад для демонстрації законів послідовного і паралельного з'єднання провідників.....193

Пашак Тетяна

Лампа «Розумне світло».....194

Пікінер Аріна

Океанаріум.....195

Пінчук Карина

Музичний інструмент Rainstick – «дощова палиця».....196

Рояко Гліб

Канатоходець.....197

Савко Андрій

Електронне конструювання. Ялинка. Трансформатор Тесла. Машина-робот.....198

Свідерко Ілля

Будинки майбутнього.....200

Спасенко Арсен

Гірлянда на сонячній батареї.....206

Турко Дмитро

Механічне конструювання. Катапульта. Автоколивальна система.....207

Цуркан Микола

Електрична гра «Мудра сова».....208

Шевельов Данило

Електрорізак для пінопласту та паперу.....209

Юрков Богдан

Акустична система «BoomBook».....209

Дослідження агрегатного стану желе

Блюм Наталя, учениця 8-А класу

Березанського ЗЗСО І–ІІІ ступенів

Березанської селищної ради.

Керівник: **Михалко Наталя Миколаївна**,
учитель фізики.

Об'єкт дослідження: людина і желе.

Предмет дослідження: малинове желе.

Мета роботи:

- розширення знань про желе;
- експериментальне дослідження желе;
- визначення агрегатного стану желе;
- набуття досвіду дослідницької роботи.

Обладнання:

- желе, посуд, воронка;
- ваги, мірний циліндр, стакан;
- термометр, годинник, куля Паскаля.

Завдання: зібрати відомості про желе; проаналізувати відомості про властивості речовин у різних агрегатних станах; дослідити властивості желе, визначити агрегатний стан.



Історична довідка

Желе (від фр. *gelée* – холодець, гель, желе) – харчовий колоїдний розчин (зазвичай на основі фруктів), у який додають желатин (пектин, агар), причому при охолодженні вся маса отримує драглистий вид. Желе готується також виварюванням желатину з телячих ніг і голів, а також свинячої шкіри. Солодкі желе називають фр. *gelée*, на відміну від м'ясних желе, які називають фр. *l'aspic* (звідки спотворене: ланшиг), а покрите останніми блюдо – холодець або холодець. Фруктові желе з фруктів і плодів, що містять багато пектину, можна отримувати й без добавки до них желатину, оскільки пектин і сам надає сиропу драглистому вигляду.

Найчастіше таке желе роблять із кислуватих, переважно антонівських яблук, а потім забарвлюють його шпинатом у зелений і карміном – у червоний колір.

Як заміник желатину використовують крохмаль (як загущувач), але він не має бажаних властивостей – продукт втрачає свою прозорість та концентрацію, які є основною особливістю естетичності желе.

Желе бувають солодкі й солоні. Їх готують із соків, фруктово-ягідних відварів, сиропу, варення, екстракцій, есенцій, молока, сметани. Желе можуть бути багат шарові чи мозаїчні.

Пектин можна приготувати самостійно з багатьох фруктів і ягід. Наприклад, пектинова заготовка з зеленого агрусу готується наступним чином: 1 кг агрусу варять у 200 г води до готовності, потім протирають через сито. На 1 л пюре додають 400 г цукру, доводять до кипіння й консервують у банках. Потім за допомогою цього складу можна готувати желе.

Агар-агар – желувальний продукт на основі червоних і бурих водоростей, що складається в основному з полісахаридів. Ці речовини забезпечують наш організм енергією. Агар-агар також зовсім не псує смак страви, дає міцне желе, може поєднуватися з шматочками фруктів, що не скажеш про желатин.

Склад желе: цукор білий, желатин харчовий, регулятор кислотності лимонна кислота харчова моногідрат, ароматизатор харчовий «Малина», барвники натуральні (кармінова кислота, червона кармінова кислота), фруктовий порошок малина (0,01 %), антиоксидат аскорбінова кислота. Поживна (харчова) цінність 100 г продукту: білки – 10 г; жири – 0,1 г; вуглеводи – 86 г. Енергетична цінність (калорійність) 100 г продукту : 1660 кДж (390 ккал).

Властивості тіл в різних агрегатних станах

Газ (франц. Gaz від грец. Chaos – хаос) – агрегатний стан речовини, у якому його частки не пов’язані або дуже слабо пов’язані силами взаємодії і рухаються вільно, займаючи весь наданий їм об’єм. Газ при заповненні судини приймає його форму. На відміну від твердих тіл і рідин об’єм газу суттєво залежить від тиску і температури.

Властивості газу:

- ✓ займає весь наданий об’єм;

- ✓ приймає форму і об'єм посудини;
- ✓ легко стискається.

Рідина – проміжне між твердим і газоподібним. Рідина подібно твердому тілу, має малу стисливість, певною міцністю на розрив, великою щільністю. Разом із тим рідина не володіє міцністю на зсув, внаслідок чого під дією сили тяжіння приймає форму судини, у якій знаходиться, може безперервно переходити в газ. У рідині середня відстань між молекулами порядку розмірів самих молекул і сили міжмолекулярної впливу досить значні. Цим, зокрема, пояснюються особливі властивості поверхневого шару рідини на межі її розділу з іншими середовищами. Молекули рідини подібно частинкам твердого тіла, здійснюють теплові коливання близько положень рівноваги. Однак, якщо в твердих тілах ці положення рівноваги незмінні, то в рідині вони час від часу змінюються, що обумовлює текучість рідини.

Властивості рідин:

- ✓ зберігають об'єм;
- ✓ набувають форми посудини;
- ✓ текучість.

Тверде тіло – агрегатний стан речовини, що характеризується стабільністю форми. Тверде тіло, на відміну від рідини та газу, перешкоджає зміні форми за рахунок виникнення в ньому пружних сил. У твердому тілі частинки здійснюють малі теплові коливання близько деяких положень рівноваги. Тверді тіла можуть перебувати в кристалічному або аморфному стані. Властивості твердих тіл.

Властивості твердих тіл:

- ✓ зберігають форму і об'єм;
- ✓ механічні властивості: твердість, крихкість, пружність, міцність, пластичність.

Дослідження фізичних властивостей желе

Гіпотеза: желе є рідиною.

1. *Перевіримо закон збереження маси речовин.*

Візьмемо склянку з водою (у склянці міститься 350 г води), упаковку желатину (масою 25 г) і заздалегідь приготоване желе.

У результаті вимірювання ми з'ясували, що маса речовин до взаємодії, дорівнює масі речовин після взаємодії.

2. Збереження форми.

Желе набуває форми судини. Після вилучення желе з посуду, воно деякий час зберігає свою форму, а потім розпливається у вигляді великої краплі.

Висновок: желе поводить себе як дуже густа рідина.



3. Схильність до деформацій.

При невеликому натисканні на желе спостерігається його деформація, яка відразу зникає після зняття навантаження.

При впливі на желе ножом воно легко руйнується.



Висновок: у желе проявляються пружні властивості, які спостерігаються у твердих тіл і у поверхневого шару рідини.

4. Передача тиску.

Помістимо желе в кулю Паскаля. При натисканні на поршень желе виходить з усіх отворів.

Висновок: тиск у желе передається, як і в рідинах, у всіх напрямках, тобто виконується закон Паскаля.



5. Текучість.

Помістимо желе в воронку. Через деякий час желе почне витікати з неї у вигляді окремих крапель.

Висновок: желе тече як густа рідина.

6. Процес плавлення желе.

При приміщенні желе в теплу воду воно починає танути, тобто плавиться і змішуватися з водою.

Висновок: плавиться желе як тверде тіло.



Отримані дані вносимо в таблицю:

	Рідина	Тверде тіло
Закон збереження маси речовини	+	+
Зміна агрегатного стану	-	+
Збереження/зміна форми.	+	-
Схильність до деформації	+	-
Передача тиску	+	-
Текучість	+	+
Всього	5	3

Висновок:

- желе поводить як дуже густа рідина;
- проявляються пружні властивості, які спостерігаються у твердих тіл і в поверхневого шару рідини;
- тиск у желе передається як в рідинах у всіх напрямках, тобто виконується закон Паскаля;
- желе тече як густа рідина;
- плавиться желе як тверде тіло.

Встановила, що агрегатний стан желе – рідина.

Глобальне потепління. Що далі? Чи є у нас майбутнє?

Бойко Сергій, учень 8-Б класу
Южноукраїнської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 4
Южноукраїнської міської ради.
Керівник: *Чернецька Ірина Володимирівна*,
учитель фізики.

Надзвичайні погодні умови, які все частіше спостерігаються в світі та й в Україні, викликають до питань клімату підвищений суспільний інтерес. Працюючи з Інтернет-ресурсами, я з'ясував, що унікальна за об'ємами та змістом гідрометеорологічна інформація, яка зберігається в Галузевому державному архіві Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) МНС України дозволяє фахівцям робити історичні екскурси по клімату України майже на 2 століття в глибину. Цікаво було дізнатися, що спираючись на архівні дані, кліматологи ЦГО повідомили про кліматичні рекорди, якими відзначилася природа за 150-річний період регулярних метеорологічних спостережень в Україні.

Аналіз даних показав, що, починаючи з 2007 року, в Україні температурні аномалії склали $1,5^{\circ}\text{C}$, а у 2019 році цей показник склав уже $2,6^{\circ}\text{C}$ (відносно кліматичних норм).

Крім цього, аналізуючи архівні дані, я з'ясував цікаві факти про південь України. Наприклад, найвища температура на поверхні ґрунту була зафіксована 2 червня 1995 року на метеостанції Вознесенськ (Миколаївська область). У цей день поверхня ґрунту «розпеклась» до позначки 80°C , а максимальний діаметр ожеледі 207 мм спостерігався у листопаді 2000 року на метеостанції Затишшя (Одеська область).

За останні роки найвища температура в м. Миколаєві зафіксована 3 серпня 1998 року ($+40,1^{\circ}\text{C}$), найнижча – 10 січня 1940 року ($-29,7^{\circ}\text{C}$), а в місті Херсоні 3 лютого 1911 року ($-32,2^{\circ}\text{C}$).

Температурні аномалії. Факти сьогодення

Моя сім'я багато подорожує, любить відпочивати на природі. Мені дуже цікаво спостерігати за довкіллям та змінами, які

відбуваються в природі.

У лютому місяці (останній місяць зими!), я спостерігав за змінами температури, які дійсно були аномальними!

А який був лютий 50-100 років тому? Відповідь на це питання мені дав народний фольклор. Чим же примітний лютий з точки зору народного фольклору? Назва ЛЮТИЙ закріпилася за місяцем у кінці минулого століття. Лютий – люту вдачу має. **Пронизливі сніговії, колючі морози, вітри й перемети – все це лютий.** Про це свідчать і попередні назви місяця: крутень, зимобор, криводоріг, казибрід, межень (межа між зимою та весною). Народна мудрість, характеризуючи останній зимовий місяць, нагадує, що весна не за горами: «Лютий будує мости, а березень їх ламає».

Про це нам розповідають приказки та прислів'я.

Лютий – гострокутий.

Лютий – місяць вітрів і кривих шляхів.

Лютневі прикмети: метелиці та замети.

Як лютий не лютує, а на весну брів не хмур.

Лютневий сніг за золото дорожчий.

Питає лютий, чи добре взутий.

Лютий лютує, та весні дорогу готує.

Погода – це те, що є тут і зараз за вікном: опади, температура. Лютий 2020 року приніс нам багато теплих днів та мало опадів. Протягом місяця я вів щоденник, у якому фіксував температуру повітря в нашому місті. Опрацювавши дані, отримав середні значення температури (м. Южноукраїнськ), які представлені в таблиці.

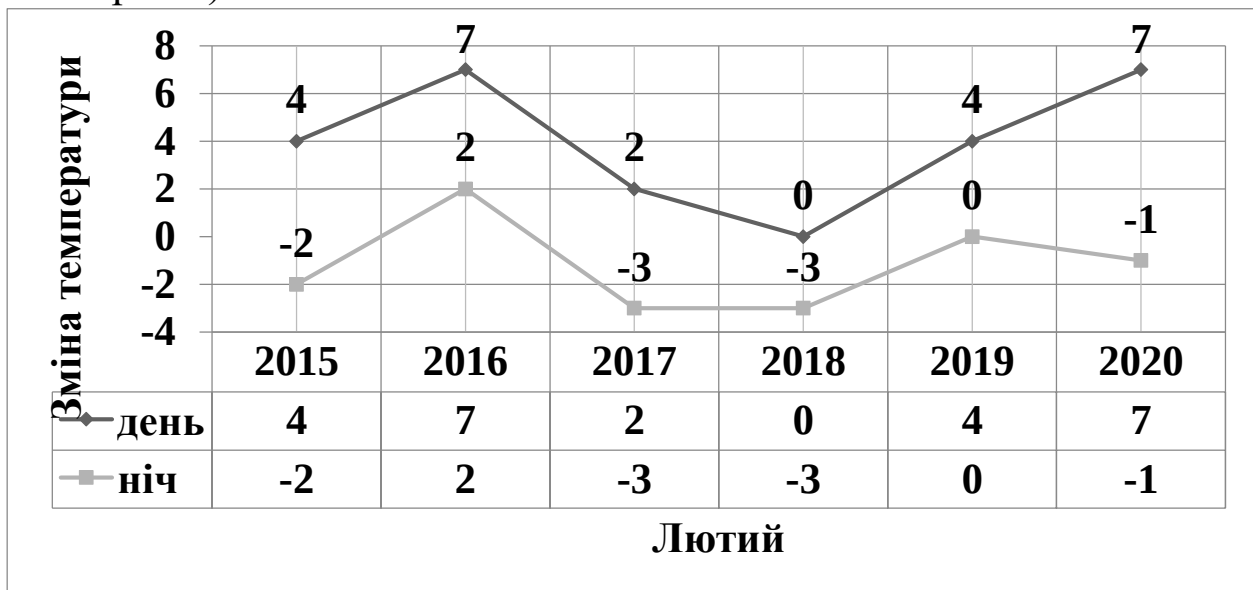
Тижні лютого місяця	Дати	Температура вдень (середня)	Температура вночі (середня)
1 й тиждень	03.02 - 09.02	+4°C	- 4°C
2 й тиждень	10.02 - 16.02	+6°C	+ 1°C
3 й тиждень	17.02 - 23.02	+8°C	+2°C
4 й тиждень	24.02- 29.02	+9°C	+2°C

Використовуючи інтернет-ресурси, я отримав середні значення температури лютого місяця в нашому місті за останні п'ять років.

Роки	Температура вдень	Температура вночі	Опади
------	-------------------	-------------------	-------

(лютий)	(середня)	(середня)	
2015	+4°C	-2°C	2 дні
2016	+7°C	+2°C	2 дні
2017	+2°C	-3°C	5 днів
2018	0°C	-3°C	5 днів
2019	+4°C	0°C	3 дня
2020	+7°C	-1°C	4 дні

На графіку представлено зміни температур за лютий місяць (за п'ять років).



Які існують докази того, що відбувається зміна клімату?
Фотофакт 1.



м. Южноукраїнськ, 16 та 22 лютого 2020 р.

Кактуси, висаджені мешканцями дому восени!

Цікаво, що кактуси легше за інші рослини витримують сильну спеку. Для них температура до 60°C вважається цілком комфортною.

А ще ця рослина є екологічно пластична! Ця властивість дозволяє їй пристосовуватися практично до будь-яких кліматичних зон.

Фотофакт 2.



м. Южноукраїнськ, 16 лютого 2020 р. Іриси.

У кінці лютого, коли настає відлига, вже можна спостерігати ніжно-зелені стрілки щільних молодих пагонів. За інформацією журналу «Огородник» іриси дуже рано прокидаються, починають інтенсивно рости набагато раніше за проліски та тюльпани.

Фотофакт 3.



м. Южноукраїнськ. 22 лютого 2020 р. Алея каштанів.

Каштани – дерева, що ростуть у багатьох країнах світу. Вони добре очищують повітря і є справжньою окрасою вулиць. Деревата мають оригінальну форму листя і плоди в колючій оболонці. У період цвітіння повітря наповнюється приємним ароматом. Каштанові дерева росли на нашій планеті ще в доісторичні часи.

Перші згадки про рослину датовані 378 роком до нашої ери.

Із вищезазначених фактів можна зробити висновок, що тепла зима – вже є закономірним явищем.

Що далі? Чи є у нас майбутнє?

За результатами спостережень прояви змін клімату, вже зафіксовані в Україні:

- середня температура у січні протягом останніх була на 2°C більшою, ніж протягом 1961-1990 років;
- у липні – більшою на 1-1,5 °C, максимальна і мінімальна зафіксовані температури також зросли;
- змістилися кліматичні сезони: весняний та осінній переходи температури повітря через 0 градусів відбуваються раніше, в середньому, на 1-6 днів, залежно від регіону;
- кількість опадів взимку зменшилася, весною і влітку змінилася несуттєво, а восени зросла, частішали випадки, коли половина або місячна норма опадів випадає за кілька годин;
- зросла кількість стихійних метеорологічних явищ: сильного дощу, сильного вітру, сильних снігопадів, сильного туману, крупного граду, шквалу, сильної ожеледі, сильної хуртовини;
- зросла кількість хвиль тепла – періодів, протягом яких максимальна добова температура повітря понад 5 послідовних днів перевищує середню максимальну температуру повітря цього дня на 5°C.

За різними джерелами інформації існує думка, що з глобальним потеплінням у світі стане лише тепліше. Але насправді на нас чекають зміни клімату, які тягнуть за собою такі екстремальні природні явища, як посухи, повені, сильні урагани, затоплення прибережних районів і поселень, аномальні температури. Численні дослідження підтверджують, що підвищена концентрація CO₂ може призвести до змін клімату з небажаними наслідками, а саме:

- підвищення середньої температури атмосфери та моря;
- повернення льодовиків, танення полярної льодової шапки;
- підвищення рівня моря;
- збільшення кількості стихійних лих, таких як засухи, паводки, буревії.

Якщо викиди парникових газів не будуть контролюватися, зміна клімату протягом найближчих сто років буде відбуватися зі швидкістю, невідомою з початку розвитку цивілізації.

Існує реальна можливість того, що механізми реакції у відповідь призведуть до раптової та незворотньої зміни клімату.

Швеція та Норвегія переробляють близько 99 % свого сміття. Поки інші країни змагаються за імпорту сміття, Україна не може впоратися з утилізацією власного, яке інколи насипами лежить поблизу житлових районів: лише 5,8 % українських відходів корисно використали в минулому році.

Разом із учителем ми провели опитування учнів нашої школи щодо проблеми глобального потепління.

Анкета

1. Чи згодні ви з думкою, що глобальне потепління пов'язане з діяльністю людини?

Так/Ні.

2. Чи можемо ми зупинити глобальне потепління?

Так/Ні.

3. Що для цього треба зробити ? Вкажіть конкретні дії.

Відповіді показали, що 100 % учнів школи згодні з думкою, що глобальне потепління пов'язане з діяльністю людини. Думки з другого питання розділилися – 73 % вважають, що людство може зупинити глобальне потепління і 27 % вважає, що не зможемо. Один учень школи запропонував використання закордонної практики Zero Waste. Використав джерела інформації, я дізнався, що це означає – « нуль відходів, нуль втрат». Конкретні дії, запропоновані учнями щодо проблеми глобального потепління наступні:

18% учнів – очищення джерел річок, морів;

13% учнів – обдумане використання викопних ресурсів;

32% учнів – сортування сміття;

62% учнів – контролювати викиди промисловості в атмосферу;

27% учнів – використовувати екологічний вид транспорту;

29% учнів – озеленення територій.

Зазначу, що жителі нашого міста, учні нашої школи вже другий рік поспіль сортують сміття. У кожному кабінеті школи, на поверхах, холах знаходяться урни для розподілу сміття. Щовесни, учні школи долучаються до міської акції та беруть участь у висаджуванні дерев в парку міста.



У класах школи



У фойє школи



На поверхах школи



У мікрорайонах міста

Сьогодні всі знають, що звичайне сміття після переробки здатне перетворитися на корисні речі. З макулатури виробляють туалетний і звичайний папір, тканину. Пластик на заводах перетворюють у спеціальні гранули, з яких виготовляють нові пляшки та інші речі. Скло подрібнюють і змішують з піском та вапном, після чого виплавляють нові предмети. З гумових покришок створюють нові килимки для підлоги, підошви для взуття й покриття для спортмайданчиків, із батарейок можна отримати цинк, марганець, вуглецеві сполуки, нікель. **Площа всіх звалищ в Україні займає 7 % від загальної площі держави.** Отже , час починати зміни!

Висновок. За висновками українських вчених, при зростанні середньої за рік температури повітря тривалість теплого періоду до середини століття в Україні може зрости на 2-3 тижні, порівняно з сьогоднішнім. При цьому на Поліссі він триватиме майже 300 днів, що було характерно на початку століття для південного степу. А в полярних широтах ці зміни можуть бути ще інтенсивнішими. За найбільш песимістичним сценарієм середня за рік температура збільшиться на 8-10°C, а може, й вище.

Підвищення середньої температури за рік на 0,1°C подовжує тривалість теплого періоду на один день! Таким чином, середня температура в Україні до кінця століття зросте на 3,2°C за рік, а тривалість теплого періоду порівняно з сучасним може зрости на цілий місяць.

За оцінками Project Drawdown існує 76 способів зупинки змін клімату, що дозволить заощадити до \$144 трильйонів, які в майбутньому можуть піти на подолання наслідків від зміни клімату. Хоча початкові витрати можуть скласти до \$26,2 трильйона – це дозволить людству досягти найнижчого рівня викидів вуглекислого газу вже до середини 2040-х років.

Вчені згрупували свої рішення по секторах та ранжували їх за значенням для планети:

1. Енергія.
2. Харчові відходи, сільське господарство, відновлення земель.
3. Промисловість.
4. Енергоефективність будівель.
5. Транспорт.

ЩО РОБИТИ? Жити екологічно! Використовувати Європейські практики «zero waste»!

Список використаних інтернет-ресурсів.

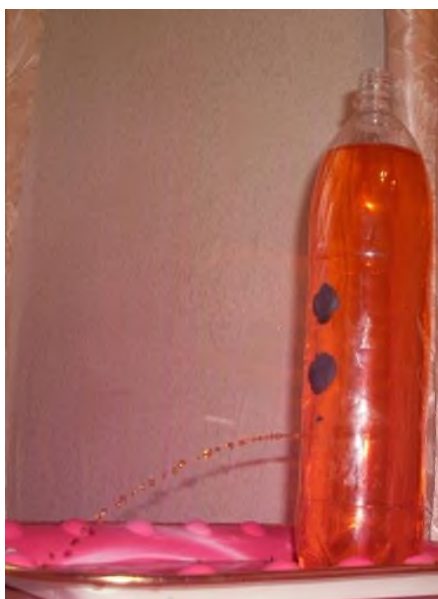
1. <http://www.silskivisti.kiev.ua>.
2. <https://uk.wikipedia.orghttps://blog.i.ua>.
3. <https://www.bosch-climate.com.ua/>.
4. Журнал «Огородник» <https://studway.com.ua/smattia/>.

Крапельне зрошування

Добушев Артем, учень 7 класу
Іванівської ЗОШ І–ІІІ ступенів імені І. Рачкова
Куцурубської сільської ради Очаківського району.
Керівник: *Рєзнікова Олена Василівна*,
учитель фізики.

Зробіть у стінці пластикової пляшки невеличкий круглий отвір. Поставте пляшку на горизонтальну поверхню. Закрийте отвір і налейте до пляшки води. Після відкриття отвору вода буде струменем виливатись назовні.

Дослідимо, *від чого* залежить відстань від стінки пляшки, на яку буде падати струмінь води на горизонтальну поверхню.



Досліди 1-3

Висновок: відстань, на яку буде падати струмінь води на горизонтальну поверхню, залежить від розташування отвору.

Чим більша висота розташування отвору, тим відстань падіння струменів води на горизонтальну поверхню буде менша. І навпаки, чим менша висота розташування отвору, тим відстань струменів води на горизонтальну поверхню буде більша.

Запропонуємо на основі отриманих під час дослідів даних корисний пристрій.

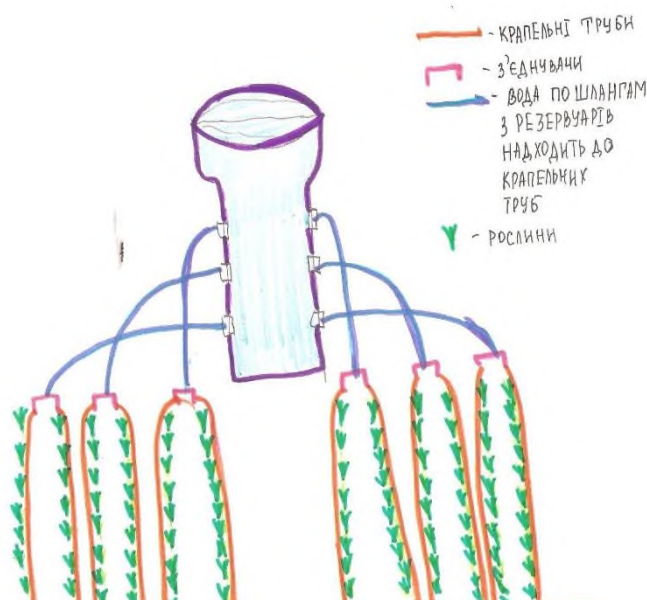
У сучасній агрономії визнано, що найефективнішим для розвитку рослин є крапельне дозоване поливання. При такому поливанні зволожується тільки обмежена частина ґрунту.

У разі крапельного зрошування можна зекономити воду, а також використовувати дощову та відстояну воду з резервуарів, які підігріваються сонячним випромінюванням.

Я пропоную надзвичайно простий і дешевий пристрій, сконструйований на основі посудини, і який нескладно виготовити самотужки.

Принцип дії такого пристрою для крапельного зрошення зрозумілий з малюнка.

На виході трубок з посудини корисно буде поставити фільтр. Із одного резервуара може бути відведено кілька трубок.



Дослід-підтвердження.



Фізика і унікальні рослини планети Земля

STEM-проект (спостереження за явищами природи)

Желук Анастасія, Джуматій Андрій, учні 9-го класу
Первомайської ЗОШ І–ІІ ступенів № 7

Первомайської міської ради.

Керівник: *Тісевич Рімма Станіславівна*,
учитель фізики

Мета і завдання проекту:

- познайомитись зі значенням капілярних явищ, явищ змочування для рослин та їх використанням у житті людини;
- розкрити взаємозв'язок фізики і живої природи, провести власне дослідження дивовижних властивостей селлагіни;
- дослідити значення фізичних законів для життя і розвитку рослин;
- повторити тему «Тиск рідин і газів» з курсу фізики 7 класу та поняття «Капіляри»;
- пояснити «чудодійні» властивості деяких рослин на основі законів фізики;
- розширити знання про значення і використання капілярних явищ, вологості повітря та способів її визначення в різних галузях життя і виробництві.

Коротенька історія (з чого все почалось)...

Спочатку розповім коротеньку історію нашого проекту...

Нещодавно, абсолютно випадково, я дізналася про дивовижну рослину пустельних районів нашої планети. Рік тому, моя подруга відпочивала з батьками у Єгипті, вона привезла звідти цю дивну рослину, проте, що з нею потрібно робити – не знала. Тривалий час, (близько 1,5 року), рослинка залишалась у зіп-пакетику. Подруга, знайшовши її, хотіла викинути, бо була впевнена, що рослина давно засохла і загинула, але я попросила відати її мені. Тоді, я навіть не здогадувалась, що за сюрприз мене очікує!

Отож, прийшла додому і теж забула про неї на певний час! Але потім, випадково, побачила щось знайоме на фото в інтернеті, згадала про свою рослинку і знайшла її назву, подивилася відео і була вражена, невже ця засохла грудочка, без ознак життя, ще може відродитися!



Але як це можливо! І от що я з'ясувала...

II. Наші дослідження

У південній частині Північної Америки, в американських штатах Нью-Мексика і Техас, а також в Мексиці росте дуже цікава рослина селазініла. Ця рослина вважається однією з найдавніших рослин, що існують на нашій планеті Земля. Вона відноситься до класу плаунів. Це невеличка рослинка, яка через дивовижну реакцію на зміну вологості повітря, проживаючи в дуже посушливих районах та пустелях існує та розмножуються ледь не з перших тисячоліть появи рослинності на планеті і до наших часів. Рослина навчилася розрізняти вологі, сприятливі для її розвитку періоди, та періоди посушливої погоди, коли умови існування суворі. Оскільки, різниця між ними проявляється в неоднаковому складі вологості повітря, то рослина потребує використання таких засобів, які б допомагали їй вижити в жорстких умовах засухи та високих температур.

Під час зменшення вологості повітря селазініла згортається в клубок. Її життєві функції практично повністю зупиняються. Навіть, хлорофіл зразу переміщується углиб клітинок рослини, через що ця суха грудочка набуває жовто-коричневого кольору.

Складається враження, що рослина загинула, проте це не так.

Її кулеподібна форма забезпечує найменшу площу зовнішньої поверхні, що дозволяє їй зводити втрати води під час випаровування до мінімуму, але як тільки піде дощ, чи зросте кількість водяних парів у повітрі, рослина починає швидко розгортатися і через короткий час на землі буде лежати пласка, яскраво-зелена розетка селазініли.



Фото 1.



Фото 2.

Діставши селягінелу з пакетика (о 8.58), я побачила абсолютно суху, без ознак життя рослину. Відверто кажучи, я дуже сумнівалась, що мій експеримент пройде вдало і рослинка стане хоча б трохи зеленою і розгорнеться

Проте, диво таки сталося! Я не вірила своїм очам! Досить швидко, селягінела почала розгортатися, а її гілочки стали набувати зеленого кольору! На фото 2, (о 13.49), добре видно зміни, що відбулися з рослиною. Все це я, разом із моїм однокласником, Андрієм Джуматієм, знімала на відео. За цим процесом разом із нами, спостерігали наші друзі по школі та однокласники. Дивовижні й прекрасні перетворення зі «Сплячою красунею» (так ми назвали селягінелу), стали сенсацією не тільки для мене, а й для них. На кожній перерві, ми прибігали в клас, фотографували і знімали зміни, що відбувалися з рослиною.



Нас зацікавило питання: «Як із наукової точки зору пояснити це диво?». Разом з вчителем фізики, ми почали пошук відповіді. Отож, яким же чином ця рослина використовує комплекс своїх життєво важливих функцій з точки зору фізики? І от, що ми з'ясували за допомогою інтернету та законів фізики.

III. Пояснення явища з точки зору науки.

Сухість повітря, від якої рослина повинна захищатися, вона використовує для того щоб максимально згорнутися в маленьку грудочку, а та сама волога, що пробуджує її до життя, надає їй енергію, необхідну для розкриття розетки.

Пристосування селягінели геніально просте: на зовнішній поверхні її гілочок знаходяться малесенькі лусочки (вони, дійсно, трохи схожі на луску), які здатні легко й швидко висмоктувати воду і при цьому розправлятися і видовжуватись. А нижня частина гілочок, навпаки, ніяк не реагує на воду. З цієї причини, при коливаннях вологості повітря, рослина або згортається або розгортається і поновлює свій розвиток. Дивовижно, що цей механізм працює винятково надійно і навіть після загибелі рослини, він не перестає працювати. Ми, навіть зустріли свідчення, що рослина може залишатися живою навіть після 50 років існування без води!

Що цікаво, цей гігроскопічний механізм властивий не тільки селягінелі, а також багатьом іншим рослинам. Наприклад ієрихонській троянді, що росте в пустелях північної Америки та Близького Сходу.

IV. Дослідження Андрія.

Хочу нагадати, що знімати всі процеси і монтувати відео, мені допоміг мій однокласник Андрій Джуматій. Спостерігаючи за рослиною, Андрій нагадав, що в минулому році він робив із ялинкової шишки гігрометр (фото 3, 4).



Фото 3.



Фото 4.

На фото 3, Андрій налив у тарілочку воду і поставив туди ялинкову шишку. Він розповів, що в кімнаті було жарко і так виглядала шишка спочатку, її лусочки були відкриті, навіть відігнуті. Десь через пів години, Андрій помітив, що лусочки шишки

піднялись, ніби притиснулись, шишка на фото 4. А ще через годину, лусочки шишки щільно прилягали до шишки, що говорило про високу вологість повітря навколо шишки (та ще і сама шишка змочилась у воді, бо стояла у тарілочці з водою).



Фото 5.

Приладнавши до лусочки шишки соломинку і розташувавши за нею шкалу, Андрій отримав прилад, що показує вологість повітря – гігрометр (фото 6, 7).



Фото 6.



Фото 7.

V. Де явища зустрічаються ще у природі?

Капілярні закони фізики активно використовують й самі хвойні дерева та багато інших рослин у природі. За ними навіть можна передбачати зміни погоди. Використання фізичних законів дало змогу рослинами розвиватися та розмножуватися впродовж тисячоліть.

Абсолютно всі рослини наділені водопровідною системою, що складається з великої кількості мікроскопічних трубочок-капілярів, діаметр яких не перевищує декількох тисячних часток міліметра, та дозволяє рослині з надзвичайною легкістю виконувати те, чого не в змозі зробити ні один зі створених людиною вакуумних насосів: підіймати самотійним потоком воду та висоту більшу за 10 метрів. Тільки завдяки рослинним капілярним-трубочкам висота дерев-велетнів може сягати більше 100 метрів!

Найвище дерево США – каліфорнійська секвоя сягнула 119 м! А в долині ріки Латроб, був знайдений евкаліпт вище 170 м!

VI. Значення капілярних явищ для живих систем. Використання у побуті, будівництві та виробництві.

Капілярні явища мають велике значення в природі і техніці. Завдяки цим явищам відбувається проникнення вологи з ґрунту в стебла і листя рослин. Саме в капілярах відбуваються основні процеси, пов'язані з диханням і живленням організмів. Цікаво, що в тілі дорослої людини приблизно $160 \cdot 10^9$ капілярів, загальна довжина яких сягає 60–80 тис. км!

У будівництві враховують можливість підняття вологи по капілярних порах будівельних матеріалів. Для захисту фундаменту і стін від дії ґрунтових вод та вологи застосовують гідроізоляційні матеріали: толь, смоли тощо.

Завдяки капілярному підняттю вдається фарбувати тканини.

Часто капілярні явища використовують у побуті. Застосування рушників, серветок, гігроскопічної вати, марлі, промокального паперу можливе завдяки наявності в них капілярів.

Висновки. Ми впевнились, що фізика – це дійсно одна з основних природничих наук, вона пояснює, як рослини, використовуючи фізичні закони, живуть і розвиваються впродовж тисячоліть, і людині потрібно вивчати і знати ці закони для свого здорового, щасливого і успішного життя.

Використана література та інтернет-ресурси

1. Проста фізика. Від атомного ядра до межі Всесвіту.
2. <https://fileview.fwdcdn.com>.
3. <https://www.google.com>.
4. <https://chem21.info/info/1069890/>.
5. http://gutpfusik.blogspot.com/2013/03/blog-post_16.html.
6. <http://vhptu5.vn.ua/index/0-20>.

Вирощування кристалів солей в домашніх умовах

Журба Олександра, учениця 7-А класу
Березанського ЗЗСО І–ІІІ ступенів
Березанської селищної ради
Керівник: **Михалко Наталя Миколаївна**,
учитель фізики.

Мета: навчитися вирощувати кристали в домашніх умовах.

Завдання:

- вивчити теоретичний матеріал про кристали;
- дослідити вирощування кристалів солей з насиченого розчину, спостерігати за їх розмірами та формою.

Обладнання та засоби: сіль кухонна (NaCl), вода, ватний тампон, бавовняна нитка.

Виконання:

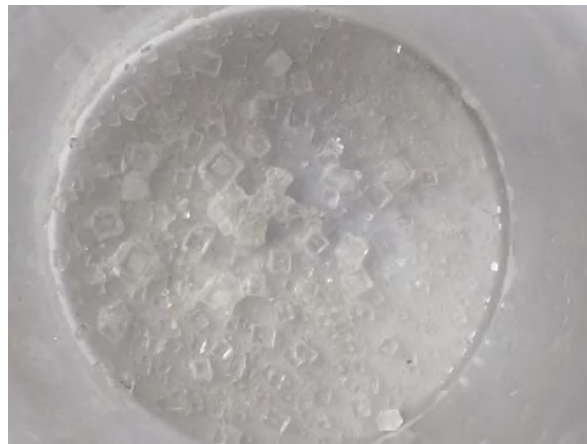
1. Нагріли склянку води до 50°C та додали кухонну сіль. Ретельно розмішали до повного розчинення солі.
2. Остудили насичений розчин солі до кімнатної температури (приблизно 22°C)
3. Профільтрували остиглий насичений розчин солі через ватний тампон.
4. У розчин солі (для забезпечення капілярного ефекту) опустили бавовняну нитку.
5. Спостерігаємо за ростом кристалу.



Висновок. Отже, кристали є скрізь, вони навколо нас. Це і їжа, і метали, і деталі в побутовій техніці. Кристали виникають, як продукти життєдіяльності організмів. У морській воді розчинені різні солі. Багато морських тварин будують свої раковини та скелети з кристалів вуглекислого кальцію – арагоніта.

Кожна людина має прикраси. Мабуть кожна прикраса складається з кристалів того чи іншого металу. У своєму досліді я показала як можна в домашніх умовах створити це диво. Вирощування кристалів в домашніх умовах – дуже захоплююче заняття. Дослідження з вирощуванням кристалів прості, доступні, недорогі і відносно безпечні, завдяки чому зайнятися цією цікавою справою може кожен. Їх можна виростити в будь-яку пору року.

Ми зробили насичений соляний розчин. При випаровуванні вода перетворюється в пару, але розчинені у воді хімічні речовини не можуть випаруватися разом із нею і осідають у вигляді кристаликів. Чим повільніше випаровується вода, тим краще виходять кристали.



Дослідницька робота відкрила мені двері в загадкову країну кристалів.



Складання радіаційної карти регіону

Зідрашко Олександра, учениця 9 класу
Миколаївської ЗОШ I–III ступенів № 19

Миколаївської міської ради.

Керівник: *Вікентьєва Тетяна Володимирівна*,
учитель фізики

Мета: дослідним шляхом дізнатися рівень радіаційного забруднення в місті і порівняти з показниками норми.

Завдання:

1. Виміряти рівень радіації в різних точках міста за допомогою дозиметра.
2. Порівняти показання з нормою, показаннями минулих років.
3. Нанести значення на карту.
4. Зробити висновки.

Вимірювання рівня радіації в різних точках міста за допомогою дозиметра. Рівень іонізуючого випромінювання та забруднення вимірюється дозиметром. З його допомогою я буду проводити свої дослідження. Для вимірювання я вибрала центри кожного з районів міста, а також кілька довільних точок з різними умовами навколишнього середовища (заводи, виробничі цехи, багатоповерхові будинки тощо).

А через що може підвищуватися рівень радіаційного випромінювання?

Показання дозиметра були значно вищими в багатоповерхових будинках, ніж в приватних і навіть на вулиці. Я вважаю, що це через велику кількість людей, і організмів яких теж є радіоактивні сполуки, і в квартирах яких стоять найрізноманітніші прилади.

Також підвищена радіація спостерігалася в школі, де кожен кабінет оснащений комп'ютером, близько енергоємних виробництв, в Заводському районі в цілому, на дорогах з щільним трафіком, районах, де будинки виконані з випромінюючих радіацію мінералів, як граніт, та й більша частина людних місць, адже сама людина випромінює радіацію, рівень якої навіть більше, ніж та, яку випромінює наша техніка.



Рис.1. Фото вимірювань дозиметром

У деяких місцях рівень випромінювання був підвищений без видимої причини, як наприклад в кабінеті мого батька. Але після детального дослідження, з'ясувалося, що це через настінний годинник його дідуся, що висів прямо біля входу. Самі вони великої небезпеки не несуть, але так як радіація має накопичувальні властивості, предмети з підвищеним радіаційним випромінюванням необхідно зберігати в віддаленому місці, наприклад заховати в шафу, який стоїть подалі від місць, де ви часто перебуваєте.

У цьому немає нічого страшного, але все ще залишаються люди, які жахливо налякані радіацією і її наявністю в навколишньому середовищі. Для таких випадків є служба МНС, куди можна

зателефонувати для того, щоб домовитися про утилізацію.

Свої вимірювання я узагальнила в таблиці.

Порівняння результатів із нормою та показаннями минулих років. Показання 2019 року трохи відрізняються від нинішніх. Вони менше, їх середнє значення – 0,12 мкЗв, у той час як у нас це майже мінімальні значення. Це, на жаль, говорить про постійне зростання дози радіаційного випромінювання, яке може привести до небезпечних і незворотних наслідків.

У нашому організмі безперервно тривають два протилежні процеси – загибель і регенерація клітин. У нормальних умовах

Місце	Забруднення
Школа №19	0,13
Парк «ЮНІСТЬ»	0,12
вул. Южна	0,17
вул. Залізнична	0,15
вул. Соборная	0,20
Порт	0,16
вул. Індустріальна	0,16
вул. 1-ша Пісчана	0,11
вул. Чайковського	0,14
вул. Крилова	0,17
вул. Адміральська	0,15
вул. Спаська	0,14
вул. Пушкінська	0,15
вул. Нікольська	0,16
вул. Фалєєвська	0,15
пров. Тимошенко	0,10
вул. Новоодеська	0,14
вул. 116 Дивізії	0,12
вул. Електронна	0,13

радіоактивні частинки ушкоджують в молекулах ДНК до 8 тисяч різних з'єднань за годину, які організм потім самостійно відновлює. Тому медики вважають, що малі дози радіації активізують систему біологічного захисту організму. Але великі – руйнують і вбивають.

Чим загрожують великі дози радіації?

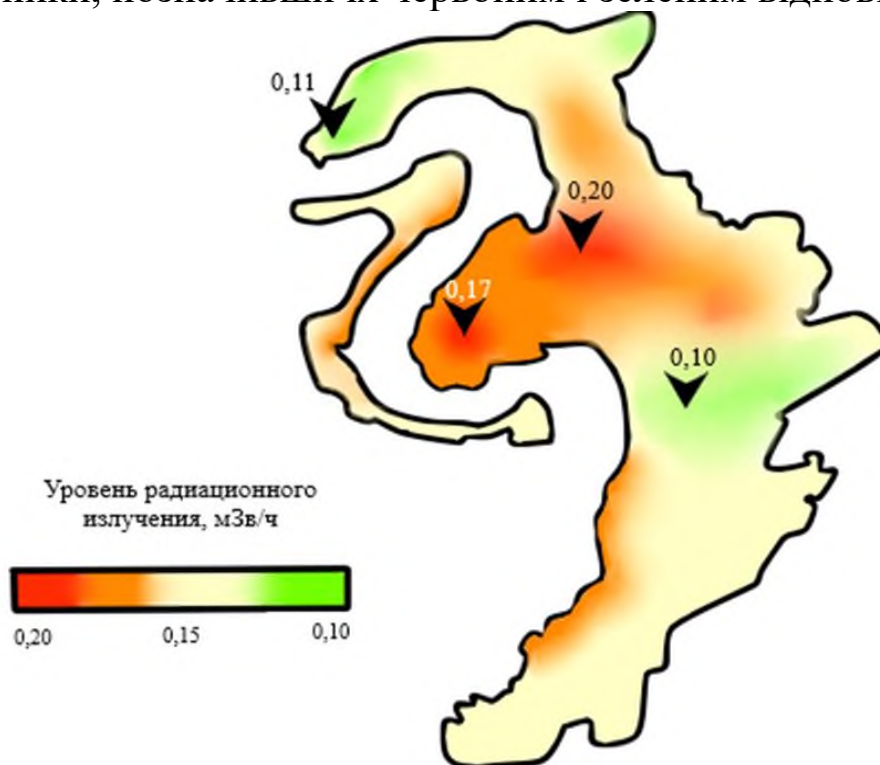
Безпечна доза іонізуючого опромінення, яку людина може отримати протягом року за рахунок природних і штучних джерел

радіації, не повинна перевищувати 1 мкЗв. Так, променева хвороба починається вже при отриманні 1-2 Зв, коли лікарі фіксують її першу ступінь. У цьому випадку необхідні постійні спостереження, регулярні наступні обстеження на предмет онкологічних захворювань. Доза 2-4 Зв означає вже другу ступінь променевої хвороби, при якій потрібне негайне лікування. Якщо допомога надходить вчасно, летального результату не буде. Смертельною вважається доза від 6 Зв, коли навіть після пересадки кісткового мозку вдається врятувати лише 10-ту частину з усіх хворих.

Але на даний момент покази в межах норми. Найбезпечнішим значенням радіаційного фону, коли говорять, що він в порядку, вважається 0,20 мкЗв/год. І безпечним він вважається до величини приблизно в 0,50 мкЗв/год.

Для своєї роботи я самостійно підготувала порожній зразок карти Миколаєва.

Далі я залила весь фон жовтим кольором, що означає середній рівень випромінювання; додала на карту найвищі і найнижчі показники, позначивши їх червоним і зеленим відповідно.



Карта майже готова: по ній вже можна приблизно дізнатися значення, але цього недостатньо. Необхідно додати маркери місць з найнижчими і найвищими значеннями, а так само шкалу, визначається рівнем радіаційного випромінювання, щоб зробити карту як можна більш зручною для користування.

Радіологічний аналіз місцевих харчових продуктів

Зубкова Вероніка, Крикалова Діана, учениці 9 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 19
Миколаївської міської ради.

Керівники:

Вікентьєва Тетяна Володимирівна, учитель фізики,
Фартукова Олена Георгіївна, учитель хімії.

Вступ. У зв'язку з екологічним забрудненням останнім часом багато продуктів можуть бути небезпечними для здоров'я людини. Саме тому ми вирішили провести дослідження місцевих, а також імпортних харчових продуктів, які завозять в наше місто.

Для цього дослідження ми взяли декілька продуктів, а саме: авокадо, два яблука, картоплю, банан, буряк, апельсин, мандарин. Також нам знадобилися такі прилади, як: Датчик Гейгера, дозиметр. Крім дослідження, ми вирішили дізнатися побільше про вплив радіації на людину, про теорію і цікавих фактах, які можуть бути корисні. Сподіваємося, що наше дослідження буде цікавим.

Теорія та факти

Після аварії на Чорнобильській АЕС рівень радіонуклідів підвищився в сотні разів, на сьогоднішній день він так і не нормалізувався та значно перевищує норму.

Вчені з'ясували, що близько 70 % радіації, що надходить в організм через природні джерела, доводиться на їжу і воду. Тому важливо вчасно виявляти радіоактивні продукти харчування, щоб захистити себе й рідних від впливу іонізуючого випромінювання зсередини.

Цікавий факт:

Найбільш безпечний фон опромінення – до 0,2 мкЗв/год (відповідає значенням до 20 мкР/год).

А що ж продукти? Який «внесок» вносять вони в цій сфері? Найбільша небезпека виходить від «дарів лісу», зібраних в місцях з підвищеним радіаційним фоном. Керівництво офіційних ринків зобов'язує продавців перевіряти свою продукцію і надавати сертифікати, але нелегальні продажі ніхто не контролює.

Кілька простих порад, як можна частково убезпечити себе.

- Продукти необхідно ретельно мити – тоді радіонукліди не потраплять в їжу з частинками ґрунту.
- Картоплю краще варити, а не смажити.
- У моркві й буряку цезій накопичується у верхній частині плоду: зрізавши її на 10-15 мм, можна знизити вміст радіонуклідів в овочі в 15-20 разів.
- Кількість цезію в молоці знижується після переробки (в вершки, сир, сметану, вершкове масло, пряжене молоко).

Радіація проникає в наш організм двома способами – від зовнішніх джерел і зсередини. Перший вид опромінення менш небезпечний, так як частково нас захищають від нього одяг, стіни будівель, різні предмети.

Перед джерелами радіоактивного забруднення, які проникли в організм, ми абсолютно беззахисні. Потрапляючи всередину з продуктами харчування і водою, вони безперешкодно впливають на шлунок, кишківник, нирки та інші життєво важливі органи.

При однаковій кількості радіоактивних речовин опромінення зсередини небезпечніше тому, що:

- тривалість дії значно збільшується, так як радіонукліди «бомбардують» здорові клітини постійно;
- концентрація радіоактивних речовин в окремих органах досягає дуже високих значень через нерівномірний розподіл джерел радіації в тканинах;
- вплив найбільш небезпечного альфа-випромінювання нічим не обмежений, у той час як при зовнішньому впливі ці радіоактивні частинки частково затримуються роговим шаром шкіри;
- доза радіації стає максимальною через гранично малі відстані від радіоактивних речовин до органів і тканин;
- відсутні можливості використовувати способи захисту (видалення від джерела, екранування).

При внутрішньому опроміненні радіацією через харчування небезпечними стають всі види іонізуючого випромінювання. Їх руйнівна дія зберігається до тих пір, поки радіоактивні речовини не розпадуться або не покинуть організм у результаті фізіологічного обміну речовин.

Найбільша кількість радіонуклідів накопичують:

- Овочі: капуста, кабачки, помідори, огірки, цибуля, часник, перець, морква.
- Ягоди: смородина, агрус, журавлина, чорниця.
- Фрукти: яблука, вишня, груша (в основному забруднюються радіоактивними речовинами через ґрунт).
- Гриби: польські, рижики, маслюки звичайні, лисички, грузді, вовнянки, підберезники.
- Риба: щука, карась, окунь, лин.
- М'ясо: яловичина, баранина, птиця.

Як перешкодити процесу накопичення радіонуклідів в організмі?

Ризик шкідливого впливу радіації через харчування знижується при вживанні в їжу:

- вітамінно-мінеральних комплексів (за рекомендацією лікаря);
- продуктів з високим вмістом калію – родзинок, бананів, кураги;
- продуктів, багатих кальцієм – сирів, сиру, сирі моркви, капусти;
- кольорових овочів і ягід – буряка, полуниці, чорниці;
- продуктів з високим вмістом сірчанних амінокислот – яєчного білка, м'яса, риби, бобових, сиру;
- харчових волокон, які містяться в крупах, овочах, фруктах, висівках.

Потужний захист від шкідливого впливу радіації забезпечує мікроелемент селен. Він міститься в грибах, морепродуктах, кокосі, печінці птиці, курячих яйцях, часнику.

Щоб вивести радіонукліди з організму, лікарі рекомендують також пити більше рідини. У деяких випадках призначають прийом відварів сечогінних трав курсами. Корисні і продукти з високим вмістом пектину – яблука, сливи, свіжі соки з м'якоттю, мармелад, фруктові желе.

Природний фон створює зовнішнє (~ 60%) і внутрішнє (~ 40%) опромінення. Зовнішнє – за рахунок впливу на організм випромінювання від зовнішніх джерел (космічне випромінювання і природні радіонукліди в гірських породах, ґрунті, атмосфері). Внутрішнє – за рахунок впливу на організм випромінювання радіонуклідів, що знаходяться в організмі (калій-40 і радіонукліди сімейства урану і торію), що надходять в організм із повітрям, водою, їжею.

Потужність дози природного фону залежить від висоти над рівнем моря, широти місцевості, активності Сонця.

Друга складова фонового опромінення людей обумовлена природними радіонуклідами, пов'язаними з видобутком корисних копалин, використанням будівельних матеріалів, спалюванням викопного палива (вугілля), мінеральних добрив, що містять радіонукліди уранового і торієвого ряду, які в сумі формують техногенний радіаційний фон, що дає сумарну індивідуальну ефективну дозу опромінення 1,05 мЗв/рік.

Третя складова фонового опромінення – штучний фон, обумовлений штучними джерелами, створеними людиною. Тут найбільший внесок вносять рентгенодіagnostичні опромінення в медицині, які дають річну ефективну дозу 1,4 мЗв.

Катастрофа на Чорнобильській АЕС різко змінила ситуацію, що склалася з формування радіаційного фону. Посилилася небезпека більш широкого внутрішнього забруднення організму радіонуклідами, які надходять з продуктами харчування, питною водою, іншими матеріалами, що вимагає вивчення методів радіометричного і дозиметричного контролю зазначених джерел радіонуклідів.

Дослідження

Ми провели дослідження, застосувавши знання теорії на практиці. Для дослідження ми взяли кілька фруктів і овочів, лічильник Гейгера і дозиметр. Для зручності ми розділили їх на дві групи. Спочатку ми перевірили всі продукти дозиметром.

Група № 1



Апельсин



Авокадо



Велике яблуко



Маленьке яблуко

Група №2



Мандарин



Картопля



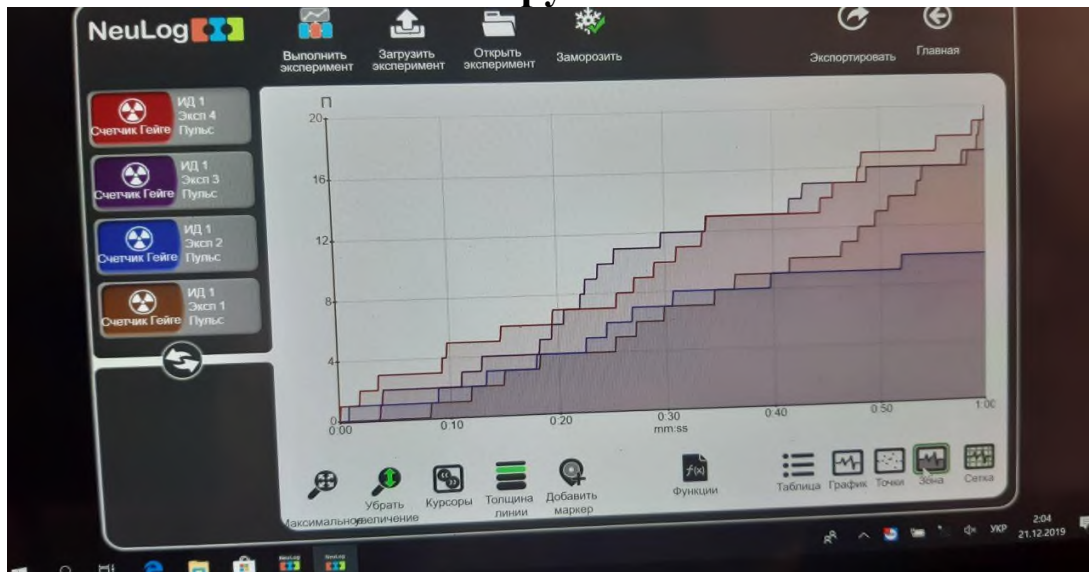
Банан



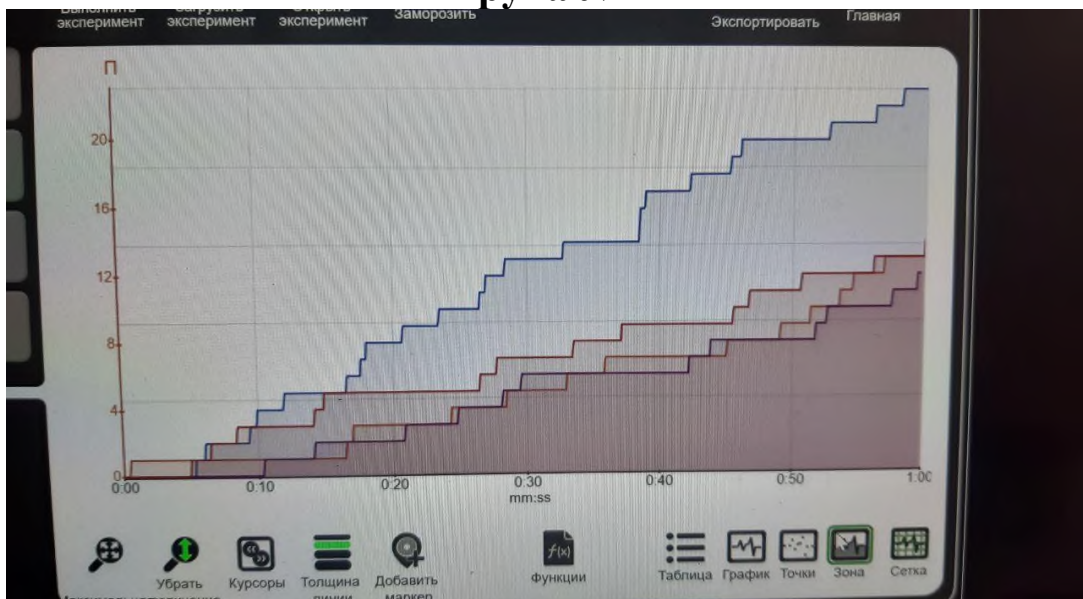
Буряк

Далі ми використали лічильник Гейгера.

Група №1



Група №2



Висновок

Виходячи з проведених досліджень, ми з'ясували, що нічого з досліджуваних продуктів, не перевищує норму радіації і не є небезпечним для вживання. Тепер ми можемо бути впевненими, у тому, що продукти, які ми купуємо на ринку, в магазині або ж вирощуємо в нашій області, не несуть шкоди.

Ми допускаємо те, що в нашій або будь-якій іншій області України можуть продаватися у відкритому доступі продукти, заражені радіацією. Однак, не дивлячись на те, що шанс того, що вам

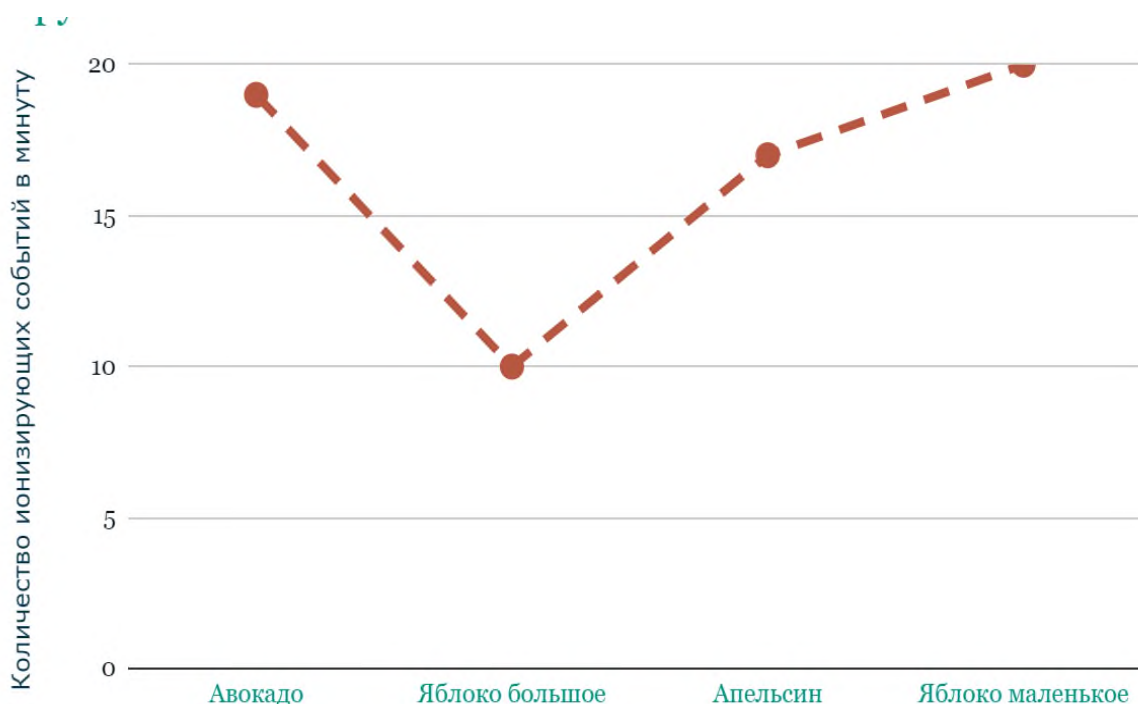
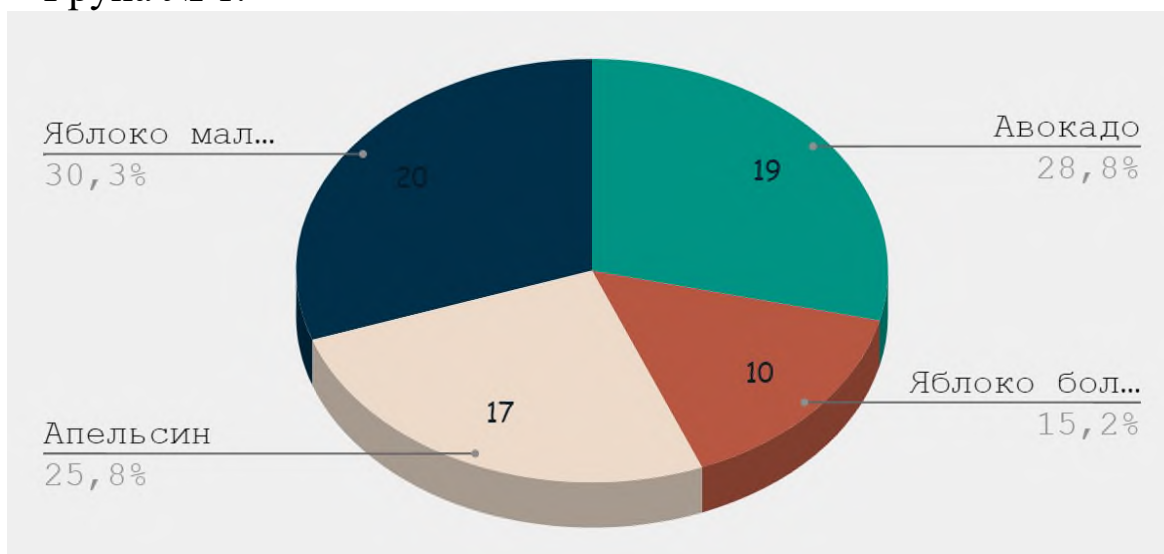
попадеться саме такий продукт дуже невеликий, краще періодично перевіряти продукти, за допомогою побутового дозиметра.

Також, нам випав шанс вивчити докладніше цю тему, адже вона дуже важлива, тому, що безпосередньо пов'язана з нашим здоров'ям. На нашу думку, варто приділяти більше уваги подібним темам. Краще бути обізнаним про такі речі, як: вплив радіації на людину, яка норма радіації або як самостійно виміряти рівень радіації, тоді ви будете в цьому плані в безпеці.

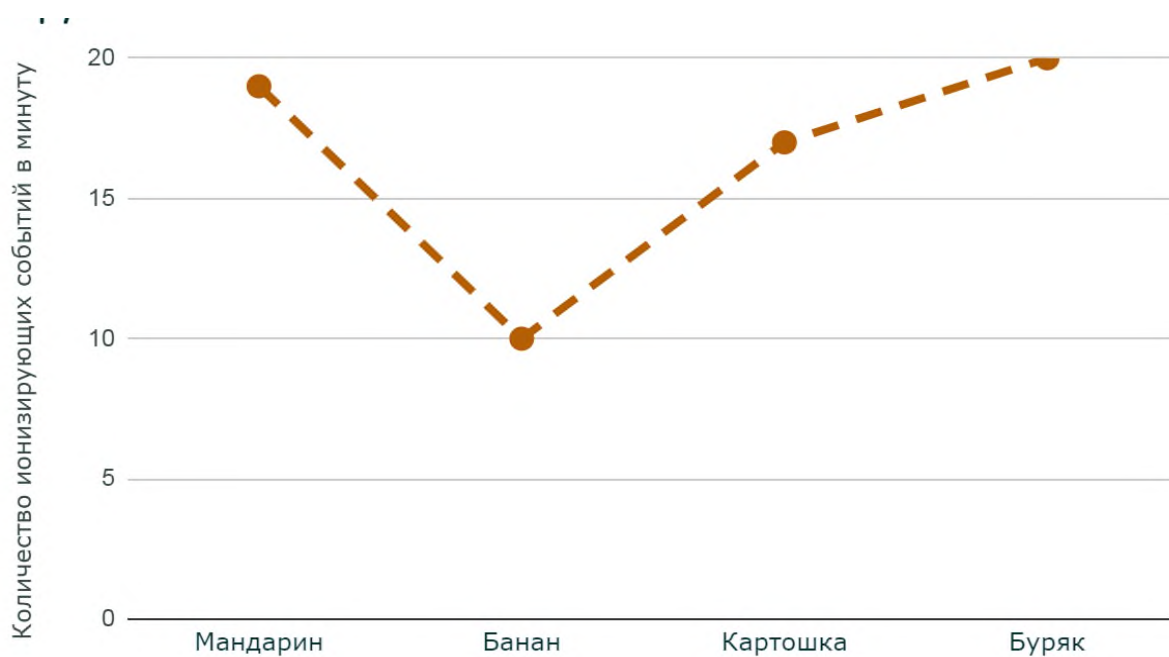
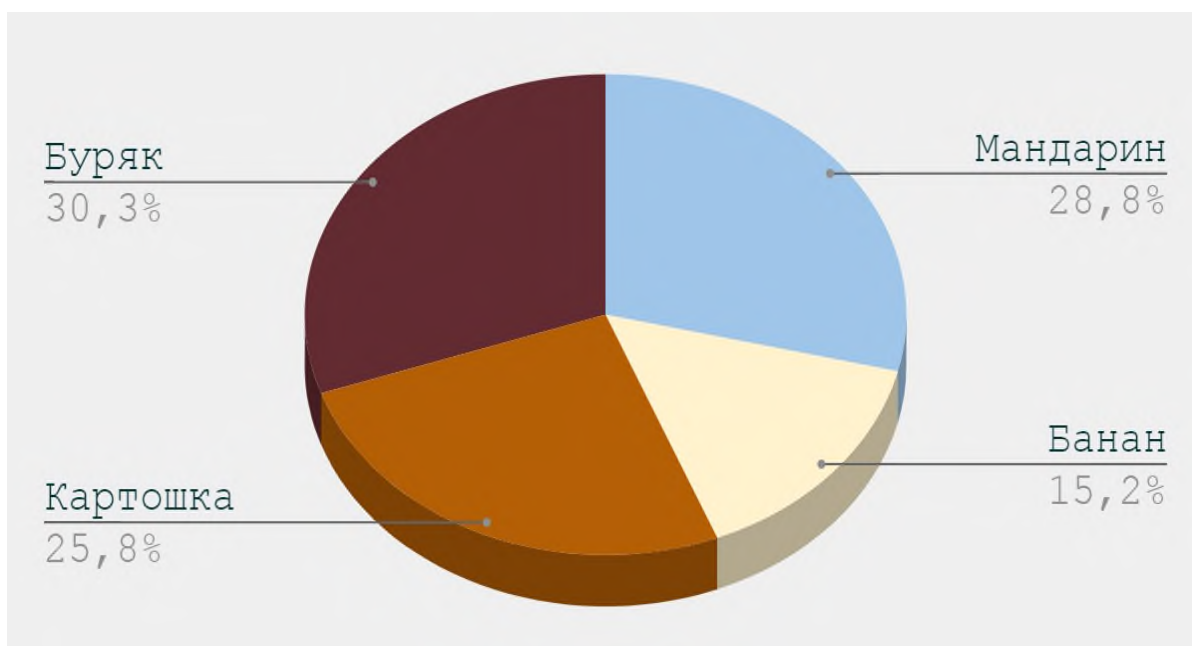
Завдяки цій роботі, ми тепер знаємо трохи більше, сподіваємося, що і вам було цікаво.

Додатки

Група № 1.



Група № 2.



Використана література

1. <https://lab.biz.ua/laboratornye-isledovanyia/radiologicheskij-kontrol/>
2. Оценка радиоактивного загрязнения продуктов питания и строительных материалов (Авторы: И.С. Асаенко, А.И. Навоша, К.Д. Яшин, Е.Н. Зацепин).

Про прання я хочу все знати...

Коновалова Дар'я, учениця 10 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 42
Миколаївської міської ради.
Керівник: *Мостова Наталя Вікторівна*,
учитель фізики, учитель-методист.

Вступ. У оточуючому нас світі поряд з тяжінням і тертям діє ще одна сила, на яку ми мало звертаємо уваги. Ця сила порівняно невелика і ніколи не викликає вражаючих ефектів. Тим не менш, ми не можемо зробити будь-що з рідиною без приведення в дію сили поверхневого натягу. Спробуйте помити жирні руки водою. Вода стікатиме, не змиваючи жир. Молекули води не липнуть до молекул жиру і не забирають їх з собою. Завдання в тому, щоб прикріпити молекули жиру до молекул води. Зрозуміло, що треба зменшити силу взаємодії між молекулами води. Як це зробити? Що для цього потрібно?

Та будь-який одяг рано чи пізно вимагає прання. І тоді нам потрібен пральний порошок. Відіпрати будь-які, навіть складні плями і повернути речам білизну обіцяє реклама практично всіх пральних порошків. Їх вибір в торговій мережі досить широкий: універсальні, «біо», «кolor», концентровані, порошки-автомати ... Який пральний порошок краще? Який вибрати?

Будь-який пральний порошок містить поверхнево-активні речовини (ПАР, безпосередньо вони і перуть), стабілізатори (це речовини, що не дають з'єднанню бруду з ПАР висадитися назад на тканину), піноутворювачі, відбілювачі (зазвичай оптичні, так як хімічні руйнують тканину) і антинакип (слабка органічна кислота). Як активатор використовуються ензими, які знищують складні плями білкового походження, поліфосфати (пом'якшують воду), а також ароматизатори та інше.

Вивчення фізичних властивостей сучасних ПАР, які використовуються в побуті важливо для визначення ефективності їх основного призначення, а так само для оцінки ступеня їх економічної привабливості та їх вплив на екологію.

Мета роботи: дослідити поверхневий натяг декількох популярних марок прального порошку, визначити, які з них володіють найменшим коефіцієнтом поверхневого натягу.

Завдання:

- вивчити склад та принцип дії поверхнево-активних речовин;
- розглянути поняття поверхневого натягу;
- експериментально визначити коефіцієнт поверхневого натягу розчину прального порошку у воді;
- визначити, від чого залежить коефіцієнт поверхневого натягу розчину прального порошку;
- зробити висновок.

Предмет дослідження: пральні порошки Rio, Power De Lux.

Основна частина.

1.1. Що таке поверхневий натяг?

Поверхневий натяг рідини – здатність молекул на поверхні зчіплюватися один з одним. Ця плівка створює міцний зв'язок із матеріалом. Поверхня рідини, що прилягає до іншого середовища, наприклад з її власним паром, з якою-небудь іншою рідиною або твердим тілом знаходиться в особливих умовах порівняно з іншою масою рідини. Виникають ці особливі умови тому, що молекули прикордонного шару рідини, на відміну від молекул в її глибині, оточені молекулами тієї ж рідини не з усіх сторін. Сили, що діють на кожен молекулу в цьому шарі стають неврівноваженими: існує деяка рівнодіюча сила, спрямована або в бік об'єму рідини, або в бік середовища, яке межує з нею. Зі збільшенням температури величина поверхневого натягу зменшується і стає нулем при збільшенні температури до критичної.

1.2. Історія появи.

Поняття поверхневого натягу вперше ввів Я. Сегнер (1752). У першій половині 19 століття на основі уявлення про поверхневий натяг була розвинена математична теорія капілярних явищ (П. Лаплас, С. Пуассон, Що Гаусс, А. Ю. Давидов). У другій половині 19 століття Дж. Гіббс розвинув термодинамічну теорію поверхневих явищ, в якій вирішальну роль відіграє поверхневий натяг.

У 20 столітті розробляються методи регулювання поверхневого натягу за допомогою ПАР і електрокапілярних ефектів (В. Ленгмюр, П. А. Ребиндер, А. Н. Фрумкін).

1.3. Прояви поверхневого натягу.

Так як поява поверхні рідини вимагає здійснення роботи, кожне середовище «прагне» зменшити площу своєї поверхні:

- у невагомості крапля приймає сферичну форму (сфера має найменшу площу поверхні серед всіх тіл однакового обсягу);
- струмись води «злипається» в циліндр;
- на багатьох поверхнях вода (або інша рідина) збирається в краплі.

1.4. Методи вимірювання поверхневого натягу.

Способи визначення поверхневого натягу діляться на статичні і динамічні.

Статичні методи:

- метод Вильгельми;
- метод «лежачої» краплі;
- метод визначення за формою висячої краплі;
- метод обертової краплі.

Динамічні методи:

- метод дю Нуї (метод відриву кільця);
- сталагмометричний, або метод рахунку крапель;
- метод максимального тиску бульбашки.

2. Практична частина.

2.1. Алгоритм вимірювання коефіцієнта поверхневого натягу розчину:

1) Підготуємо обладнання: терези електронні, термометр, штангенциркуль, піпетка, посудина з водою, посудина, пральні порошки.



2) Вимірюємо діаметр d отвору піпетки за допомогою конуса з

міліметрового паперу, масу порожнього стакана.



3) У порожню пробірку наливаємо 50 мл чистої води (17°C), додаємо в нього 0,035 г прального порошку Power De Lux, змішуємо.

4) Із отриманого розчину за допомогою вже підготовленої піпетки в порожню пробірку капаємо 50 крапель, вимірюємо їх масу за допомогою електронних терезів .

5) Повторюємо дослід з 0,05, 0,075 і 0,1 грамами прального порошку.



6) Повторюємо дослід з водою різної температури: 30°C, 40°C, 58 °C.

7) Результати записуємо в таблицю.

8) Знаходимо m_0 (маса однієї краплі розчину) за формулою:

$$m_0 = m_{50} / 50.$$

9) Знаходимо концентрацію розчину прального порошку n за формулою:

$$n = m_{\text{порош}}/m_{50} \cdot 100\%$$

10) Обчислюємо коефіцієнт поверхневого натягу за формулою:

$$\sigma = F_{\text{п.н.}}/l,$$

де $F_{\text{п.н.}} = m_0 \cdot g$, де $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

$$\sigma = m_0 \cdot g / l$$

В цій формулі $l = \pi d$, де $\pi = 3,14$, $d = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

2.2. Заносимо результати розрахунків в таблицю:

t, °C	m _{порош} , Г	m ₅₀ , Г	n, %	m ₀ , Г	σ Н/м
17	35	1,62	1,07	0,0325	0,0461
	50	1,63	1,53	0,0326	0,0463
	75	1,59	2,34	0,0319	0,0454
	100	1,59	3,14	0,318	0,0452

t, °C	m _{порош} , Г	m ₅₀ , Г	n, %	m ₀ , Г	σ мН/м
30	35	1,62	1,08	0,0324	0,0460
	50	1,59	1,57	0,0318	0,0452
	75	1,60	2,3	0,0326	0,0463
	100	1,58	3,16	0,0316	0,0449

t, °C	m _{порош} , Г	m ₅₀ , Г	n, %	m ₀ , Г	σ мН/м
40	35	1,61	1,08	0,0322	0,0457
	50	1,61	1,23	0,0323	0,0458
	75	1,62	2,3	0,0347	0,0461
	100	1,60	3,11	0,0321	0,0456

t, °C	m _{порош} , Г	m ₅₀ , Г	n, %	m ₀ , Г	σ мН/м
58	35	1,62	1,08	0,0324	0,046
	50	1,62	1,23	0,0324	0,046
	75	1,62	2,32	0,0324	0,046
	100	1,61	3,11	0,0321	0,045

2.3. Ті ж дії повторюємо з пральним порошком Rіо. Дані заносимо у таблицю.

t, °C	m _{порош} , Г	m ₅₀ , Г	n, %	m ₀ , Г	σ мН/м
17	35	1,56	1,08	0,0313	0,0444
	50	1,59	1,57	0,0318	0,0451

	75	1,59	2,3	0.0317	0,0450
	100	1,59	3,16	0,0317	0,0450
t, ° C	m _{порош} , Г	m ₅₀ , Г	n, %	m ₀ , Г	σ мН/м
30	35	1,60	1,09	0,0320	0,0454
	50	1,62	1,54	0,0323	0,0459
	75	1,59	2,35	0.0319	0,0453
	100	1,61	3,10	0,0322	0,0458

t, ° C	m _{порош} , Г	m ₅₀ , Г	n, %	m ₀ , Г	σ мН/м
40	35	1,61	1,08	0,0324	0,0458
	50	1,59	1,23	0,0319	0,0452
	75	1,58	2,3	0.0319	0,0452
	100	1,57	3,11	0,0313	0,0444

t, ° C	m _{порош} , Г	m ₅₀ , Г	n, %	m ₀ , Г	σ мН/м
58	35	1,61	1,08	0,0324	0,0458
	50	1,60	1,23	0,0320	0,0454
	75	1,59	2,32	0.0319	0,0452
	100	1,58	3,11	0,0313	0,0444

Висновки.

Поверхневий натяг в усіх досліджуваних розчинах зі збільшенням концентрації прального порошку зменшується. Виявлено, при високих температурах при збільшенні концентрації відбувається насичення розчину, при якому поверхневий натяг не росте, а залишається незмінним.

Чим менше коефіцієнт поверхневого натягу розчину прального порошку, тим краще засіб.

Завдяки роботі над проектом я отримала багато знань, як теоретичних, так і практичних. Така складна з першого погляду інформація про прості речі повсякденного життя при більш детальному розгляді здається не такою складною. Але проведений мною експеримент має велику практичну цінність. Адже всі ми користуємося пральними порошками, і нам важливо знати про їхню якість. Цю проблему й вирішує проведений досвід.

Крім того, робота над проектом дала мені безліч практичних навичок при роботі з інформацією і її оформленню, без яких неможливо жити в нашому столітті технологій.

Фізика і людина. Фізична модель роботи серця

Ліпа Антон, учень 8 класу
Первомайської ЗОШ І–ІІ ступенів № 7
Первомайської міської ради.
Керівник: *Тісевич Рімма Станіславівна*,
учитель фізики

Мета і завдання проекту: ознайомитись з фізичними і біологічними процесами діяльності серця, його будовою та відтворити його роботу за допомогою простих і доступних матеріалів.

Фізична модель роботи серця

Мета проекту – зрозуміти фізичні закони, що лежать в основі «найважливішого двигуна» всіх живих істот – серця та змоделювати його роботу, використовуючи найпростіші матеріали.

Матеріали: три 0,25 л пластикові пляшечки від води, коктейльні трубочки, підфарбована вода, пластилін, а також наші руки і пальці☺.



У цій моделі – перша пляшечка є моделлю передсердя серця, друга пляшечка – шлуночок серця, а третя пляшечка імітує легені або тіло, забарвлена вода – кров живої істоти, коктейльні трубочки імітують кровоносні судини, а наші руки і пальці будуть показувати, як функціонують (скорочуються) клапани серця.

Щоб наша модель працювала, будемо стискати рукою середню пляшку, затиснувши спершу соломинку між «передсердям» та «шлуночком серця», зразу побачимо, як «кров» увіллється в тіло.

Далі, тримаючи середню пляшку стисненою, переміщуємо пальці і затискаємо соломинку між «шлуночком» та тілом, відпускаємо середню пляшечку («шлуночок») і бачимо, як під дією тиску, кров почне рухатись з передсердя у шлуночок.

Повторюючи так багато разів, перекачуємо кров із передсердя в

шлуночок, а потім в організм!

Коли «крові» в передсерді стане мало, ми можемо її взяти з «тіла» і додати її знов у передсердя і почати все ще раз...

В нашій моделі ми досліджуємо, як кров тече в одному напрямку через камери серця.

Наше серце має чотири камери: праве і ліве передсердя і правий та лівий шлуночок. Кров буде текти спочатку в одному напрямку – в серце, в легені, що будуть насичуватися киснем, потім в серце, а потім назад в тіло. Чотири клапани нашого серця важливі для забезпечення цього одностороннього кровотоку.

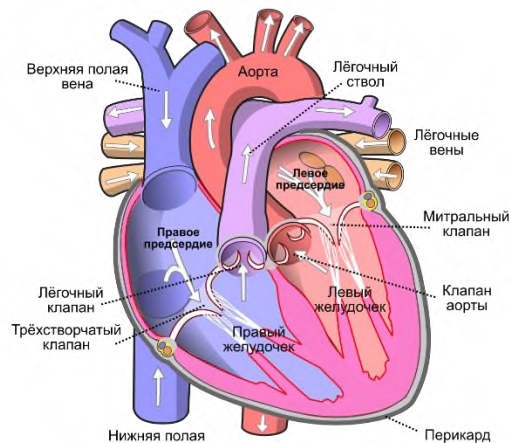
Трискупід і Митраль розташовані між передсердям і шлуночком. Клапани аорти та легень контролюють кровоток зі шлуночків в артерії. Коли ми затискаємо соломинку між першою та другою пляшечкою, ми імітуємо роботу аортального чи легеневого клапану.

Пульс людини б'ється так само швидко, як і наше серце, ми визначаємо його по кількості ударів за одну хвилину. Потрібно сказати, що на серцевий ритм впливають різні причини.

Це залежить від самої людини, її віку, настрою, емоцій, фізичних навантажень, активності, вживання цукру, кофеїну та іншої їжі чи речовин. Величезне значення має тиск в судинах. При довготривалих високих значеннях, можуть розірватися судини, а в серці відбудуватимуться невідомні зміни! Так само шкідливий для серця і знижений тиск.

Тепер я маю певну уяву, як працює моє серце чи серце любої живої істоти, як важливо підтримувати його здоровим. Я дізнався, що і в живих істотах чітко працюють закони фізики! В 7-му класі ми вивчали поняття тиску, атмосферного тиску, тиску в рідинах і газах. Всі ці закони спрацьовують і в живих системах та організмах живих істот.

Серце називають головним двигуном людини. Бережіть своє серце! Слідкуй за тиском та пульсом! Харчуйтеся правильно та обирайте здоровий спосіб життя!



Моделювання механічного руху. «Живі» паперові істоти («тарганчики») STEAM–проект

Миронов Богдан, учень 9-го класу
Первомайської ЗОШ І–ІІ ступенів № 7
Первомайської міської ради.
Керівник: *Тісевич Рімма Станіславівна*,
учитель фізики

У середні віки Леонардо да Вінчі описав механіку ходіння, стрибків та інших рухів людини, будову й рухи пташиних крил.

А мені подобалось створювати різноманітні фігурки з паперу, робити орігамі. Якось, в інтернеті, я знайшов дуже просту схему на папері. Автор обіцяв, що здійснивши прості операції з нею (вирізати, позагинати по лініям), фігурка буде рухатись, як жива. Це мене зацікавило, я і не думав тоді, що стану на шлях Леонардо да Вінчі, досліджуючи, як і він у свій час, рух живих істот.

Я відтворив схему, вирізав і позагинав так, як рекомендував автор. Скажу відверто, я не вірив, що вийде так як він розповідав: цей паперовий «тарганчик» (як я його назвав), почне рухатись.

Край ніжок потрібно закруглити.

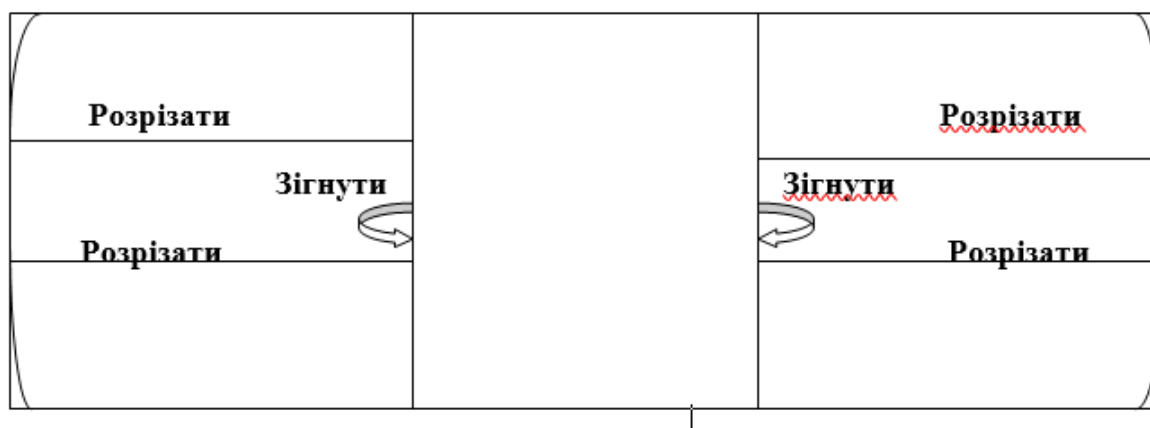


Схема паперового «тарганчика»

Проте, сталося диво! Перший екземпляр, я зробив з тонкого паперу, із звичайного зошита. Він тонкий і «ніжки тарганчика» були слабкими, але декілька кроків він зробив! Тоді, я вирішив зробити цю рухому модель з більш цупкого паперу. Під рукою виявилась обкладинка зошита. Я все ще не дуже вірив в успіх; з'ясувалось, що

ще потрібно було правильно підібрати поверхню, по якій рухався б «тарганчик». Це пов'язано із силою тертя спокою поверхні. На гладенькій поверхні вона мала і «тарганчик» просто зісковзував з похилої поверхні. А ще, потрібно було підібрати кут нахилу поверхні.

Моїх спроб виготовити гарного «бігунця» було декілька.

Перший був непоганий (фото 1), тільки не дуже гарний☺.

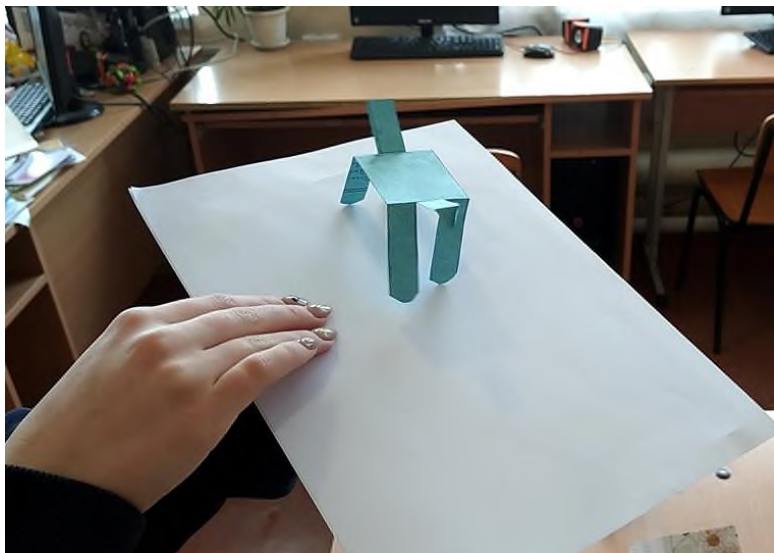


Фото 1.

Другий, теж невдалого вигляду, ще й «важкий», рухався погано, постійно перекидався, падав, просто зісковзував (фото 2).



Фото 2.

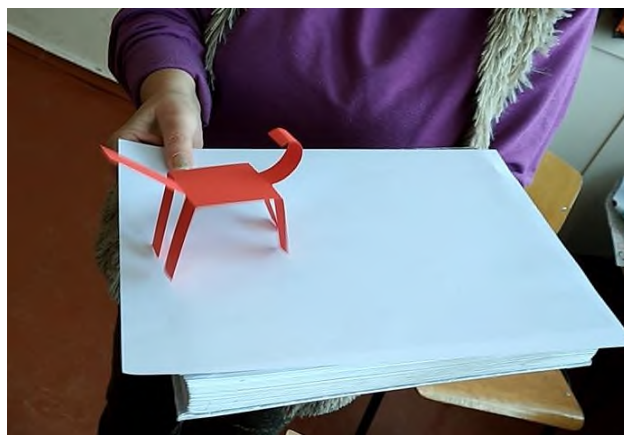


Фото 3.

А от третій – і симпатичний☺ і рухався добре, а ще навіть на фото можна помітити, як «тарганчик» «крокує» - одна ніжка пересувається вперед, в той час як друга – залишається на місці. І ще помітно, як вся фігурка нахиляється в сторону ніжки на яку фігурка спирається, а друга ніжка, вивільнюючись в цей час, просувається вперед! Дійсно, як жива!

Відео:



Разом із учителем, Ріммою Станіславівною, ми знайшли придатну поверхню і підібрали кут нахилу. І диво сталося: він побіг! Це захоплює! Він дійсно, рухався так, як рухається жива істота! Але, як взагалі, рухається жива істота і чому? Як це пов'язано з фізикою, з іншими науками (біологією, наприклад)?

Виникло багато питань і добре було б знайти на них відповіді чи пояснення. І я почав пошук. От що я з'ясував на теренах інтернету.

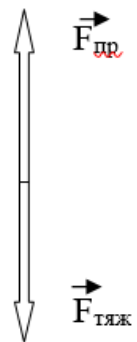
Механіка

Механіка – це розділ фізики, який вивчає механічний рух і механічну взаємодію матеріальних тіл.

Біомеханіка, як розділ біофізики, займається вивченням законів механічного руху в живих системах.

Статика – розділ механіки, що вивчає стан рівноваги тіла.

Якщо ми підвісимо на цвях якесь тіло, то після кількох коливань воно зупиниться в стані рівноваги. У цьому випадку сила пружності цвяха й сила тяжіння спрямовані вздовж однієї прямої й зрівноважують одна одну. Моменти цих сил відносно осі обертання дорівнюють нулю.



Якщо відхилити тіло від положення рівноваги, то через певний час воно знову повернеться в попередній стан. Таку рівновагу називають стійкою.

- ✓ Рівновагу тіла називають стійкою, якщо після будь-яких незначних відхилень тіла від положення рівноваги тіло знову повертається в початкове положення.
- ✓ Аналізуючи зображення (див. рис.), можемо зробити висновок, що рівнодійна сил повертає тіло у початкове положення. При

цьому центр мас тіла розташований нижче за точку підвісу й займає найнижче положення з усіх можливих.



- ✓ У загальному випадку тіло перебуває в стані стійкої рівноваги, коли рівнодійна сил повертає тіло в стан рівноваги, або моменти цих сил прагнуть повернути тіло в положення рівноваги.
- ✓ Рівновагу тіла називають нестійкою, якщо після будь-яких незначних відхилень тіла від положення рівноваги тіло ще більше відхиляється від початкового положення.
- ✓ У цьому випадку центр мас тіла опускається, а моменти сил, що діють на тіло, прагнуть ще більше відхилити тіло від положення рівноваги.
- ✓ Рівновагу тіла називають байдужою, якщо після будь-яких незначних відхилень тіла від положення рівноваги тіло залишається у своєму новому положенні.

При цьому центр мас тіла в усіх можливих положеннях залишається на тому самому горизонтальному рівні, а сума моментів сил дорівнює нулю.

Стійкість рівноваги тіла

Розглянемо питання: чим визначається стійкість рівноваги тіла, що знаходиться на горизонтальній поверхні? Виконуючи досліди з похилою площиною, можна встановити:

- якщо трохи нахилити тіло – так, щоб вертикаль, яка проходить через центр ваги, не вийшла за межі площі опори, момент сили тяжіння поверне тіло в початкове положення рівноваги;

– тільки-но кут нахилу стане настільки великим, що вертикаль, яка проходить через центр ваги, вийде за межі площі опори, тіло перекинеться.

Для рівноваги тіла на опорі необхідно, щоб вертикаль, проведена через центр ваги, не виходила за межі площі опори.

Збільшити стійкість тіла можна, розміщаючи центр ваги якнайнижче або збільшуючи площу опори. (Наприклад, проектуючи автомобіль, його нижню частину роблять важчою, а верхню – більш легкою. А для збільшення стійкості піднімальних кранів збільшують площу опори.)

Хода людини – найбільш природна локомоція людини; представляє собою автоматизований руховий акт, який відбувається в результаті складної координованої діяльності скелетних м'язів тулуба і кінцівок. Є найбільш доступним видом фізичного навантаження.

Ходу розглядають з позиції моделі прямого і зворотного маятника, розглядаючи сегменти кінцівок і тіло як систему фізичних маятників

Хода – це рухова навичка, яка являє собою ланцюг послідовно закріплених умовно рефлекторних рухових дій, які виконуються автоматично без участі свідомості.

Положення центрів мас окремих частин та всього тіла людини

Центром мас тіла (ЦМТ) називається точка перетину прямих, удовж яких повинні бути спрямовані сили, щоб тіло рухалося поступально. Тому важливо вміти визначати положення ЦМТ при біомеханічному аналізі його руху.

Будь-яку досліджувану рухову дію можна представити як суму більш простих рухів – наприклад, руху ЦМТ та обертання окремих частин тіла відносно нього.

Положення центра маси тіла людини можна визначити шляхом її зважування на спеціальній платформі трикутної форми, на якій вона приймає потрібну позу.

Центр об'єму та центр поверхні тіла і їх значення для виконання фізичних вправ

До показників геометрії мас тіла відносяться також центр об'єму і центр поверхні тіла.

Центр об'єму тіла – це точка прикладення рівнодійної сил гідростатичного тиску – сила Архімеда. Оскільки густина тіла людини неоднорідна (для прикладу – легені важать дуже мало, але

займають великий об'єм), центр об'єму тіла не співпадає з центром мас, і в позі стоячи знаходиться на 3–6 см вище від нього. Взаємне розташування обох точок істотно впливає на рівновагу тіла у воді, так як спричиняє утворення обертового моменту пари сил: Архімеда та земного тяжіння.

Центр поверхні тіла – точка прикладання рівнодійної сил дії середовища (повітря, води). Центр поверхні залежить в першу чергу від пози і напрямку потоку середовища. При великих відносних швидкостях руху (парашутний, мотоциклетний, автомобільний, санний, гірськолижний спорт, стрибки з трампліна тощо), коли сили опору середовища великі, взаємне розташування центра поверхні і центра мас тіла істотно впливає на збереження рівноваги та успішність виконання всієї вправи.

Зовнішні та внутрішні сили, що діють на тіло людини при виконанні рухових дій

При визначенні, яка з сил, прикладених до тіла людини, є зовнішньою (тобто здатною змінити імпульс тіла та його енергію), а яка – внутрішньою, необхідно з'ясувати: наслідком дії якого тіла вона є.

Зовнішньою для обраного тіла буде лише така сила, дія якої викликана іншим тілом, що не входить до його складу. Це ж правило розподілу сил на зовнішні та внутрішні стосується і біомеханічної системи тіл (наприклад, тіла людини, яке ми умовно розділяємо на окремі частини: голову, тулуб, плечі, передпліччя, стегна тощо). Тому, по відношенню до тіла людини, сумарна сила тяжіння, яка викликана гравітацією Землі, реакція опори, опір рухові, дія інших тіл (суперників, партнерів, тренера, м'яча тощо) – зовнішні сили. Зате активні м'язові тяги, сили пружності і тертя в самому організмі, дія сили інерції частин тіла, що рухаються з прискоренням, на сусідні частини тіла, дія ваги одних частин тіла на інші тощо – **внутрішні** по відношенню до біомеханічної системи сили. Якщо розглядати рухи якоїсь окремої частини тіла, наприклад, гомілки, то тяги м'язів, які відносяться до стегна, силу тяжіння, прикладену до гомілки, вагу стопи, утримуючу дію стегна слід розглядати, як зовнішні по відношенню до гомілки сили, так як їх дія обумовлена тілами, що у поняття «гомілка» не входять.

Таким чином, одні і ті ж сили можуть бути і зовнішніми, і внутрішніми; у кожному конкретному випадку це залежить від того, які тіла ми включили у біомеханічну систему, а які – не включили.

Розподіл сил на зовнішні і внутрішні має велике значення при використанні теореми про зміну імпульсу тіла (кількості руху), або механічної системи – міри механічного руху тіла, яка рівна: **Зміна імпульсу механічної системи можлива лише за рахунок зовнішніх сил.**

З теореми випливає, що єдиною можливою рушійною силою при переміщенні тіла людини може бути зовнішня сила.

При пересуванні на коні, мотоциклі, автомобілі, літаку тощо, а також спуску з гори на санях, лижах, велосипеді – рушійними силами є або контактні сили, прикладені з боку інших тіл (кінь, мотоцикл, автомобіль), або сила тяжіння.

Проте під час бігу, ходьби, плавання, їзди на велосипеді тощо, а також у метаннях, спортивних іграх, одноборствах та ін., причиною руху є внутрішні відносно біомеханічної системи сили – активні м'язові тяги. Але обов'язковою умовою їх прояву, як рушійних сил, є наявність зовнішньої сили – реакції опори.

Необхідною умовою зміни величини і напрямку швидкості руху біомеханічної системи є також наявність зовнішньої сили, тому досвідчені гірськолижники, мотогогонщики, ралісти намагаються постійно перебувати у контакті з трасою, здійснюючи випереджаючі дії, розгойдування спортивного приладу навколо вертикальної та бокової осей, виконуючи ексцентричну м'язову роботу, використовуючи досконалі амортизатори тощо, бо лише у цьому випадку є можливість постійно контактувати з поверхнею траси, тобто ефективно гальмувати, розганятися і повертати, чого не можна зробити в безопорній фазі. Помилково рахувати рушійними сили тертя в точці контакту біомеханічної системи (колеса, взуття, лижі) з опорою – в усіх перелічених випадках джерелом руху є м'язові тяги.

Підсумки. Випадково зіткнувшись з цікавою моделлю, я побачив, що за простими і звичними діями, над якими ми навіть не замислюємося, стоять досить серйозні закони, формули та обчислення. Левову частину цих подій пояснює фізика. Коли, у 7-му класі, ми знайомились з фізикою, то дізналися, що вона є основою усіх природничих наук. Виконуючи це дослідження, я ще раз впевнився в цьому.

Підвищення зносостійкості сталей шляхом нанесення покриття

Нікітченко Владислав, учень 11 класу
Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 1

Первомайської міської ради.

Керівник: *Свистунова Валентина Михайлівна*,
учитель фізики.

Науковий консультант: *Білик Ігор Іванович*,
кандидат технічних наук, доцент інженерно-фізичного факультету
НТУУ ім. І. Сікорського, заступник завідувача кафедри
високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

ВСТУП

В умовах інтенсифікації виробництва актуальним є забезпечення високого рівня експлуатаційних властивостей, підвищення довговічності і надійності вузлів і деталей машинобудування, металургійної, хімічної, нафтопереробної, аерокосмічної і інших галузей промисловості за рахунок зменшення інтенсивності зношування.

Нанесення покриття підвищує зносостійкість деталей, які зазнають значного механічного навантаження, скорочує втрати металів, витрати ресурсів на їх відшкодування. Широкі можливості мають газо-термічні та вакуумно-конденсаційні способи нанесення покриттів [1, 3].

Особливістю вакуумно-конденсаційного напилення є велика кількість параметрів, які впливають на якість покриття і швидкість напилення. Порушення параметрів напилення призводить до утворення дефекту – крапельної фази на поверхні виробу.

Для вирішення проблеми зменшення дефектів покриття, підвищення зносостійкості нанесеного шару, проводили дослідження впливу часу вакуумно-конденсаційного напилення нітриду титану цирконію на структурні та механічні характеристики покриття на поверхні сталей Р6М5.

Мета роботи: дослідження зносостійкості сталей Р6М5 в залежності від часу вакуумно-конденсаційного напилення їх поверхонь сплавом Ti–Zr–N

Об’єкт дослідження: покриття сплаву Ti–Zr–N на сталях.

Предмет дослідження: підвищення зносостійкості сталей нанесенням покриття Ti–Zr–N.

Новизна роботи: покращення механічних властивостей та зменшення дефектів структури покриття сталей шляхом зміни параметрів вакуумно-конденсаційного напилення Ti-Zr-N.

Для досягнення мети поставленні такі завдання:

- 1) освоїти технологію вакуумно-конденсаційного способу реакційного напилення;
- 2) дослідити залежність зносостійкості і тріщиностійкості покриття сталей сплавом Ti-Zr-N від часу напилення;
- 3) дослідити розміри крапельної фази на поверхні зразків, мікроструктуру напилених шарів за різних показників часу технологічного процесу;
- 4) проаналізувати результати і зробити висновки щодо оптимальних умов нанесення захисних покриттів.

Методи дослідження: теоретичні – вивчення інформаційних джерел, з'ясування методики проведення експериментів, аналіз отриманих результатів; експериментальні – виготовлення зразків за різного часу напилення, дослідження мікроструктури поверхні та проявів крапельної фази у зразках за допомогою світлового та електронного мікроскопів.

Досліди проводили в лабораторіях інженерно-фізичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний університет» ім. І. Сікорського.

Наукове й практичне значення. Застосована технологія сприятиме зменшенню витрат на виготовлення зносостійких деталей, а відтак має тенденцію заощадження матеріалів та енергозбереження. Перспективність удосконаленої технології вакуумно-конденсаційного напилення обумовлена покращенням механічних властивостей: зносостійкості, тріщиностійкості, зменшенням кількості дефектів на поверхні напиленого виробу.

Характер роботи є прикладним, адже запропонована технологія виготовлення матеріалів може використовуватися у виробництві будь-яких деталей механізму, які з плином часу зазнають зношення або корозію. Це зробить їх виготовлення більш економічно вигідними і значно продовжить термін їх роботи.

Особистий внесок автора полягав у опрацюванні наукових джерел, опануванні необхідних методик досліджень, виконанні експериментів, здійсненні обробки та аналізу отриманих

результатів.

Апробація. Матеріали даного дослідження були представлені на міському фізичному конкурсі «Еврика» та обласному Форумі юних шанувальників фізики. Результати роботи впроваджуються на заводі «Первомайськдизельмаш» з метою зміцнення поверхонь ріжучих інструментів: метчиків, свердл, фрез в процесі напилення нітридом титану-цирконію на установці Булат ННВ (додаток Е).

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКРИТТЯ ВІД ЧАСУ НАПИЛЕННЯ

1.1. Вакуумно-конденсаційне напилення нітриду титану-цирконію на сталь

Завдання дослідів полягали у напиленні Ti-Zr-N за різного часу поверхонь зразків сталі, і дослідженні механічних та мікроструктурних властивостей поверхневого шару.

Досліди проводили за технологією вакуумно-конденсаційного реакційного напилення у лабораторіях Інженерно-фізичного факультету Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут” ім. І.Сікорського під керівництвом кандидата технічних наук, доцента кафедри ВТМІМ Білика Ігоря Івановича.

Для проведення дослідження поставлені завдання:

- 1) Вимірювання твердості поверхні зразків інструментальної сталі Р6М5 до напилення.
- 2) Вакуумно-конденсаційне напилення Ti-Zr-N поверхонь сталей з часом: 5, 10, 15 хв.
- 3) Дослідження напилених поверхонь зразків на твердість і тріщиностійкість.
- 4) Дослідження розмірів, рівномірності розподілу, середньої кількості утворених порожнеч (крапельної фази) на одиницю площі поверхні та хімічного складу напилених поверхонь зразків за різного часу технологічного процесу.

Найбільш важливими характеристиками матеріалів, які зазнають високого механічного навантаження, є твердість та тріщиностійкість. В роботі визначали здатність матеріалу чинити опір навантаженню до і після нанесення зносостійкого покриття.

Вимірювали методом Віккерса твердість поверхонь зразків

інструментальної сталі Р6М5 при навантаженні 200г (Додаток В), результати в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Твердість до напилення

№ зразка	D (діагональ), мкм	Нм (твердість), МПа
1	128	226
2	128	226
3	128	226

1.2. Напилення

Після вимірювання твердості, зразки інструментальної сталі Р6М5 покривали вакуумно-конденсаційним способом відповідно до основних вимог технології в два етапи: підготовка поверхні зразків та їх напилення в установці «Булат ВУ-1». Для покращення ефективності нанесення покриття, перед напиленням поверхні зразків шліфували, мили в УЗ ванні та знежирювали спиртом.

Щоб запобігти впливу молекул повітря на хімічну реакцію утворення покриття, в камері установки створювали вакуум. Використовували катод з розпилюваного матеріалу Ti-Zr (60% Ti, 40% Zr) (додаток А). Вплив цирконію – легуючого елементу проявляється в поліпшенні фізико-механічних властивостей покриття, міцності зчеплення його з інструментальною основою.

В якості активного газу у вакуумну камеру вводили азот N високої очистки під загальним тиском 0,12Па, який вступав у плазмохімічні реакції з Ti-Zr, і на поверхні виробів утворювався шар сплаву Ti-Zr-N.

Напилення здійснювали при силі струму дуги, як оптимальне значення 100А. Це сприяло зменшенню утворення дефектів – крапельної фази на нанесених поверхнях зразків.

Кожний зразок напилювали, змінюючи час процесу: 5хв, 10хв, 15 хв. Зі збільшенням часу напилення зросла товщина напилення до 5мкм (Таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 –Залежність товщини напиленого шару від часу напилення

№ зразка	Час напилення, хв	Товщина напилення, мкм
1	5	2
2	10	3.5
3	15	5

1.3. Вимірювання твердості

Після нанесення сплаву Ti-Zr-N на поверхні сталей трьох зразків за різного часу напилення вимірювали твердість покриття (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Твердість покриття Ti-Zr-N

Час, хв	d(діагональ), мкм	Нм, ГПа
5	39	24,37
10	38	25,67
15	37	27,15

Порівнюючи значення таблиці 2.1 і таблиці 2.3, виявили, що твердість поверхонь після напилення збільшилась. Для покриття з часом нанесення 15 хв міцність в порівнянні зі зразком поверхні без напилення зросла в десять разів. Тому покриття Ti-Zr-N доцільно використовувати для підвищення твердості та зносостійкості сталей.

1.4. Вимірювання тріщиностійкості

Вимірювання тріщиностійкості - здатності матеріалу не руйнуватися при наявності тріщини, напилення за різного часу шарів поверхонь зразків сталі виявили збільшення значення цієї величини від часу і товщини напиленого шару.

Таблиця 2.4 – Тріщиностійкість покриття Ti-Zr-N

Час, хв	Тріщиностійкість, МПа·м ^{1/2}
5	12
10	15
15	17

З графіку (додаток Г) видно, що зі збільшенням часу напилення, тріщиностійкість зростає, а отже матеріал стає міцнішим та більш зносостійким.

1.5. Дослідження крапельної фази

Для встановлення залежності прояву крапельної фази та її параметрів від часу горіння дуги напилення на електронному та світловому мікроскопах у лабораторіях мікроскопії НТТУ «КПІ» проводили дослідження поверхні зразків.

Досліди з визначення лінійних параметрів утворених порожнеч та характеру їх утворення проводилися для трьох напилених зразків на світловому мікроскопі «Neofot» при збільшенні у 800 разів (додаток Г).

Металографічний аналіз крапельної фази при різному часі напилення представлений на рисунках 2.1-2.3.

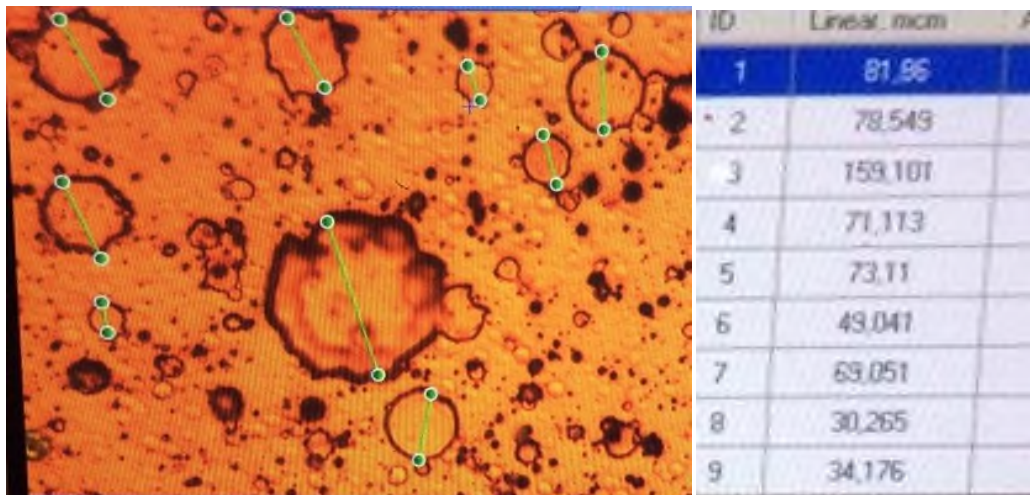


Рисунок 2.1. Металографічний аналіз крапельної фази при 5 хв

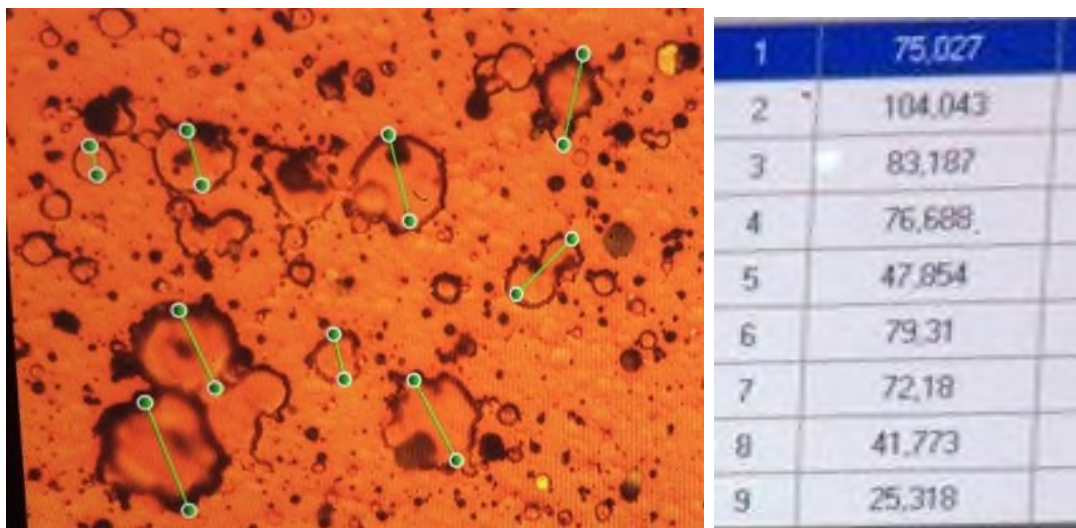


Рисунок 2.2. Металографічний аналіз крапельної фази при 10 хв

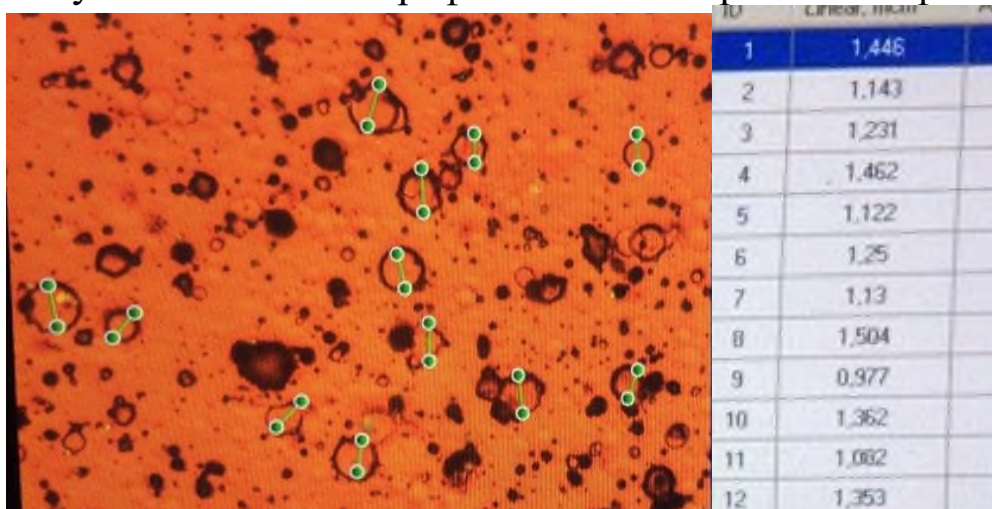


Рисунок 2.3. Металографічний аналіз крапельної фази при 15 хв
Дослідження мікроструктури поверхонь для трьох зразків

виявило наявність великої кількості крапельної фази у вигляді дрібних краплинок матеріалу катода, які погіршують зносостійкість покриття.

Це пояснюється тим, що при випаровуванні катода а атомний паровий потік попадають мікрокраплі матеріалу випаровування, які не встигають прореагувати з азотом.

Як видно з рисунків 2.1-2.3, зі збільшенням часу напilenня розміри мікрокраплин суттєво зменшуються від 71,8 мкм до 1,3 мкм, а їх кількість зростає.

Таблиця 2.5. Середній розмір крапельної фази

Час напilenня, хв	Середній розмір, мкм
5	71,8
10	64,6
15	1,3

Крапельна фаза зі зростанням часу напilenня зменшується (Додаток Г).

Зменшення лінійних розмірів крапельної фази зі збільшенням часу протікання вакуумно-конденсаційного напilenня від 5хв до 15хв пояснюється тим, що більше нагрівається поверхня зразка і матеріалу катода.

Також було проведено дослідження щодо мікротвердості крапельної фази, результати в таблиці 2.6

Таблиця 2.6 – Мікротвердість в крапельній фазі

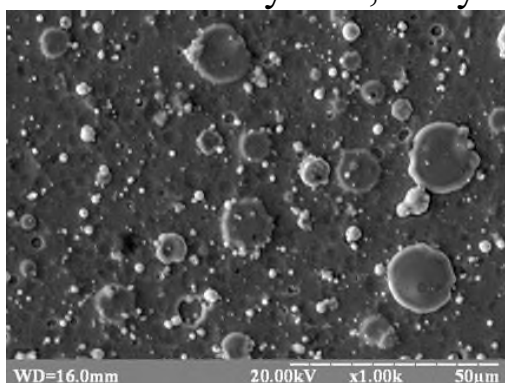
Час, хв	Твердість покриття, МПа	Мікротвердість в крапельній фазі, МПа
5	2 437	478
10	2 567	625
15	2 715	715

З таблиці 2.6 видно, що крапельна фаза суттєво знижує твердість покриття і тому вона є негативним фактором, її треба позбавитися.

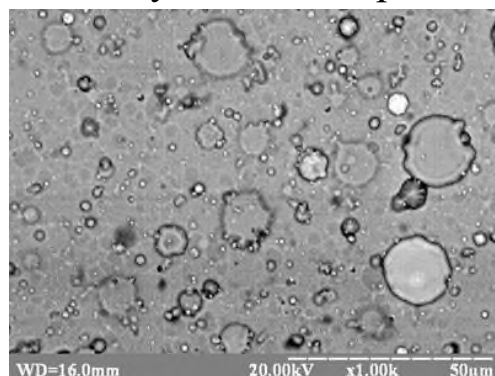
Дослідження напilених поверхонь зразків на растровому електронному мікроскопі РЕМ-106І (додаток Г) при 1000-кратному збільшенні дозволили визначити хімічний склад та залежність структури поверхні напilених зразків від часу напilenня.

На фото рисунку 2.4-2.6, зроблених на електронному мікроскопі

спостерігали, що розміри крапельної фази зі збільшенням часу напилення зменшились, але вона все одно є, при напиленні майже неможливо її позбулися, тому бажано застосовувати її сепарацію.



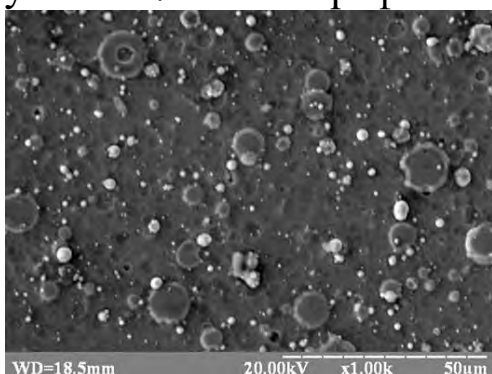
а



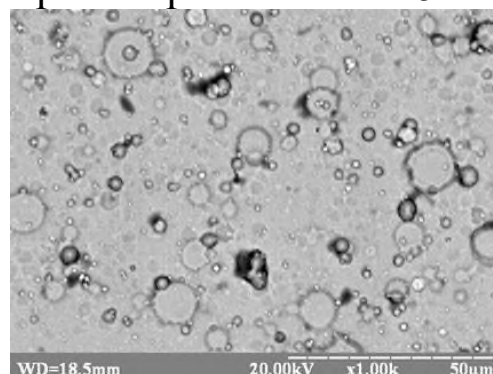
б

а - у відбитих електронах; б - у вторинних

Рисунок 2.4. Металографічний аналіз зразка при напиленні 5 хв



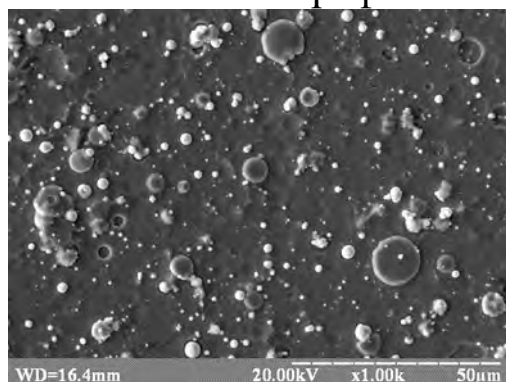
а



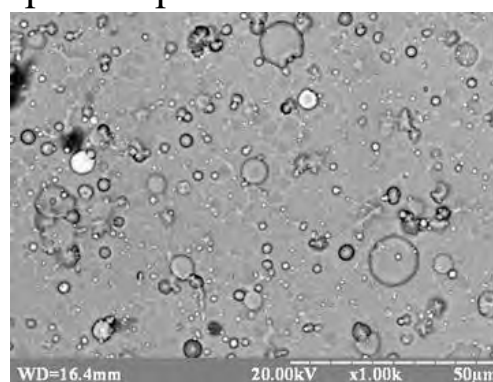
б

а - у відбитих електронах; б - у вторинних

Рисунок 2.5. Металографічний аналіз зразка при напиленні 10 хв



а



б

а- у відбитих електронах б - у вторинних

Рис. 2.6 – Металографічний аналіз зразка при напиленні 15 хвилин

Для кожного зразка був проведений хімічний аналіз (додаток Д). Розрахунки стехіометричного складу на покритті та у крапельній фазу в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7. Сумарна кількість металевої складової Ti-Zr.

Час напилення, хв	5	10	15
Фаза			
Крапельна фаза	100 мас%	96 мас%	86 мас%
Покриття	78 мас%	78 мас%	78 мас%

Як видно з таблиці 2.7 в крапельній фазі зі збільшенням часу напилення кількість металевої складової в крапельній фазі зменшується. А отже, кількість азоту збільшується, а це призводить до покращення якості покриття.

Можна зробити висновок, що зі збільшенням часу напилення твердість покриття і тріщиностійкість збільшуються, це можна пояснити тим, що крапельна фаза з часом збільшує міцність за рахунок більш повного насичення металевої складової азотом.

ВИСНОВКИ

Висока вартість твердих сплавів і швидкорізальних сталей для різальних інструментів і їх невисока стійкість при експлуатації зумовили необхідність розробки методів для підвищення експлуатаційних властивостей ще на стадії виробництва.

В основу методів закладено принцип підвищення зносостійкості інструменту за рахунок формування на поверхні тонких шарів інших матеріалів – покриттів.

Найбільш перспективним є метод вакуумно-конденсаційного напилення.

Вибір хімічного складу нанесеного покриття та зміна технологічних параметрів суттєво впливають на структуру і механічні властивості напиленого шару. В ході дослідження з'ясували, що в ході вакуумно-конденсаційного методу на напиленій поверхні утворюється дефект – крапельна фаза, яка впливає на зносостійкі властивості ріжучого інструменту.

Для вирішення проблеми зменшення розмірів крапельної фази в роботі змінювали час напилення: 5хв, 10хв, 15хв Ti-Zr-N на поверхні інструментальної сталі Р6М5. За допомогою мікроструктурного аналізу і вимірювання механічних властивостей напилених шарів, з'ясували, що розміри порожнеч, їх кількість на

одиницю площі поверхні залежать від часу напилення. Найменші розміри крапельної фази і, відповідно, найбільші значення твердості і тріщиностійкості отримано за часу технологічного процесу 15хв.

Запроваджена удосконалена технологія вакуумно-конденсаційного напилення сприяє підвищенню зносостійкості поверхні напиленого виробу, зменшенню витрат на виготовлення деталей, енергозбереженню. Результати дослідження впроваджуються на заводі «Первомайськдизельмаш» із метою зміцнення поверхонь ріжучих інструментів: метчиків, сверدل, фрез в процесі напилення нітридом титану-цирконію на установці Булат ННВ (додаток Е).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верещака А. С. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями / А. С. Верещака, И. П. Третьяков. – М.: Машиностроение, 1986. – 192 с.
2. Верещака А. С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями / А. С. Верещака. – М.: Машиностроение, 1993. – 336 с.
3. Мацевитый В. М. Покрытия для режущих инструментов / В. М. Мацевитый. – Харьков: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 128 с.
4. Андриевский Р. А. Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе: Справочник / Р. А. Андриевский, И. И. Спивак. – Челябинск: Metallurgy, 1989. – 368 с.
5. Волін Е.М. Іонно-плазмові методи отримання зносостійких покриттів. Технологія легких сплавів.- № 10. – 1984.
6. Локтєв Д. Ю., Ямашкін Е. М. Методи та обладнання для нанесення зносостійких покриттів «наноіндустрії» №4. - 2007. - С. 18-24.
7. Довідник оператора установок з нанесення покриттів у вакуумі / А. І. Костржіцкій, В. Ф. Карпов, М. П. Кабанченко, О. Н. Соловйова. - М.: Машинобудування, 1991. - 176 с.
8. Кудінов В. В., Бобров Г. В. Нанесення покриттів напиленням. Теорія технологія і устаткування. Підручник для вузів.- М.: Metallurgy, 1992. - 432с.
9. Анциферов В. Н., Бобров Г. В., Дружинін Л. К. Порошкова металургія і напилені покриття. Підручник для вузів. М.: Metallurgy

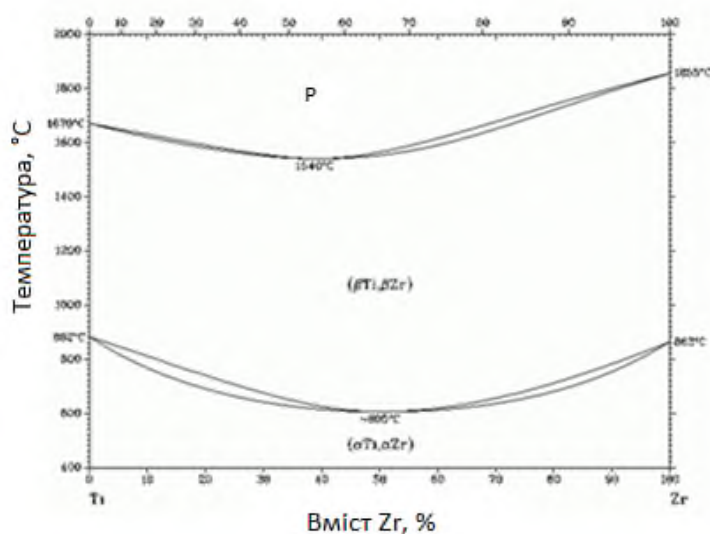
1987. - 792 с.

10. Гірш В. Л., Котов С. А., Цеменко В. Н. Сучасні технології в порошкової металургії. СПб.: Изд-во політехн. Ун-ту, 2010. - 386с.
11. Борисов Ю. С. Газотермічне покриття з порошкових матеріалів. Довідник./Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардановські - К.: Наукова Думка, 1987. - 544 с.
12. Самсонов Г. В. Тугоплавкие соединения: справочник / Г.В. Самсонов, И. М. Веницкий. – М.: Металлургия, 1976. – 560 с.
13. Хокинг М. Металлические и керамические покрытия: получение, свойства и применение: пер. с англ / М. Хокинг, В. Васантасри, П. Сидки. – М.: Мир, 2000. – 518 с.
14. Hollech, H. J. Vac. Sci. and Technol.. – 1986. – №6. – P. 2661.
15. Усова В. Л. О влиянии атомного строения вещества на коэффициент трения / В. Л. Усова, В. Ф. Моисеев // Вестник машиностроения. – 2001. – №6. – С.23 – 24.
16. Тушинский Л. И. Исследование структуры и физико-механических свойств покрытий / Л. И. Тушинский, А. В. Плохов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 200 с.
17. Табаков В. П. Износостойкие покрытия на основе нитрида титана, легированного железом и алюминием, для режущих пластин / В. П. Табаков // СТИН. – 1991. – №11. – С. 18 – 19.
18. Кабалдин Ю. Г. Структура, прочность и износостойкость композиционных инструментальных материалов. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 183 с.
19. Штремель М. А. Прочность сплавов. Часть I. Дефекты решетки: учебник для вузов / М. А. Штремель. – М.: МИСИС, 1999. – 384 с.
20. Штремель М. А. Прочность сплавов. Часть II. Деформация: учебник для вузов / М. А. Штремель. – М.: МИСИС, 1999. – 527 с.
21. Гольдштейн М. И. Металлофизика высокопрочных сплавов / М. И. Гольдштейн, В. С. Литвинов, Б. М. Бронфин. – М.: Металлургия, 1986. – 312 с.
22. Анциферов В. Н. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: учебник для вузов / В. Н. Анциферов, Г. В. Бобров, Л. К. Дружинин. – М.: Металлургия, 1987. – 792 с.
23. Золоторевский В. С. Механические свойства металлов: учебник для вузов / В. С. Золоторевский. – М.: МИСИС, 1998. – 400 с.
24. Мовчан Б. А. Композиционные материалы, получаемые осаждением из паровой фазы в вакууме / Б. А. Мовчан // Физика и химия обработки материалов. – 1990. – №5. – С. 108 – 117.

25. Мовчан Б. А. Размерно-структурные условия максимальной прочности и пластичности двухфазных неорганических материалов / Б. А. Мовчан // Физика и химия обработки материалов. – 1989. – №1. – С. 95 – 105.
26. Черноїванов В.І., Лялякін В.П. Організація і технологія відновлення деталей машин. Вид. 2-е, доп. і перераб.-М.: ГОСНИТИ, 2003 р. - 488 с.
27. Табаков В. П. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями на основе сложных нитридов и карбонитридов титана / В. П. Табаков. – Ульяновск: УлГТУ, 1998. – 123 с.
28. Андриевский Р. А. Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе: Справочник / Р. А. Андриевский, И. И. Спивак. – Челябинск.: Металлургия, 1989. – 368 с.
29. Износостойкие покрытия. Back to basics. Richter Alan. Cutt. Tool Eng. 2001. 53, №7, с18, 20, 25. Англ. См. РЖ Технология машиностроения. –2002, реферат 02.03. 14А.362.
30. Гончаров В. С. Формирование качественных ионо-плазменных металлокерамических покрытий / В. С. Гончаров, А. Н. Гурьянов, Н. Р. Темнова // Техника машиностроения. – 2001. – №3. – С. 89 – 91.
31. Білик І.І. Технологія та обладнання напилених покриттів: Навчальний посібник. - К.: ІВЦ Видавництво Політехніка, 2004. - 92 с.
32. Напыление нитрида титана [Электронный ресурс]. -Режим доступа:<https://www.metronews.ru/partners/novosti-partnerov-47/reviews/napylenie-nitrida-titana-1189240/>
33. Вакуумное напыление нитридом титана [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://www.olx.ua/obyavlenie/vakuumnoe-napylenie-nitridom-titana-IDqZynm.html>
34. Нанесение износостойких покрытий на режущий инструмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://izhmetal.narod.ru/KIB/kib2.htm>
35. Вакуумне напилення [Електронний ресурс].- Режим доступу : https://uk.wikipedia.org/wiki/Вакуумне_напилення
36. Твердість [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/96%D1%81%D1%82%D1%8C>

ДОДАТКИ

Додаток А



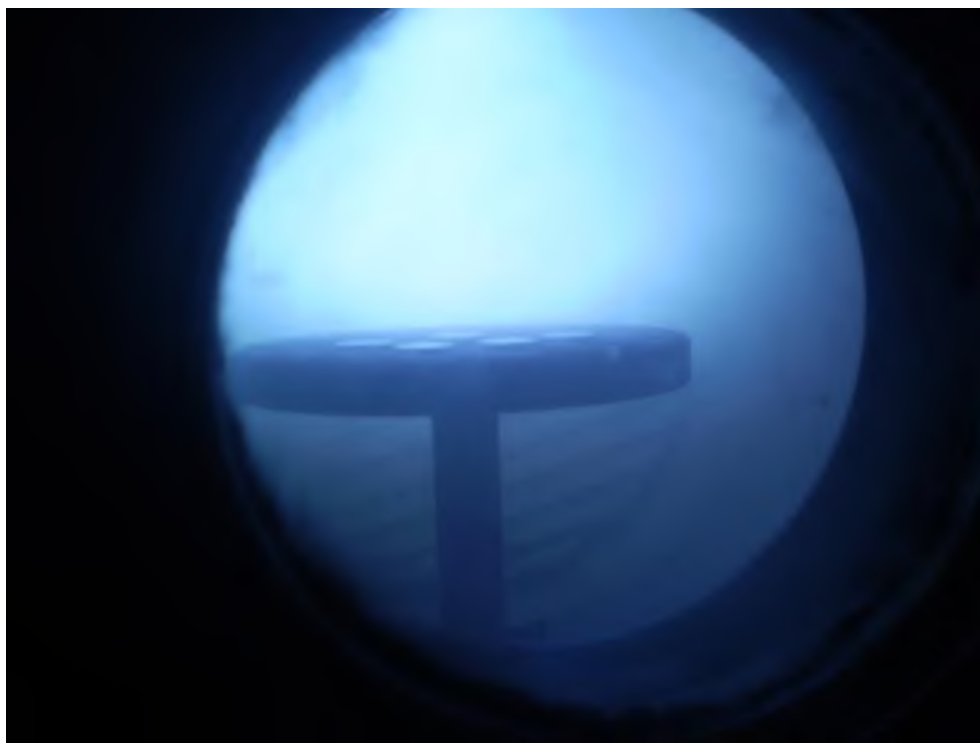
Фазова діаграма Ti-Zr [3]- (<http://www.himikatus.ru/art/phase-diagr1/Ti-Zr.php>)



Цирконій(температура плавлення 1 855°C)-
(https://ru.wikipedia.org/wiki//media/:Zirconium_crystal_bar_and_1cm3_cube.jpg)



Титан (температура плавлення 1 668°C)-
(https://ru.wikipedia.org/wiki//media/:Titan-crystal_bar.JPG)

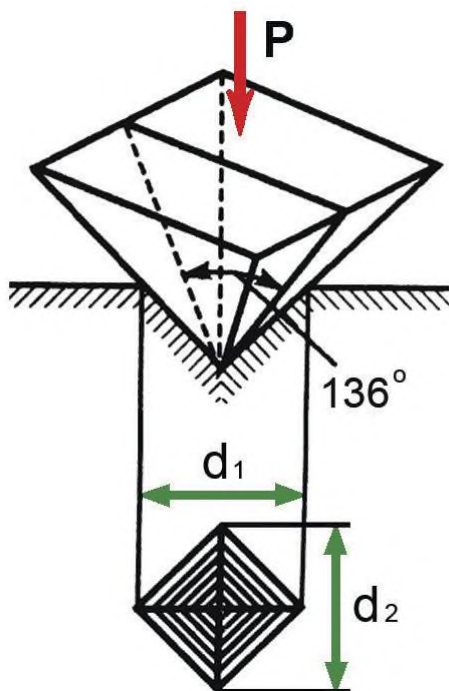


Процес напилення (Фото автора)



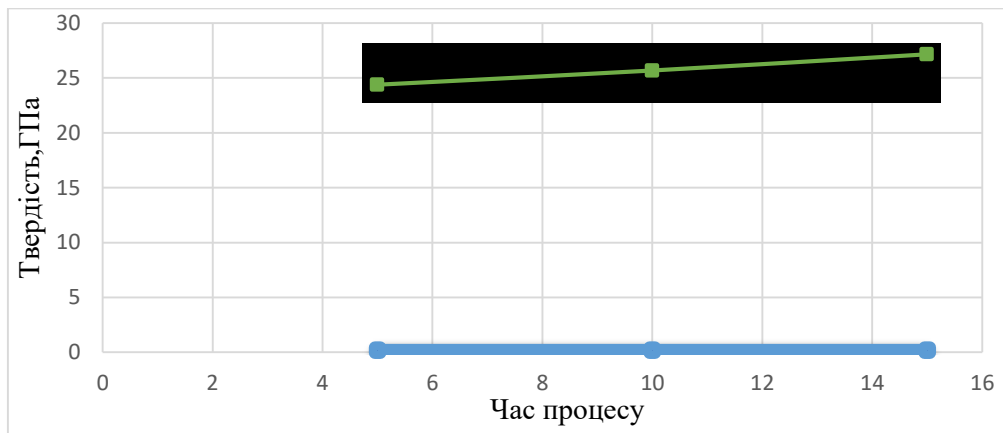
Установка «Булат ВУ-1» (Фото автора)

Додаток В

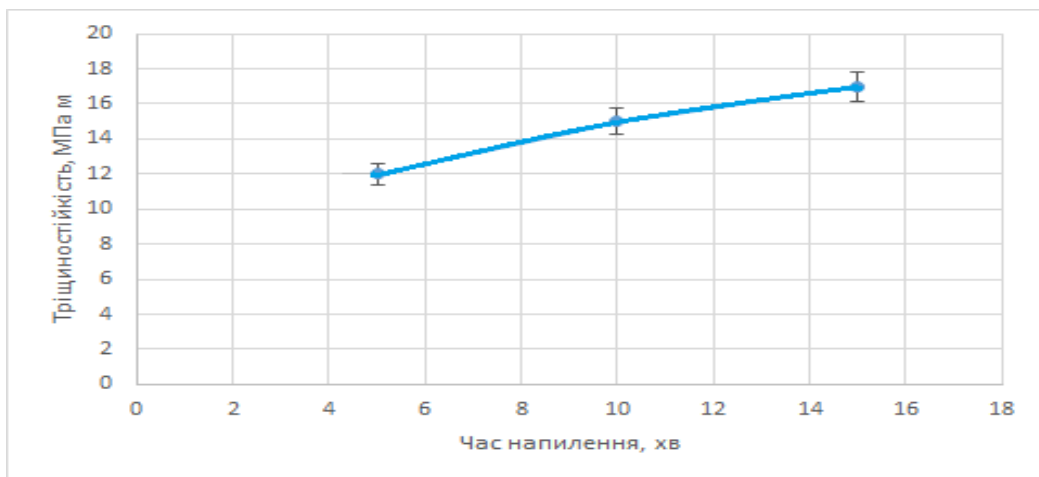


Вимірювання твердості і
тріщиностійкості напиленого
покриття методом Віккерса
(Фото автора)

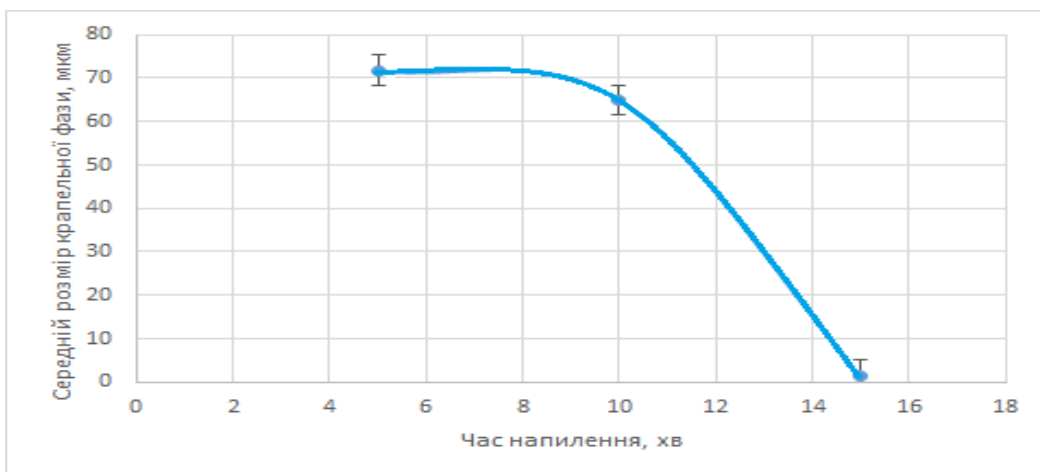
Зображення піраміди Віккерса-
(<https://mashproject.ru/tverdomer-mikro-vickersa-metolab-502-statsionarnyi>)



Графік 1-Залежність твердості покриття від часу наплення



Графік 2- Залежність тріщиностійкості покриття від часу наплення



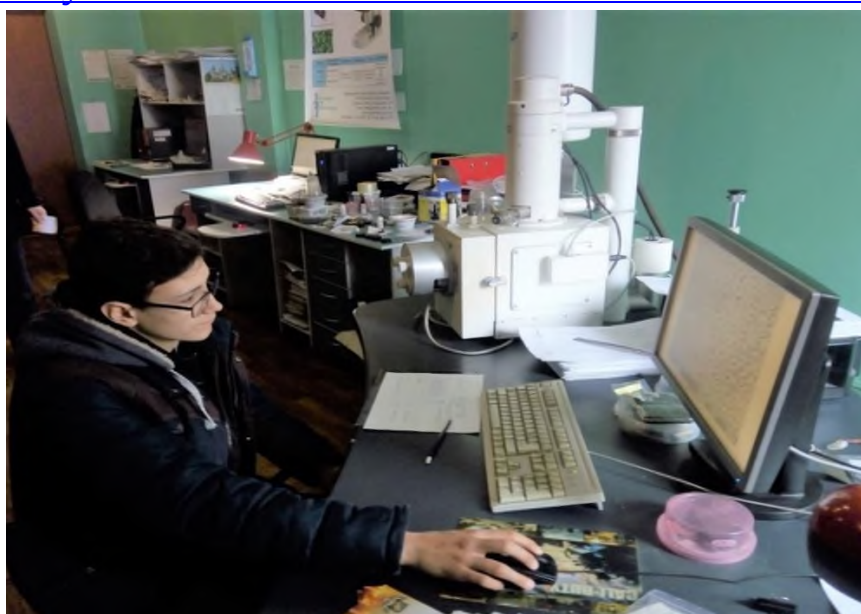
Графік 3- Залежність середнього розміру крапельної фази від часу наплення



Мікроскоп Neophot-21 (Фото автора)



Растровий мікроскоп Selmi РЭМ-106I-
(<http://krashiy.com/rus/nominations2006/?nid=15&id=9849&pid=93>)

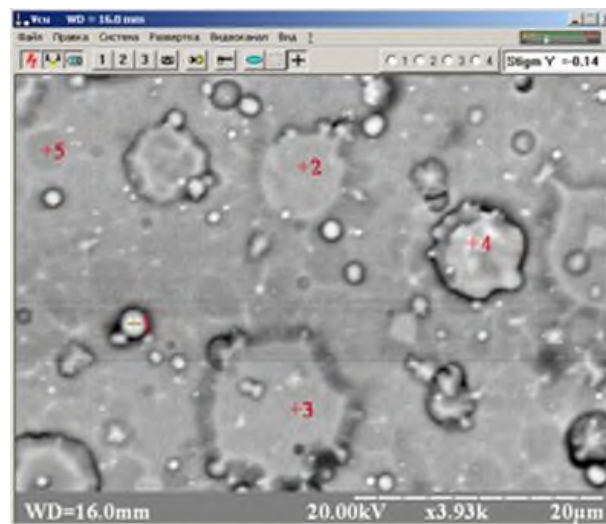


Робота за мікроскопом Selmi РЭМ-106I (Фото автора)

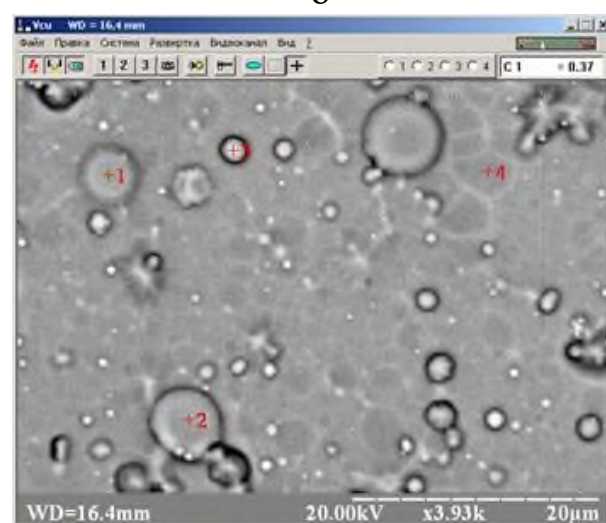
Додаток Д



а



б



в

а – 5 хвилин; б – 10 хвилин; в – 15 хвилин
Хімічний аналіз покриття при різному часі напilenня

Акт

впровадження результатів науково-дослідницької роботи

Нікітченко Владислава, учня 11 класу

Первомайської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №1

кандидата в дійсні члени МАН

Миколаївського територіального відділення МАН

м. Первомайськ

«02» березня 2020 року

Комісія фахівців ТДВ «Первомайськдизельмаш» у складі:

Голова комісії: Чебаненко А.А. - виконавчий директор;

Члени комісії: Кірієнко О.В. - головний технолог; Запорожець Л.І. – начальник служби інструментального господарства.

склала цей Акт про те, що з метою зміцнення робочої поверхні металу ріжучих інструментів: метчиків, сверدل, фрез в процесі напилення їх нітридом титану на установці «Булат ННВ», використовуються результати досліджень, проведених Нікітченко Владиславом в лабораторіях інженерно-фізичного факультету Київського національного технічного університету ім.І.Сікорського «КПІ» та розкритих у науково-дослідницькій роботі «Підвищення зносостійкості сталей шляхом нанесення покриття», а саме:

- в процесі проведених порівняльних аналізів підтверджено зменшення лінійних розмірів крапельної фази, покращення однорідності напиленої поверхні від часу напилення, оптимальним є час 15 хвилин;
- залежність твердості, тріщиностійкості поверхонь інструментальних сталей Р6М5 напилених сплавом Ti-Zr-N від товщини нанесеного шару (5 мкм при часі напилення 15 хв):
- на підприємстві виконується вакуумно-конденсаційне напилення нітридом титану цирконію поверхонь інструментів: метчиків, сверدل, фрез за часу напилення 15 хвилин. При цьому термін роботи напилених інструментів збільшився в 2-3 рази.

Комісія підтверджує, що запроваджена удосконалена технологія вакуумно-конденсаційного напилення сприяє підвищенню зносостійкості поверхні напиленого виробу, а відтак зменшенню витрат на виготовлення зносостійких деталей, має тенденцію до заощадження матеріалів та енергозбереження.

Голова комісії

Члени комісії



[Handwritten signatures in blue ink]

Вимірювання рівня радіаційного фону житлового приміщення за допомогою дозиметра ДБГ-О1Н



Соловійов Віталій, учень 9-А класу
Березанського ЗЗСО І–ІІІ ступенів

Березанської селищної ради.

Керівник: *Михалко Наталія Миколаївна*,
учитель фізики.

Мета: дослідити рівень радіаційного фону житлового приміщення будинку в смт Березанка (вул. Степова) за допомогою дозиметра ДБГ-О1Н.

Методи дослідження: аналіз, спостереження, експеримент (радіаційно-дозиметричний контроль), обчислення, побудова графіка.

Перед початком експерименту була висунута *гіпотеза*: що радіаційний фон житлового будинку перевищує норму;

Радіаційному контролю підлягають приміщення, що розраховані на постійне перебування там людей (житлові кімнати, кухні, соціально-побутові приміщення, робочі кімнати у виробничих приміщеннях та інші).

Радіаційний контроль включає вимірювання поглиненої в повітрі дози гама-випромінювання та вмісту радону-222 і торію в повітрі приміщень.

У Березанському районі в лабораторному відділенні є прилад – дозиметр ДБГ-О1Н, який вимірює радіацію, пройшов державну перевірку і метрологічну атестацію в установленому порядку. Потужність поглиненої в повітрі дози зовнішнього гама-випромінювання вимірюється в (мін-тах значеннях) $\text{мкр} \cdot \text{год}^{-1}$. Допустимий рівень $-30 \text{ мкр} \cdot \text{год}^{-1}$. Вимірювання гама випромінювання в повітрі виконують на висоті 1 метр від підлоги, розраховується середня арифметична величина 3-5 вимірювань.

У житлових приміщеннях вимірювання проводяться при закритих вікнах, входних дверях і включеному опаленні, а у виробничих приміщеннях вимірювання проводяться у всіх

приміщеннях, де є постійні робочі місця.

Заходи щодо зниження вмісту ізотопів радону-222 в повітрі приміщень:

- герметизація щілин у підлозі та стінах;
- вентиляція повітря в підвалах та приміщеннях;
- оздоблення стін пластичними матеріалами, такими як поліамід, поліхлорвініл-хлорид, поліетилен, сучасними шпалерами зі штучним покриттям, шаром фарби на епоксидній основі або трьома шарами масляної фарби;
- постійне провітрювання не тільки житлових та виробничих приміщень, а також ванно-душових комплексів і кухонь, у яких використовується газове опалення.

У разі відсутності очікуваного ефекту ухвалюється рішення про скорочення тривалості знаходження людей в цих приміщеннях або перепрофілювання їх використання.

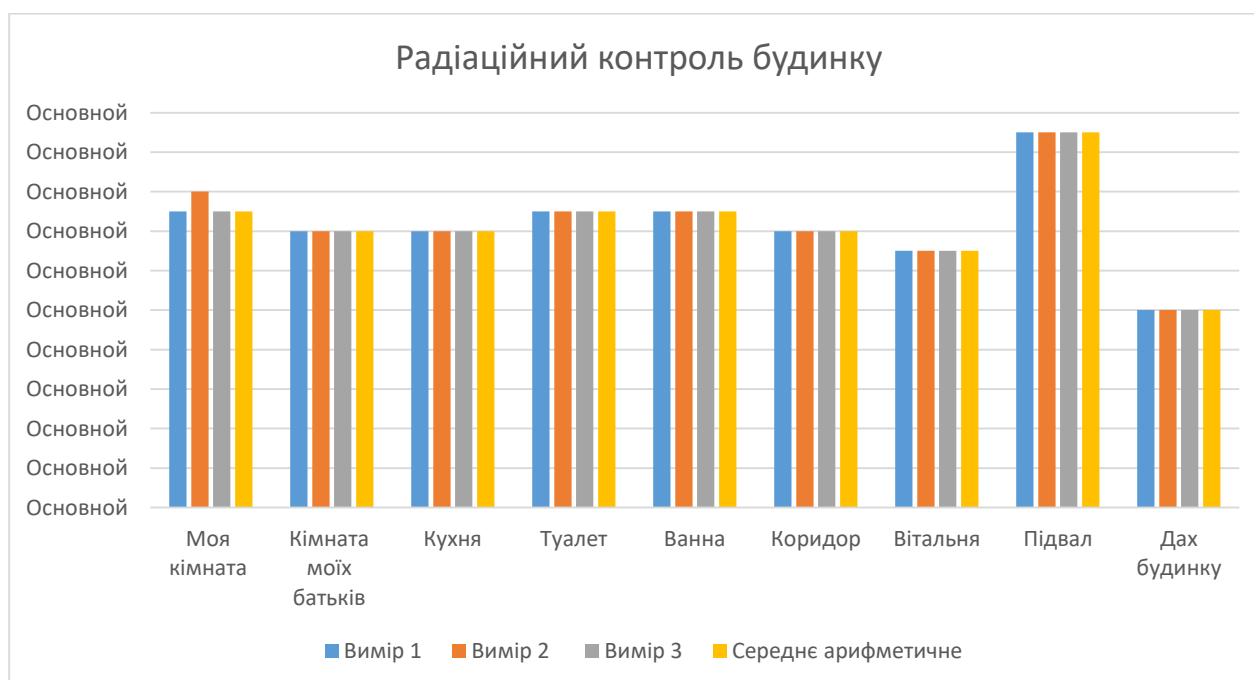
Радіаційний фон мого будинку (сmt. Березанка, вул. Степова):

- Моя кімната: $(0,15+0,16+0,15)/3=0,15$ мкр*год⁻¹
- Кімната моїх батьків: $(0,14+0,14+0,14)/3=0,14$ мкр*год⁻¹
- Кухня: $(0,14+0,14+0,14)/3=0,14$ мкр*год⁻¹
- Туалет: $(0,15+0,15+0,15)/3=0,15$ мкр*год⁻¹
- Ванна: $(0,15+0,15+0,15)/3=0,15$ мкр*год⁻¹
- Коридор: $(0,14+0,14+0,14)/3=0,14$ мкр*год⁻¹
- Вітальня: $(0,13+0,13+0,13)/3=0,13$ мкр*год⁻¹
- Підвал: $(0,19+0,19+0,19)/3=0,19$ мкр*год⁻¹
- Дах будинку: $(0,1+0,1+0,1)/3=0,1$ мкр*год⁻¹

Загальний радіаційний фон мого будинку:
 $(0,15+0,14+0,14+0,15+0,15+0,14+0,13+0,19+0,1)/9=0,143$ мкр*год⁻¹

	Вимір 1	Вимір 2	Вимір 3	Середнє арифметичне
Моя кімната	0,15	0,16	0,15	0,15
Кімната батьків	0,14	0,14	0,14	0,14
Кухня	0,14	0,14	0,14	0,14
Туалет	0,15	0,15	0,15	0,15
Ванна	0,15	0,15	0,15	0,15
Коридор	0,14	0,14	0,14	0,14

Вітальня	0,13	0,13	0,13	0,13
Підвал	0,19	0,19	0,19	0,19
Дах будинку	0,1	0,1	0,1	0,1



Висновок.

Було проведено дослідження фону радіаційного випромінювання в будинку смт. Березанка, вул. Степова. Під час дослідження я з'ясував, що загальний фон радіаційного випромінювання знаходиться на дозволеному рівні (середній показник $-0,143 \text{ мкр} \cdot \text{год}^{-1}$).

Дози випромінювання житлового приміщення мають природній та припустимий радіаційний фон. Істотною складовою природньої радіоактивності є продукт розпаду радію -226 та радій-222 (Радон). Основним джерелом надходження радону в житловий будинок є: водопровідна вода й побутовий газ, будівельні матеріали (щебінь, глина, шлаки, золошлаки), ґрунт під будівлями. Для профілактики наслідків радіаційного впливу рекомендується фітотерапія – виведення з організму радіонуклідів за допомогою спеціальних зборів трав, їхніх настоїв, відварів. З молочних продуктів краще вживати сир, вершки, сметану. Цибуля і часник мають підвищену здатність до поглинання з організму радіоактивних елементів. Рекомендується проводити загартування холодною водою, що підвищує імунітет і загальну опірність організму, зокрема до радіації.

Альтернативні джерела енергії. Магнітогідронамічний генератор

Трояненко Володимир, учень 9 класу

*Опорного навчального закладу
«Колосівська ЗОШ I-III ступенів
Веселинівської селищної ради».*

*Керівник: Дмитрієва Валентина Олександрівна,
учитель фізики та астрономії*

Вступ. Розробка нових альтернативних джерел енергії є актуальним завданням людства. На даний час розроблено деякі види альтернативної, на жаль частина яких розглянуто лише теоретично. Одним з таких видів є енергія, що отримується від електролізу, розташованого в магнітному полі.

У магнітогідродинамічному генераторі (МГД-генераторі) відбувається пряме перетворення механічної енергії рухомого середовища в електричну енергію. Рух таких середовищ описується магнітною гідродинамікою (МГД), що і дало найменування пристрою.

Принцип процесу дуже економічний із ККД до 60 %, оскільки виключаються всі механічні процеси, однак електроди, що знімають струм з високотемпературного газу, працюють в умовах аномально високих температур і, у ряді випадків – розплавляються. Це накладає сильне обмеження на їхнє тривале використання.

Перші МГД-генератори використовували в якості робочого тіла електропровідні рідини (електроліти). У даний час застосовують плазму, у якій носіями зарядів є в основному вільні електрони і позитивні іони. Під дією магнітного поля носії зарядів відхиляються від траєкторії, по якій газ рухався б у відсутність поля. При цьому в сильному магнітному полі може виникати поле Холла – електричне поле, утворене в результаті зіткнень і зсувів заряджених частинок у площині, перпендикулярній магнітному полю.

Робочим тілом МГД-генератора можуть служити такі середовища: електроліти, рідкі метали, плазма (іонізований газ).

Актуальність. Нагальна проблема сьогодення це перехід на використання альтернативних джерел енергії у зв'язку з нестачею та

обмеженістю традиційних видів джерел енергії, а також екологічний аспект їх використання. Наприклад, у Світовому Океані приховані колосальні запаси енергії. Поки що люди вміють використовувати лише незначні частки цієї енергії, та й то ціною великих капіталовкладень, так що така енергетика є малоперспективною. Однак Океан таїть в собі кілька різних видів енергії: енергію припливів і відливів, океанських течій, термальну енергію, та ін. Крім цього, морська вода – природний електроліт і містить в 1 л незліченну кількість різних іонів, наприклад, позитивних іонів натрію і негативних іонів хлору. Привабливою стає перспектива поставити такий пристрій в природний нескінченний потік природних морських течій і отримувати в результаті недорогої електроенергії з морської води і передавати її на берег. Одним з таких пристроїв може стати генератор, у якому використовується магнітогідродинамічний ефект.

1. Загальна інформація

1.1. Історія походження. Майкл Фарадей був першим, хто спробував створити МГД-генератор. Він висунув ідею використання рідкого провідника. Фарадей довів, що в рухомому провіднику, який знаходиться під дією магнітного поля, виникає електричний струм. Згодом він вирішив провести експеримент.

У 1832 році Фарадей з помічниками спустив з мосту Ватерлоо в воду річки Темза два мідні листи. Листи були підключені провідниками до гальванометра. Очікувалося, що води річки, що тече із заходу на схід, - рухомий провідник і магнітне поле Землі створять електричний струм, який зафіксується гальванометром. Дослід не вдался. Можлива причина невдачі це низька електропровідність води і мала величина напруженості магнітного поля Землі.

1.2 Принцип дії. МГД-генератор – енергетична установка, у якій енергія робочого тіла (рідкого або газоподібного електропровідного середовища), що рухається в магнітному полі, перетворюється безпосередньо в електричну енергію.

Пряме (безпосереднє) перетворення енергії складає головну особливість, що відрізняє його від генераторів електромашинних. Так само, як і в останніх, процес генерування електричного струму в заснований на явищі електромагнітної індукції, тобто на виникненні

струму в провіднику, що перетинає силові лінії магнітного поля.

Відмінність МГД-генератора в тому, що в ньому провідником є саме робоче тіло, у якому внаслідок руху впоперек магнітного поля виникають протилежно направлені потоки носіїв зарядів протилежних знаків.

1.3. Різновиди МГД-генераторів.

За конструкцією і способом з'єднання електродів:

- фарадєєвський. Електроди виконані суцільними або розділені на секції. Поділ на секції виконується для зменшення циркуляції струму уздовж каналу і через електроди (для зменшення ефекту Холла). У результаті носії заряду рухаються перпендикулярно осі каналу на електроди і в навантаження. Чим значніше ефект Холла, тим на більше число секцій необхідно розділити електроди, причому кожна пара електродів повинна мати своє навантаження, що вельми ускладнює конструкцію установки;
- холлівський. Електроди розташовані один проти одного і короткозамкнуті. Напруга знімається уздовж каналу за рахунок наявності поля Холла. Застосування таких МГД-генераторів найбільш вигідно при великих магнітних полях. За рахунок наявності подовжнього електричного поля, можна отримати значну напругу на виході генератора;
- серієсний. Електроди з'єднані діагонально.

За способом відведення електроенергії:

- кондукційні – генерують постійний або пульсуючий струм (залежно від величини зміни магнітного поля або швидкості руху робочого тіла). У робочому тілі, що протікає через поперечне магнітне поле, виникає електричний струм. Струм замикається на зовнішній ланцюг через знімні електроди, вмонтовані в бічні стінки каналу;
- індукційні – генерують змінний струм.

За джерелами тепла: реактивні двигуни, ядерні реактори, теплообмінні пристрої.

За типом робочого циклу:

- з відкритим циклом. Робоче тіло (продукти згоряння) змішується з присадками (лужними металами), проходить через робочу камеру МГД-генератора, очищається від присадок і викидається в атмосферу;

– із замкнутим циклом. Робоче тіло подається в теплообмінник (отримує теплову енергію, що виникла при спалюванні палива), надходить у робочу камеру МГД-генератора, проходить через компресор і, замикаючи цикл, повертається в теплообмінник.

За робочими тілами:

- продукти згорання викопних палив;
- інертні гази з присадками лужних металів (або їх солей);
- пари лужних металів;
- двофазні суміші пари і рідких лужних металів;
- рідкі метали і електроліти.

За формою каналів:

- лінійні (в кондукційних і індукційних генераторах);
- дискові і коаксіальні холлівських (в кондукційних генераторах);
- радіальні (в індукційних генераторах).

1.4. Недоліки

- Установка МГД-генератора повинна виготовлятися з дорогих жароміцних сплавів. Тому що температура всередині генератора дуже висока, а швидкість руху всередині нього гарячих газів становить 2000 м/с.
- МГД-генератор може виробляти тільки постійний струм, тому до нього доведеться додавати ефективний інвертор.
- Існує два види генераторів: з відкритим циклом і відкритим. В обох з них протікають процеси з хімічно активними речовинами.
- Електроди, які і виробляють електричний струм всередині МГД-генератора, швидко виходять з ладу через високу температуру.
- Всім відомо, що потужність установки прямопропорційна квадрату індукції магнітного поля. Тому для промислових зразків потрібні дуже великі магнітні системи. Вони в кілька тисяч разів могутніше, ніж лабораторні зразки.
- Якщо температура газу, що проходить через МГД генератор, падає нижче 2000 К, то в ньому практично не залишається вільних електронів. Тому такий газ використовувати для отримання електричного струму немає сенсу.
- В основному розроблялися МГД-генератори, що працюють на плазмі (іонізованому газі), а використання морської води не

застосовувалося, хоча саме морська вода і є відмінним електролітом. У ній укладено величезна кількість енергії, яку можна було б використовувати. Видно поки не знайшлися ті технології, які змогли б цю енергію отримати через МГД генератор.

1.5. Переваги

- Це величезна потужність при невеликих розмірах установки (доходить до декількох мегават).
- Повна відсутність обертових деталей, а отже, немає втрат на тертя.
- МГД генератор – об’ємна установка. Об’ємні процеси, які протікають в генераторі, зменшують наявність небажаних процесів поверхневого типу, наприклад, знижено забруднення, мінімум струмів витоків і так далі. По-друге, більше обсяг – більше потужність машини.
- З попереднього випливає, що чим більше МГД генератор, тим вище коефіцієнт корисної дії, тим менше шкідливих викидів з установки.
- Свого часу був досягнутий досить серйозний показник економії та ефективності, коли магнітогідродинамічний агрегат з’єднали з котельнею. Ефект виявився потрійним. Після спалювання газу або іншого енергоносія в топці котла, відпрацьовані гази (вони іонізовані) надходили в генератор, який виробляв електричний струм, далі гази надходили на парогенератор ТЕЦ, додатково нагріваючи воду або пар для опалення. Необхідно відзначити, що в ті часи коефіцієнт корисної дії такої комбінації становив 65 %, і це в порівнянні з традиційним ККД старих котелень 50 %.
- МГД-генератори є пересувними установками.

Отож на основі всього вище сказаного, я вважаю, що є перспективною використання МГД генераторів в різних сферах техніки.

2. Спостереження МГД ефекту

Для спостереження МГД ефекту було створено експериментальну установку схему якої зображено на рис. 1. Вона складається з двох мідних пластин, та двох магнітів, між ними

подається полум'я пальника.

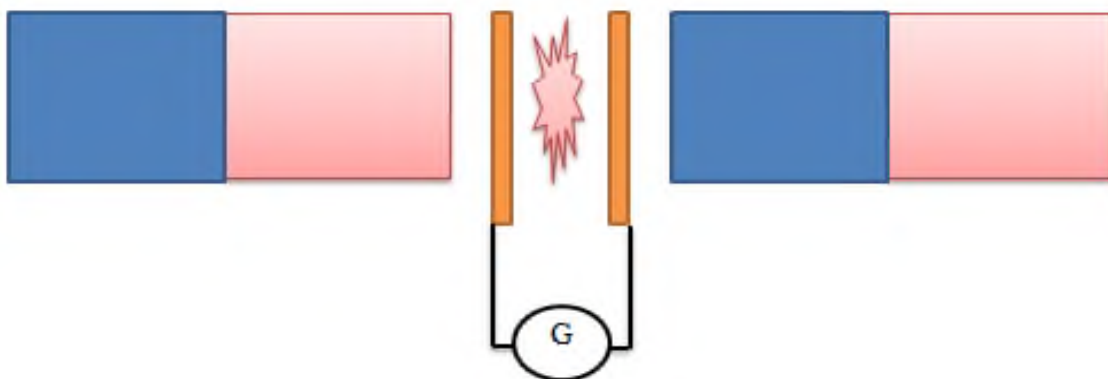


Рис.1. Схема експериментальної установки для дослідження МГД генератора.

Щоб створити магнітне поле в установці були використані два магніти розташовані як зображено на рисунку, з можливістю регулювання відстані між ними. Як електроди були використовуються дві мідні пластини. До клем, встановлених на електродах, приєднаний шкільний демонстраційний амперметр. Плазму створювала спиртівка. Пластинки були розведені приблизно на відстань 2 см. При введенні полум'я між електродами, було помічено створення струму приблизно 0,2 мА. Далі ці пластинки зводилися до відстані 1 см і струм збільшився до 0,4 мА. Тобто був помічений МГД-ефект. А також деякі факти впливу на нього.



В подальшому заплановано більше ретельне дослідження цього

ефекту, а також більш компактної установки.

Пропоную такі установки використовувати в техніці де відбуваються процеси переміщення плазми, наприклад котельні. А також в побуті наприклад печі та котли для опалення приміщень.

Такі системи можуть стати додатковим резервним джерелом енергії, для різних електронних пристроїв.

На мій погляд, пристрої на основі МГД ефекту мають стратегічне та перспективне значення і даремно є забутих. Але цей ефект потребує подальшого вивчення, що заплановано на майбутнє.

Висновок

Дослідження й розробки МГД генераторів широко розгорнуті в США, Японії, Нідерландах, Індії й інших країнах. Основна перевага МГД- генератора - відсутність у них вузлів, що рухаються, або деталей, безпосередньо що беруть участь у перетворенні теплової енергії в електричну. Це дозволяє суттєво збільшити початкову температуру робочого тіла й, отже, ККД усієї електростанції.

Результати виконання практичної частини доказує, що МГД-генератор є справжньою можливістю. А при більших масштабах будуть отримані більші результати.

Використані джерела

1. Тамоян Г.С Учебное пособие по курсу «Специальные электрические машины» — МГД-машины и устройства.
2. Каулинг Т. Магнитная гидродинамика. М.: Изд-во МИР, 1964. 80 с.
3. Касьян А. Напряжение плазменного смерча или просто — о МГД-генераторе // Двигатель, 2005, № 6
4. Магомедов А.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. — Махачкала: Издательско-полиграфическое объединение «Юпитер», 1996
5. http://vseslova.com.ua/word/Магнітогідродинамічний_генератор-60289u.
6. Володин В., Хазановская П. Энергия, век двадцать первый.— М.: Детская литература, 1989.— 142 с.

Залежність температури закипання води і часу кипіння від наявності домішок

Федорова Анастасія, учениця 11 класу

Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 3

Миколаївської міської ради.

Керівник: **Федорова Ольга Володимирівна**,
учитель фізики та математики, учитель-методист

Актуальність роботи. Вода є однією з найважливіших хімічних сполук для людства. Вона становить від 50–97 % ваги всіх рослин і тварин і близько 70 % ваги тіла людини. Усі хімічні реакції в організмі протікають тільки у водному середовищі. Вода – регулятор кліматичних умов на Землі, який стабілізує температуру на її поверхні, і учасник практично всіх технологічних процесів промислового і сільгоспвиробництва. Прийнято вважати, що точці кипіння води при нормальному атмосферному тиску відповідає температурі в 100°C. Але чи можна збільшити температуру кипіння води, бо найчастіше її використовують як охолоджувач або при гасінні пожежі, та додаткова кількість теплоти що виділяється під час кипіння зовсім зайва.

Виходячи з цього **метою роботи** є: дослідити залежність температури та часу кипіння води від наявності домішок.

Об'єкт дослідження: процес кипіння.

Предмет дослідження: мінеральна не газована, дистильована, фільтрована з водопроводу вода, сольовий та мильний розчини.

Для реалізації мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

1. Проаналізувати механізм кипіння рідини.
2. Визначити параметри від яких залежить температура та час кипіння водних розчинів.
3. Виконати вимірювання температури мінеральної не газованої, дистильованої, фільтрованої з водопроводу води, сольового та мильного розчинів за допомоги рідинного термометра та пірометра.
4. Зробити порівняльний аналіз температури кипіння та побудувати графіки залежності температури та часу кипіння від наявності домішок.

Розділ 1. Теоретичні основи фізичного процесу кипіння води

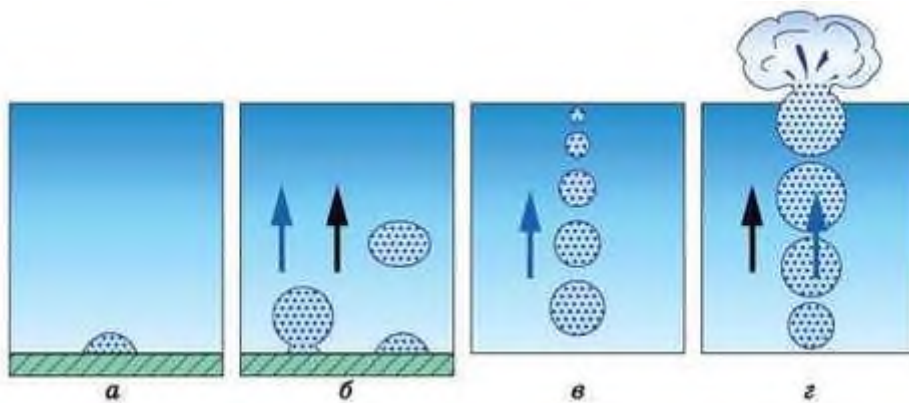
1.1. Процес кипіння

Найінтенсивніше випаровування відбувається, коли рідина кипить. Що ж являє собою процес кипіння? Вам, мабуть, неодноразово доводилося кип'ятити воду, чекаючи, поки вона закипить у чайнику. Відтворимо процес кип'ятіння так, щоб його можна було спостерігати. Наливаємо воду в прозору посудину і почнемо її нагрівати. На дні і стінках посудини після наповнення її водою можна помітити бульбашки повітря, що залишаються на нерівностях. Також у воді завжди є розчинене повітря, яке під час нагрівання теж утворює бульбашки. Кожна бульбашка — це закритий об'єм повітря, обмежений поверхнею води, з якої теж відбувається випаровування. Тому в бульбашках є і водяна пара.

Під час нагрівання спочатку прогрівається та частина води, яка контактує з дном посудини. Внаслідок нагрівання кількість молекул пари і відповідно тиск у бульбашках зростають, і вони збільшують свій об'єм (мал. 1а). Коли бульбашка стає досить великою, вона під дією сили Архімеда відривається від дна, стінок посудини і починає спливати до поверхні рідини (мал. 1б). На місці бульбашки, що відірвалася, залишається маленький пухирець, заповнений паром води, з якого знову починає рости бульбашка.

Уважно спостерігаючи за процесом нагрівання води, ви помітите, що, піднімаючись до поверхні, бульбашки знову зменшуються і навіть зникають (мал. 1в). Це пояснюється тим, що бульбашки містять пару й дуже небагато повітря.

У верхніх шарах ще деякий час температура води нижча, ніж біля дна. Тому пара в бульбашках, які спливають і потрапляють у холодніші шари рідини, конденсується. Збільшення, а потім зменшення бульбашок можна не лише побачити, а й почути: під час нагрівання вода «шумить». Нарешті уся рідина в посудині прогрілася. Внаслідок прогрівання води і підвищення температури кількість молекул, що вилітають з поверхні рідини, яка оточує бульбашки, збільшується і тиск у ній зростає. Об'єм бульбашок, що піднімаються, вже не зменшується, а дедалі збільшується, адже зі зменшенням глибини тиск у рідині зменшується. Коли тиск пари у бульбашці, що сплила до поверхні рідини, досягає атмосферного, вона лопається, викидаючи пару в навколишнє середовище (мал. 1г). «Шум» припиняється і починається «булькання» — вода закипіла.



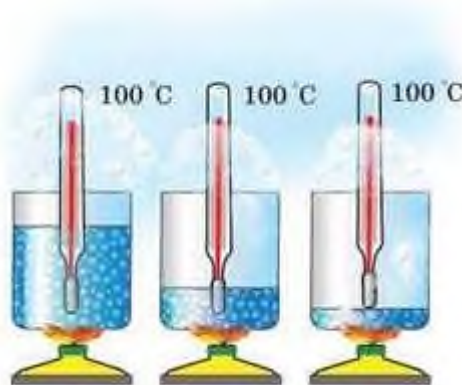
Мал.1

Процес кипіння – це процес інтенсивного випаровування рідини, який супроводжується утворенням пари не лише на її поверхні, а й у бульбашках всередині рідини.

Температура кипіння. Оскільки рідина закипає тоді, коли тиск пари у бульбашках досягає зовнішнього тиску, температура, за якої кипить рідина, залежить від значення тиску над її поверхнею. Як свідчать результати дослідів, за нормального атмосферного тиску ($101\,325\text{ Па} = 760\text{ мм рт. ст.}$) вода закипає, коли її температура в усьому об'ємі дорівнює 100°C .

Температуру, за якої рідина кипить, називають температурою кипіння або точкою кипіння.

Показання термометра, опущеного у киплячу воду, свідчать, що температура кипіння залишається незмінною доти, поки уся вода не перетвориться на пару (мал. 2).



Мал. 2

У разі, коли тиск, менший за нормальний атмосферний, наприклад високо в горах, вода закипає за нижчих температур. Тому альпіністам, які піднімаються на високі вершини, доводиться значно довше готувати собі страву. Вода закипатиме за температури, значно

нижчої ніж 100°C , якщо з колби, в яку налили дещо підігріту воду, відкачувати повітря за допомогою насоса. Зниження температури кипіння рідини за малих тисків широко використовують у цукроварінні, щоб цукрова маса не пригорала, а вода випаровувалася, а також у процесі виготовлення сухого молока та ін.

Із збільшенням зовнішнього тиску вода закипає за температури, вищої за 100°C . Це використовують для дезінфекції медичних інструментів, швидкого приготування різних страв у каstrулях-скороварках, для отримання пари, яка має високу температуру і тиск, у котлах парових турбін та ін.

Температура кипіння різних рідин залежить не лише від тиску над її поверхнею, а й від хімічного складу рідини.

1.2. Засоби вимірювання температури

Рідинні термометри здебільшого мають достатню точність,



прості в користуванні. Проте вони не дають змоги проводити дистанційні вимірювання, недовговічні, мають малий інтервал вимірювань тощо. Цих недоліків позбавлені електричні методи вимірювання температури. До приладів цієї групи належать термопари,

термометри опору (ТО) та напівпровідникові термометри опору (термістори). Перевагами їх слід вважати: можливість дистанційних вимірювань, використання вимірювальних приладів з простими шкалами, градуювання на практично довільні температурні інтервали, можливість автоматичної реєстрації за допомогою самописних приладів.

Термопара. В основу дії термопари покладено ефект Зеебека. Проста термопара являє собою замкнене коло з двох різних послідовно з'єднаних металів (термоелектродів). Як термоелектроди використовують чисті метали: платину, залізо, мідь, а також сплави.



Пірометр. Прилад для безконтактного вимірювання



температури непрозорих тіл за їхнім випроміненням в оптичному діапазоні спектра. Принцип дії полягає у вимірюванні значення амплітуди електромагнітного випромінювання тіла. Тепловий промінь, попадає на поверхню вимірювання, відбивається та попадає на первинний перетворювач, на виході котрого формується електричний сигнал прямопропорційний температурі.

Розділ 2. Експериментальне дослідження залежності температури кипіння води від наявності домішок

2.1. Вимірювання температури з допомогою рідинного термометра та пірометра

Вимірювання температури за допомогою рідинного термометра. Для проведення дослідження візьмемо мірну посудину, термометр рідинний, барометр, секундомір, кухонну сіль. Для створення розчину солі беремо фільтровану воду з водопроводу. Вимірювання проводимо в той же самий день, щоб умови проведення досліджень були однакові.

№	Розчин	Атмосферний тиск, кПа	Об'єм води, см ³	Початкова температура, °C	Температура кипіння, °C	Зміна температури, °C	Час зміни температур, с
1	Мінеральна не газована вода	99	100	20	92	72	600
2	Дистильована вода	99	100	19	98	79	536
3	Вода фільтрована з водопроводу	99	100	20	98	78	503
4	10% сольовий розчин	99	100	19	100	81	460

5	20% сольовий розчин	99	100	16	102	88	410
6	30% сольовий розчин	99	100	16	103	86	360
7	40% сольовий розчин	99	100	11	104	92	300
8	50% сольовий розчин	99	100	13	106	93	250
9	60% сольовий розчин	99	100	21	107	86	207

Вимірювання температури за допомогою пірометра. Для проведення дослідження візьмемо мірну посудину, пірометр, барометр, секундомір, кухонну сіль. Для створення розчину солі беремо фільтровану воду з водопроводу. Вимірювання проводимо в той же самий день, щоб умови проведення досліджень були однакові.

№	Розчин	Атмосферний тиск, кПа	Об'єм води, м ³	Початкова температура, °C	Температура кипіння, °C	Зміна температури, °C	Час зміни температури, с
1	Мінеральна негазована вода	99	100	20.8	92,6	71.2	600
2	Дистильована вода	99	100	19.7	98,2	78.3	536
3	Вода фільтрована з водопроводу	99	100	20.1	98,8	77.9	503
4	10% сольовий розчин	99	100	18.7	100,4	77	460
5	20% сольовий розчин	99	100	15.8	104.6	88.8	410
6	30% сольовий розчин	99	100	16.3	104.8	88.5	360
7	40% сольовий розчин	99	100	10.7	106.9	96.2	300
8	50% сольовий розчин	99	100	13.3	107,1	91.7	250
9	60% сольовий розчин	99	100	20.6	107.4	83.8	207

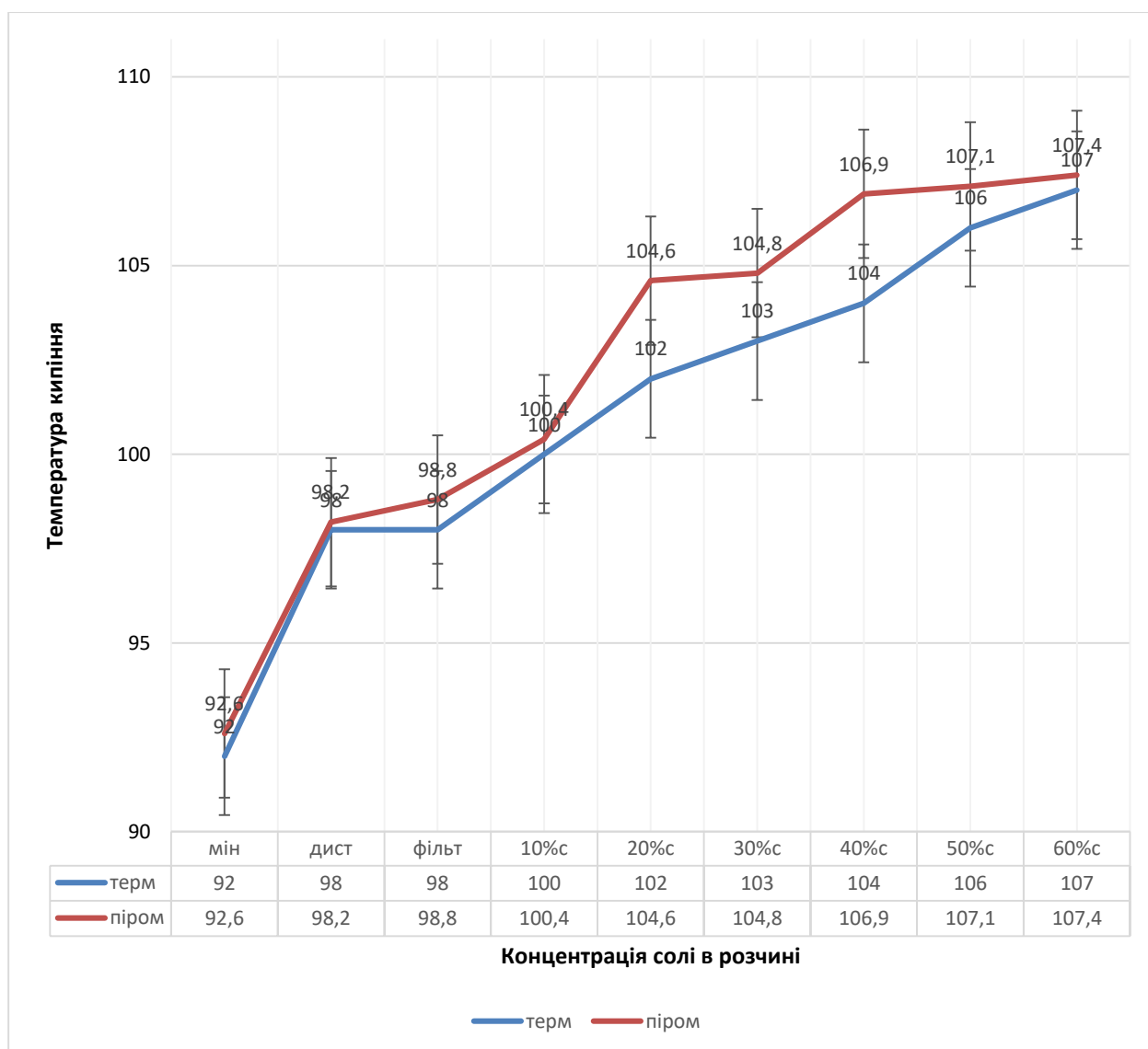


Рисунок 1. Графік залежності температури кипіння від концентрації солі в розчині

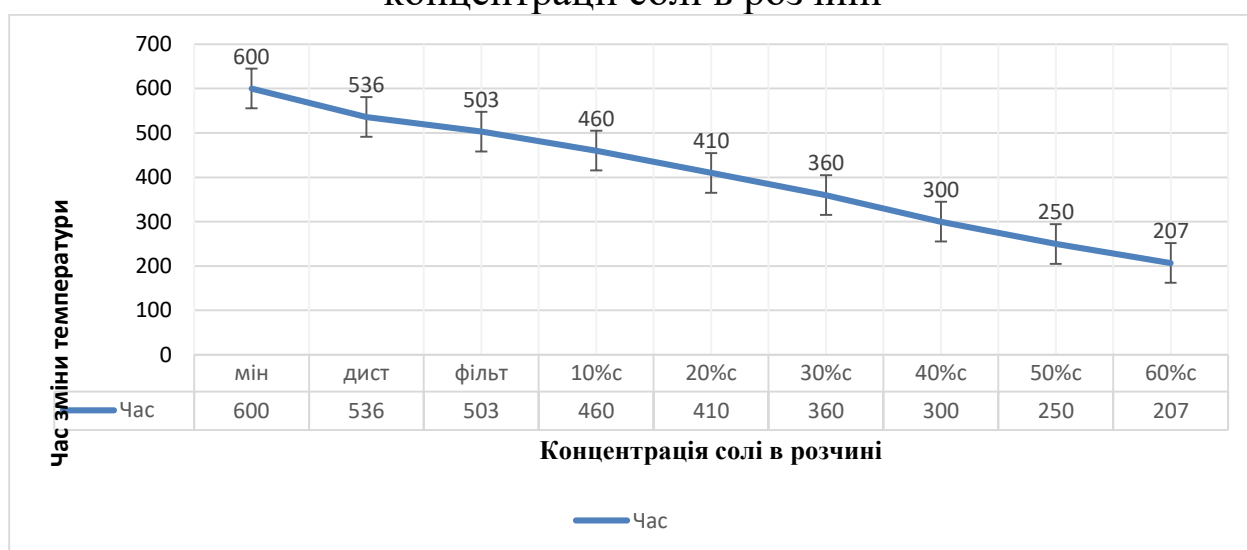


Рисунок 2. Графік залежності часу зміни температури від концентрації солі в розчині.

Із проведених дослідів ми можемо зробити висновок, що з

наявністю домішок температура кипіння води зростає, а час кипіння зменшується.

2.2. Кипіння дистильованої води

Дистильованої називається очищена вода без вмісту будь-яких домішок. Її часто застосовують у медичних або технічних цілях. З урахуванням того, що в такій воді немає ніяких домішок, не використовують для приготування їжі. Цікаво зауважити, що дистильована вода закипає швидше звичайної прісної, однак температура кипіння залишається такою ж – 980С. Втім, різниця з часу закипання буде мінімальною – лише декілька секунд.

2.3. Кипіння солоної води

Досить цікаво знати, при якій температурі кипить вода з підвищеним вмістом солі. Відомо, що вона повинна бути вище з-за вмісту в складі іонів Na^+ і Cl^- , що між молекулами води займають область. Цим хімічний склад води з сіллю відрізняється від звичайної прісної рідини. Справа в тому, що в солоній воді має місце реакція гідратації – процес приєднання молекул води до іонів солі. Зв'язок між молекулами прісної води слабше тих, які утворюються при гідратації, тому закипання рідини з розчищеною сіллю буде відбуватися довше. По мірі росту температури молекули у воді з вмістом солі рухаються швидше, але їх стає менше, з-за чого зіткнення між ними здійснюються рідше. В результаті пара утворюється менше, і його тиск з-за цього нижче, ніж напір пара прісної води. Отже, для повноцінного пароутворення потрібно більше енергії (температури). В середньому для закипання одного літра води з вмістом 60 грамів солі необхідно підняти градус кипіння води на 10% (тобто на 10^0 С).

2.4. Використання водних розчинів з високою температурою кипіння

Для забезпечення нормальної роботи двигуна автомобіля його необхідно охолоджувати. Під час роботи деталі двигуна (камера згоряння, циліндри, поршні, клапани та ін.) нагріваються, що призводить до посиленого нагаро- і лакоутворення, підвищеного зношування деталей, перевитрат палива та оливи, забруднення довілля. Для нормальної роботи двигуна температура його деталей

повинна підтримуватись на визначеному рівні. Система охолодження може бути повітряною і рідинною. В рідинній системі охолодження, яка більш розповсюджена порівняно з повітряною, температурний стан двигуна, його деталей підтримується на необхідному рівні шляхом примусової циркуляції рідини. При рідинній системі охолодження покращується наповнення циліндрів, зменшується шумність при роботі двигуна. Оскільки температура системи охолодження тісно пов'язана з корозійними процесами та іншими видами зношування двигуна, всі засоби швидкого пуску і розігрівання двигуна після його пуску, підтримання необхідного рівня температури зменшують зношування. Надійна робота системи охолодження залежить від правильного вибору і якості охолоджувальної рідини. Охолоджувальні рідини повинні відповідати таким вимогам: мати низьку температуру замерзання (застигання), високу температуру кипіння, високу теплоємність та теплопровідність; не утворювати накипу та інших відкладень в системі охолодження; не впливати на гумові та пластмасові вироби і не спричинювати корозії металів; мати високу температуру спалаху та самозапалювання для безпеки експлуатації та високі антипінні властивості; не бути токсичними і при експлуатації не утворювати сполук високої токсичності; забезпечувати малі витрати палив і олив; бути дешевими і мати достатню сировинну базу. Як охолоджувальні рідини можуть використовуватись вода, водяні розчини одно-, дво- та трьохатомних спиртів, гас, дизельне паливо та ін.

Вимірювання температури за допомогою рідинного термометра

№	Розчин	Атмос- ферний тиск, кПа	Об'єм води, м ³	Початкова температу- ра, °С	Темпера- тура кипіння, °С	Зміна темпе- ратури, °С	Час зміни темпера- тури, с
1	Мінеральна не газована вода	99	100	16	92	76	600
2	Дистильована вода	99	100	15	98	83	536
3	Вода фільтрована з водопроводу	99	100	18	98	80	503

4	10% мильний розчин	99	100	20	99	74	405
5	20% мильний розчин	99	100	17	100	81	376
6	30% мильний розчин	99	100	16	101	84	240
7	40% мильний розчин	99	100	17	102	83	180
8	50% мильний розчин	99	100	17	103	84	120

Вимірювання температури за допомогою пірометра

№	Розчин	Атмосферний тиск, кПа	Об'єм води, м ³	Початкова температура, °С	Температура кипіння, °С	Зміна температури, °С	Час зміни температури, с
1	Мінеральна не газована вода	99	100	16.1	92,3	76.2	600
2	Дистильована вода	99	100	15.7	98,4	82.7	536
3	Вода фільтрована з водопроводу	99	100	17.2	98,8	81.6	503
4	10% мильний розчин	99	100	16.6	99,3	76.7	405
5	20% мильний розчин	99	100	19.2	100,6	79.4	376
6	30% мильний розчин	99	100	18.0	101,6	78.6	240
7	40% мильний розчин	99	100	17.2	102,4	82	180
8	50% мильний розчин	99	100	17.3	103,6	82.4	120

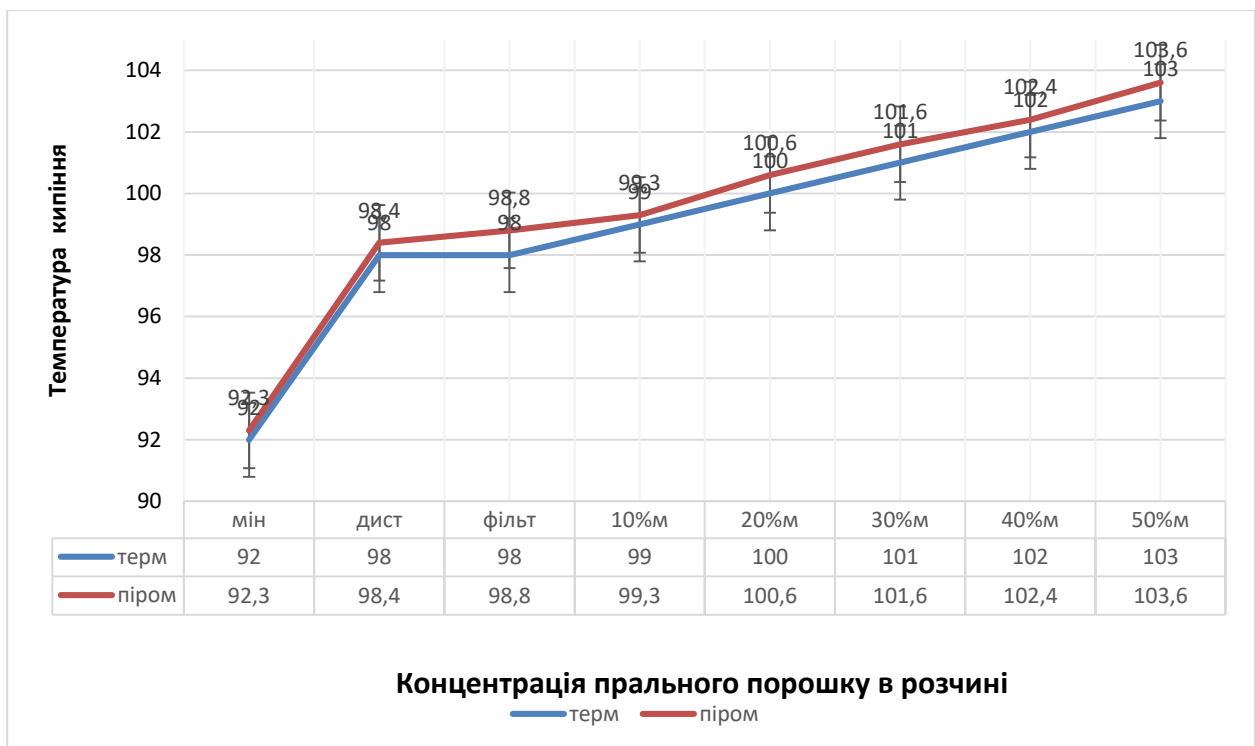


Рис. 3. Графік залежності температури кипіння від концентрації прального порошку в розчині

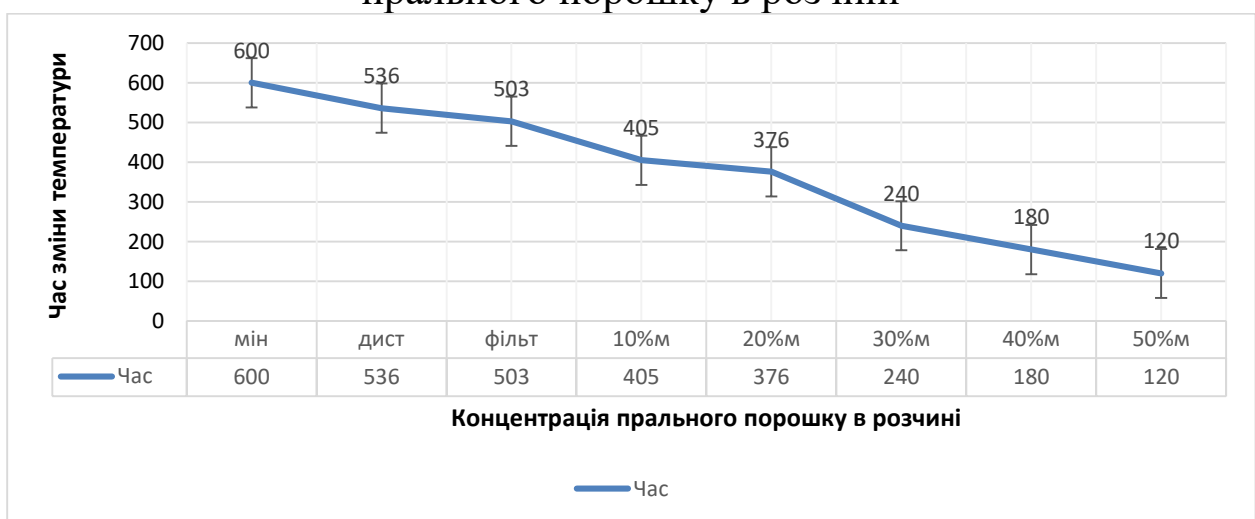


Рис. 2. Графік залежності часу зміни температури від концентрації прального порошку в розчині.

Висновки. Дослідження показали, що наявність домішок у воді солі або прального порошку, зі збільшенням концентрації, збільшує температуру кипіння води та зменшує час кипіння. Для швидкого приготування їжі потрібно підсолити воду. Температура кипіння буде вище і час закипання менший, отже страва приготується швидше. Зараз найчастіше зустрічається техніка приготування овочів al dente, готувати їх потрібно в 20-30 % сольовому розчині вони швидко приготуються, але лише верхній прошарок, а всередині

збережуть свою соковитість. Зараз стає більш популярна молекулярна кухня, де також важлива температура та швидкість кипіння рідини.

Вивчаючи, залежність температури кипіння мильного розчину, видно, що температура зростає при збільшенні концентрації мильного розчину (прального порошку), а час кипіння зменшується. В сучасних пральних машинах домогосподарки використовують функцію кип'ятіння і вважають, що зі збільшенням кількості прального порошку білизна буде якісніше випрана, але наше дослідження доводить зворотне, температура кипіння зростає і бруд прикипає (запаюється) на білизні. Білизна стає сірого кольору і скільки її не виварюй далі колір не посвітлішає, без застосування хімічних відбілювачів.

Ця тема потребує подальшого вивчення, бо як показує практика, значення температури та часу кипіння рідин дуже широко застосовуються в повсякденному житті та в різних професійних галузях.

Список використаної літератури

1. Речицький О.Н. Реакційна здатність органічних сполук та напрямок проходження деяких органічних реакцій. – Херсон: Видавництво ХДУ. – 2002. – 76 с.
2. Ривкин С. Л., Александров А. А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Справочник. – 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 80 с.
3. Скрипов В. П. Метастабильная жидкость. М.: Наука, 1972. – 312 с.
4. Яворський Б. М., Детлаф А. А., Лебедев А. К. Довідник з фізики для інженерів та студентів вищих навчальних закладів. – Т. : Навчальна книга – Богдан, 2007. – 1040 с.
5. Буляндра О. Ф. Технічна термодинаміка: Підручн. для студентів енерг. спец. вищ. навч. закладів. – К. : Техніка, 2001. – 320 с.
6. Теплофизические свойства жидкостей в метастабильном состоянии / В. П. Скрипов, Е. Н. Сеницын, П. А. Павлов и др. М.: Атомиздат, 1980. – 208 с.
7. Крокстон К. Физика жидкого состояния. – М.: Мир, 1978.
8. Завойко Б. М. Технічна механіка рідин і газів: основні теоретичні положення та задачі: навч. посібник / Б. М. Завойко, Н. П. Лещій ; наук. ред. В. М. Жук. – Львів: Новий світ-2000, 2004. – 120 с.
9. Константінов Ю. М. Технічна механіка рідини і газу/

Ю. М. Константинов, О. О. Гіжа – К.: Вища школа, 2002. – 277 с.

Парадокс напрямку старту ракети



Фидоренко Даніл, учень 10 класу
Очаківської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 4
Очаківської міської ради.
Керівник: *Череватенко Олег Дмитрович*,
учитель фізики, учитель-методист.

Її величність – сіль

Ютовець Анастасія, учениця 7 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 42
Миколаївської міської ради.
Керівник: *Мостова Наталя Вікторівна*,
учитель фізики, учитель-методист.

Вступ

Днями дружина прем'єр-міністра Ізраїлю Беньяміна Нетаньягу Сара під час візиту до Києва кинула на землю шматочок короваю, з яким її зустрічали біля літака. Багатьох українців обурило такий її вчинок. Адже здавна хліб для українців – святе!

А звідки загалом походить традиція зустрічати гостей хлібом і чому при цьому також використовують сіль? В українців гість вважався посланцем Бога, тому мандрівника, загалом людину, яка переступила поріг дому, пригощали найдорожчим. А власне хліб і сіль – це здавна і є найдорожче для українців. Хліборобство – трудомісткий процес, пов'язаний із великими витратами енергії та часу. Важко було здобути й сіль. Чумаки везли її здалеку, вона була дуже дорогою. Як казав Піфагор: «Сіль була народжена найшляхетнішими батьками: сонцем і морем...» Сьогодні солі вдосталь, тому більшість з нас не задумується про її важливість. Свою роботу я присвячую солі.

Мета: дослідити властивості солі, її корисний та шкідливий

вплив на організм людини.

ЩО ТАКЕ СІЛЬ?

Інша назва солі – хлорид натрію (NaCl). Тобто вона складається з хімічних елементів натрію і хлору. Деякі сорти солі можуть містити невелику кількість йонів кальцію, калію, заліза і цинку. Також в кухонну сіль часто додають йод. Мінерали солі діють як важливі електроліти в організмі. Вони допомагають підтримувати м'язову функцію, водний баланс та передавати нервові імпульси.

Більшість продуктів містять сіль. Її також часто додають для поліпшення смаку. Історично сіль використовували для збереження їжі. Велика кількість приправи може запобігти розмноженню бактерій.

Сіль збирають двома основними способами: з соляних шахт і випаровуванням морської або багатої на мінерали води.

ЯК СІЛЬ ВПЛИВАЄ НА ЗДОРОВ'Я СЕРЦЯ?

Органи охорони здоров'я протягом десятиліть говорять, що ми повинні споживати не більше 2300 мг натрію в день, бажано менше. Це приблизно одна чайна ложка або 6 г солі. Вчені стверджують, що вживання занадто великої кількості солі підвищує кров'яний тиск, тим самим збільшуючи ризик серцевих захворювань та інсульту. Проте, є сумніви щодо справжніх переваг обмеження натрію.

Зменшення споживання солі справді може знизити кров'яний тиск, особливо у людей з гіпертонією через чутливість до солі. Але для здорових людей зниження не відіграє великої ролі.

Дослідження 2013 року показало, що для людей з нормальним артеріальним тиском обмежене споживання солі знижувало систолічний артеріальний тиск всього на 2,42 мм.рт.ст. і діастолічний артеріальний тиск всього на 1,00 мм.рт.ст.

Більш того, деякі оглядові дослідження не знайшли доказів того, що зменшення продукту в раціоні знижує ризик серцевих нападів, інсультів або інших серцево-судинних захворювань.

ЗАМАЛО СОЛІ? МОЖЕТЕ СОБІ НАШКОДИТИ

Дієта з низьким вмістом солі може бути дуже шкідливою. Ось деякі із негативних наслідків для здоров'я.

Раціон з низьким вмістом солі негативно позначається на роботі нервів. Як наслідок, можуть виникати судомні напади, дезорієнтація і навіть кома. При цьому може бути зниження контролю над м'язами.

Це супроводжується набряками, хворобливими спазмами і навіть м'язовою слабкістю. Натрій або сіль натрію критично важливі для збереження електролітного балансу в організмі. Зменшення прийому солі може привести до розладу під назвою гіпонатріємія, що супроводжується нудотою, втомою, втратою апетиту, блювотою і судомами. Дефіцит солі сприяє збільшенню показників «поганого» холестерину майже на 4,6 %. Тригліцериди або відкладення жиру в крові збільшують ризик серцево-судинних захворювань.

Набряк мозку є найнебезпечнішим побічним ефектом низького рівня солі в організмі. Він може бути також наслідком розірваних кровоносних судин, викликають крововиливу в мозок.

У ЯКИХ ПРОДУКТАХ Є БАГАТО СОЛІ / НАТРІЮ?

Більшість солі у сучасному харчуванні ми отримуємо з ресторанної їжі та запакованих оброблених продуктів.

Наприклад, за оцінками, близько 75 % солі через харчування американці отримують з обробленої їжі. Решту, лише 25 % солі, вони отримують природно через продукти, додають впродовж приготування страв чи солять їжу під час споживання.

Солені перекуси, консервовані супи і супи швидкого приготування, оброблене м'ясо, мариновані продукти та соєвий соус. Ось приклади продуктів, де багато солі. До речі, є деякі продукти, де є багато солі, але ми думаємо, що там її немає або майже немає. Наприклад, хліб, домашній сир чи деякі пластівці на сніданок (уважно читайте склад).

ТО ТРЕБА СПОЖИВАТИ МЕНШЕ СОЛІ ЧИ НІ?

При деяких станах нам треба обмежити себе у солі. Якщо вам радить так зробити ваш лікар, точно його послухайте. Хоча якщо ви цілком здорові і здебільшого їсте цільнозернові продукти і страви з одного інгредієнта, тоді, ймовірно, вам нема про що переживати. Можете додавати сіль при готуванні страв чи класти на стіл, щоб при бажанні підсилити смак.

Але якщо ви споживаєте багато солі, знайте, що це може вам нашкодити. Але якщо її зовсім мізерна кількість у вашому раціоні або ви відмовилися від солі, це теж може бути шкідливо для здоров'я.

І, як це часто буває в харчуванні, оптимальна кількість солі, яку можна додавати у їжу, буде десь між двома крайностями.

ЯК ЛІКУВАТИСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СОЛІ?

Лікування сіллю, між тим, застосовувалося з найдавніших часів у лікуванні таких хвороб як суглобовий ревматизм, холецистит, хронічний апендицит, нефрит, ревмокардит, запальні процеси в легенях, остеомієліт, абсцеси, головні болі, нежить і ще безліч інших хвороб, при яких лікування сіллю викликало оздоровлення.

Під час Другої Світової війни деякі хірурги успішно застосовували при лікуванні поранених гіпертонічний розчин кухонної солі. На велику поверхню забрудненої рани накладали пухку, рясно змочену сольовим розчином велику серветку. Через 3 – 4 дні рана ставала чистою, рожевою, температура опускалася до нормальної, після чого вже накладався гіпс.

А тепер кілька правил застосування пов'язок для лікування сіллю.

Щоб кухонна сіль стала у водному розчині активним сорбентом, її концентрація повинна бути строго від 8 до 10 відсотків. Тільки тоді вона витягує з хворих органів всю «погань». Але лікувальний ефект буде лише в тому випадку, якщо тканина, використовувана для пов'язки, буде повітропроникною.

- Слід рясно змочити пов'язку в сольовому розчині, злегка віджати і потім прикладати до хворого органу. Тримати пов'язку слід від 10 до 15 годин.

- Сольова пов'язка діє тільки на хворий орган або на певну ділянку тіла. У міру поглинання рідини з підшкірного шару в нього починає підніматися тканинна рідина з глибших шарів, при цьому тягнучи за собою всі хвороботворні віруси, мікроби і органічні речовини. Відповідно під впливом сольової пов'язки відбувається оновлення рідини в тканинах хворого організму, очищення від патогенного фактору і ліквідація патологічного процесу.

- Лікувальний ефект сольової пов'язки діє поступово і результат досягається за 7 – 10 днів, а іноді й довше.

- Наприклад, при головних болях і нежиті пов'язку накладають навколо голови (через лоб і потилицю) на ніч. Зазвичай нежить проходить через годину – дві, а головний біль – до ранку. Також пов'язку накладають при перших ознаках будь-яких простудних захворюваннях. Якщо час упущений і інфекція проникла в глотку і бронхи, то пов'язки роблять відразу і на голову, і на шию, і на спину на всю ніч. Вилікування приходить через 4 – 5 процедур без

наслідків для організму.

Експериментальна частина

Дослід 1.

Наберемо в банку воду і розчинимо в ній сіль. Нагріємо розчин на водяній бані. Шерстяну нитку опустимо в охолоджений розчин. Банку накриємо паперовою серветкою. Через кілька днів на нитці появляться кристали солі.



Висновок: Кристали солі отримали під час процесу кристалізації із насиченого розчину.

Процес кристалізації відбувається і при випарюванні розчину. Якщо насичений при високій температурі розчин охолодити, то з нього буде виділятися надлишок розчиненої речовини у вигляді кристалів.

Отже, шкідливою є не сама сіль, а її надлишок. Якщо в сечі людина міститься надто багато солей, відбувається процес кристалізації та утворення сечового каменю, унаслідок цього розвивається сечокам'яна хвороба.

Дослід 2.

Опустити яйце в склянку з простою водою. Воно утонуло, лежить на дні, але якщо досипати солі, то яйце спливе вгору.

Висновок: Цим експериментом ми показуємо, що ми можемо змінити густину води, і яйце, густина якого менше густини розчину солі, спливає на поверхню.

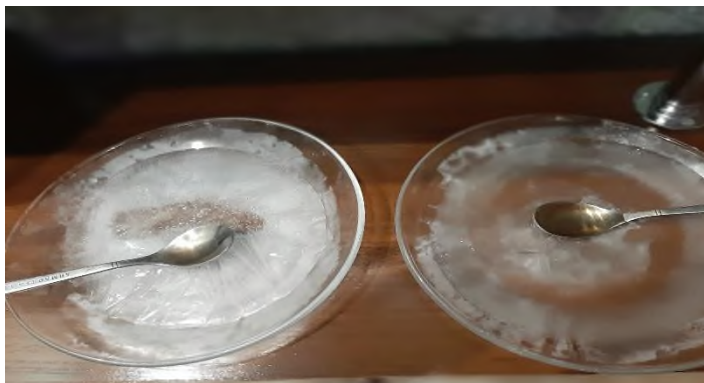


Дослід 3.

Візьмемо 2 посудини. Одну заповнимо прісною водою, іншу розчином солі. Поставимо воду в морозильну камеру. Через 2 години прісна вода замерзне на лід. Солоня вода стане схожа на льодяну кашу.

Висновок: Температура кристалізації соляної води набагато нижча, ніж прісної.

Тому коли ми ставимо посуд із водою в морозильну камеру, через певний час основна частина води замерзне, а в центрі залишиться рідина. Саме ця вода, насичена сіллю, воду треба злити, а лід розморозити та вживати.



Дослід 4.

Наливаємо в склянку води. Додаємо в неї столову ложку кухонної солі. Починаємо розмішувати і бачимо, що кристали солі поступово зникають. На смак вода стала солоною.

Висновок: Сіль добре розчиняється у воді.



Дослід 5.

Капнемо на скельці декілька крапель солоного розчину і нагріємо над спиртівкою. Після випарювання на скельці залишився білий осад. Це сіль.

Висновок: Сіль утворюється в результаті випарювання солоного розчину.

Ось чому що перше знайомство людини з сіллю, найбільш імовірно, відбулося на узбережжі теплих морів.

ВИСНОВОК

На Русі їдку, сатиричну мову називали «солоне слово». Про капость, влаштовану ким-то, кажуть: «Насолив такого-то». Її сипали на рани для очищення (з давніх пір відомі її антисептичні властивості). Звідси пішли прислів'я та приказки про сіль на рани.

Про гостинних людей казали «хлібосольні люди», «хлібосольний край». Може, тому і є такі прислів'я про сіль:

Стара хліб-сіль не забувається.

Хліб-сіль їж, а правду ріж.

Про бідну сім'ю говорили: «Сльозами хліб солять». Це означало відсутність грошей. Про багату: «Добре живуть, хліб-сіль жують». Цікаво, але вважалося, що закохана кухарка обов'язково пересолить їжу.

На столі солена їжа з'явилася – кухарка, знати, міцно закохалася.

Закоханому кухареві все здається прісним.

Щоб пізнати людину, має пройти якийсь час. У таких випадках говорять, що з ним «потрібно з'їсти пуд солі». Це вважається запорукою міцної дружби. На Сході існує поняття «угода солі». При його укладенні сторони разом приймали їжу в знак того, що будуть свято дотримуватись умов угоди. Хоча цієї речовини на землі достатньо для всіх, тим не менш велися «соляні війни». У Стародавньому Китаї дорожче неї було тільки золото. У Римі воїни отримували «соляріум» - грошове забезпечення на посол їжі. У деяких країнах це слово стало родинним висловом «заробітна плата». Коли в селянській родині хтось з сидячих за столом розсипав сільничку, він тут же отримував ложкою в лоб від батька сімейства. Звідси і приказка про сіль: «Недосіл на столі, пересіл на голові». За неекономне її витрачання могли покарати. Цікаво, що в багатьох мовах є такі прислів'я. Про сіль існує багато висловів, символізують мудрість.

Працьовитість, самовідданість і знання знайшли відображення в таких висловах:

Сіль землі в поті орача, крові воїнів і сльози вдів.

Наші хлопці міцної замісу та крутого засолу.

Сіль життя виступає на сивині людей похилого віку.

Прислів'я про сіль відображають як цінність її в житті людини, так і цінність проникливості, життєвого досвіду, які вона символізує.

Номінація «Астрономія» «Український космос» живий

Воткаленко Катерина, учениця 11 класу
Павлівського навчально виховного комплексу
«ЗНЗ I-III ступенів – дошкільний навчальний заклад»
Снігурівської районної ради
Керівник: **Свідерко Анна Василівна**,
учитель фізики.

Вступ. Енергетична ситуація в країні

***У мене є всі підстави стверджувати, що Україна є
космічною державою.***

Леонід Каденюк

Україна – космічна держава. Більше того – одна з провідних космічних держав світу. Цей факт може здатися дивним нашим співвітчизникам, які звикли скаржитися на ситуацію в країні. Однак із часів розпаду Радянського Союзу Україна не тільки не випала з «космічного клубу», а й зуміла зайняти в ньому свою значну нішу. Космосом в Україні займаються 38 акціонерних об'єднань, державних підприємств, установ, організацій. Об'єднує їх Державне (раніше – Національне) космічне агентство України, відповідальне за космічну галузь як таку.

За даними Державного космічного агентства України, на нашу промисловість припадає щороку від 9 % до 11 % усіх ракетних запусків у світі. Тим більше, що Україна бере участь в розробці розгінних блоків для вантажних ракет у проектах НАСА та Європейського Союзу і будує для них блоки ракет. Усього з 1991 року було здійснено 123 пуски ракет-носіїв українського виробництва з 4-х космодромів світу і виведено на орбіту 234 космічних апаратів на замовлення 18 країн.

Після розпаду Радянського Союзу Україна успадкувала близько 27 % наукового, виробничого та кадрового потенціалу однієї з провідних космічних держав світу. Україна має достатній науковий потенціал для дослідження космічного простору, створення ракетно-космічної техніки, нових високих технологій. У країні є потужна промислова база для забезпечення цієї діяльності. Це найбільші заводи («Південмаш», «Комунар», «Київприлад», Київський

радіозавод, Павлоградський хімзавод, «Арсенал»), конструкторські бюро (КБ «Південне», АТ «Хартрон»), низка інститутів.

Розділ 1. Стратегія розвитку космічної діяльності України

Україна завжди славилася виробництвом надійних ракет-носіїв, космічних апаратів дистанційного зондування Землі, систем управління для ракет-носіїв, стикувальних вузлів «Курс» для забезпечення стикування космічних кораблів з космічними станціями, у тому числі і до нині діючої МКС. В даний час розробляється стратегія розвитку космічної діяльності України до 2032 року.

Найближчі проекти, що знаходяться в стадії реалізації:

- створення стартового комплексу для нової РН «Циклон-4» на бразильському космодромі «Алкантара»;
- створення спільно з США ракети-носія «Таурус-2»;
- участь у створенні європейського носія «Вега»;
- запуск супутника дистанційного зондування Землі «Січ-2»;
- створення супутника зв'язку «Либідь»;
- робота над наносупутником (спільно з Японією);
- політ українського космонавта-дослідника на МКС.

Канадсько-американський підприємець, інженер та винахідник Ілон Маск визнав продукт українського космічного машинобудування одним із найбільш якісних у світі. Про це повідомляє офіційний сайт Національного промислового порталу. На питання журналістки CNN у ході бліц-інтерв'ю «Яку ракету він вважає найкращою», Ілон Маск, окрім апаратів власного виробництва, згадав українську ракету-носієй «Зеніт». Її виробляють на дніпровському заводі «Південмаш». «Найкраща ракета, після моєї, це «Зеніт», – сказав засновник компаній SpaceX, PayPal та Tesla Inc.

Наша держава має повну інфраструктуру для існування замкнутого циклу виробництва ракет. Але виробничі цехи працюють менше ніж на половину можливої потужності. То чи є шанси в Україні стати конкурентоздатним гравцем на космічному ринку?

Розділ 2. Чи є шанси в Україні стати конкурентоздатним гравцем на космічному ринку?

2.1. Проблеми українських космічних програм

Запуск ракет із української території неможливий, адже це

потребує цілого космодрому. Космодром займає велику площу. До того ж, необхідне поселення працівників недалеко від центру запуску. Україна є густонаселеною державою без великих пустель і океанів, оточена з усіх сторін країнами з такими ж умовами.

Не буде в Україні і власного космодрому, про плани на який раніше заявляли в Космічному агентстві. Говорив про це і гендиректор КБ «Південне» на прес-конференції з нагоди 70-річчя бюро. Як потенційні місця розміщення комплексу в Україні розглядали Херсонську область та узбережжі Бузького і Дніпровського лиманів.

Україна перемкнулася на співпрацю з західним світом. Тим паче



про космічні проекти нашої держави там добре знали і все частіше зверталися до нас за допомогою. Так українські підприємства співпрацюють з американською Orbital ATK — виробництво паливних систем для РН «Антарес», а також європейськими AVIO — двигун РН «Вега».

Головний ворог українських космічних програм – повальна корупція. Із 2003 по 2015 рр. Україна витратила 4 млрд. грн. навіть не переправивши ракету на космодром.

Становище української космічної промисловості знаходиться в невизначеному стані. Авторитет, що завойовувався роками, легко

нівелюється затяжними бюрократичними процесами, корупційними схемами, судовими процесами. Тому, найкращим варіантом розвитку підприємства є перспектива стати частиною закордонного виробника. Для цього необхідно провести корпоратизацію підприємств космічної промисловості і створити на їх основі державну холдингову компанію. Це дозволить почати предметний пошук інвестора.

На український бюджет космічний кластер не розраховує: як можливих замовників розглядає Microsoft і найбільші світові космічні корпорації.

Справа в грошах. Або у їхній відсутності.

Не допускаючи приватні компанії до створення супутників дистанційного зондування, ні до ракетно-космічних технологій (на які зберігається монополія – нещодавно Рада відхилила законопроект, що пропонував закріпити її скасування на законодавчому рівні), держава й сама не фінансує українську космічну галузь.

«Зважаючи на те, що підприємства космічної галузі щорічно сплачують до бюджету країни близько 600-800 млн. грн. у вигляді податків, космічна програма з бюджету не фінансується вже два роки. Торік на фінансування галузі необхідно було виділити 889 млн грн, але реально дали 89 млн грн. Держава повинна розуміти – ракетно-космічна галузь має величезну стратегічну важливість для країни, це не лише імідж країни, але й розвиток високих технологій, участь у престижних міжнародних проектах. На один долар вкладення в космічну галузь припадає 12-14 доларів прибутку», – нарікає радник голови Державного космічного агентства України Едуард Кузнецов.

2.2. Дніпровські ракети на «просторах Всесвіту»

КБ «Південне» ім. М. К. Янгеля» – єдина компанія у світі, якій належать три сімейства (п'ять типів) ракет-носіїв космічних апаратів, що є в експлуатації у даний момент. В активі конструкторського бюро велика кількість успішних розробок, багато з яких стали досягненнями світового рівня. До них можна зарахувати, наприклад, створення екологічно чистого ракетно-космічного комплексу «Зеніт», який характеризується високою надійністю, повною автоматизацією підготовки і пуску ракети-носія (РН), високою точністю виведення космічних апаратів на орбіти, що

особливо важливо при зростанні кількості запусків в міжнародних космічних програмах. КБ Південне впроваджує композитні технології у ракетобудуванні.

Створення конкурентоспроможної ракетно-космічної техніки сьогодні вимагає нових матеріалознавчих і конструкторських рішень, освоєння нових перспективних технологій, а також сучасної виробничої бази. Із цією метою у 2015 році у КБ «Південне» розпочато організацію дослідного виробництва – саме тоді у рамках комерційних контрактів КБ почало купувати та освоювати нове обладнання. Зараз можна казати про новий етап цього процесу: на підприємстві створено цілий комплекс, який ще розширюватиметься, але вже зараз тут впроваджуються новітні технології створення вузлів та деталей ракетно-космічної техніки з полімерних композиційних матеріалів (ПКМ), які дозволяють зменшити масу конструкції і при цьому поліпшити її механічні характеристики. У складі комплексу – сучасне високотехнологічне обладнання.

Те ж стосується розміростабільних трубчастих елементів, які використовуються для складання космічних апаратів. Тепер їх виготовляють методом спіральної намотки високоміцного вуглецевого волокна.

Також «КБ «Південне» освоює виробництво нових перспективних виробів – паливних баків, призначених для зберігання кріогенних компонентів палива в температурному діапазоні від -196 до +100°C.

Наступні зусилля були спрямовані на розробку конструкцій кріогенних паливних безлейнерних баків з метою їх вагового вдосконалення та забезпечення герметичності конструкції в цілому. Бак був продемонстрований на міжнародній виставці в Китаї (листопад 2018 р.).

2 березня 2019 року о 3 годині 50 хвилин за київським часом (21 березня о 22 годині 50 хвилин за місцевим часом) з космодрому Куру у Французькій Гвіані відбувся успішний пуск ракети-носія легкого класу Vega з італійським супутником дистанційного зондування Землі PRISMA.

Ракету-носій Vega розробило Європейське космічне агентство (ESA) разом з Італійським космічним агентством (ASI) для доставляння на низьку навколоземну орбіту вантажів масою від 300 до 1500 кілограмів (залежно від параметрів орбіти).



Для верхнього (четвертого) ступеня цієї ракети конструкторське бюро «Південне» розробило, а Південмаш виготовив маршовий двигун РД-843.

Успішному запуску космічного апарата сприяла у тому числі і надійна робота українського двигуна РД-843, який згідно із програмою польоту спрацював три рази.

PRISMA – малий супутник італійського космічного агентства, який використовуватиметься для спостереження Землі. Основне завдання апарата – продемонструвати роботу нового потужного електрооптичного інструменту, який містить гіперспектральний прилад і чорно-білу камеру. Гіперспектральний прилад проводитиме спостереження у 239 спектральних діапазонах: від видимого і близького інфрачервоного (VNIR) до короткохвильового інфрачервоного (SWIR). PRISMA допоможе в моніторингу сільськогосподарських і водних ресурсів, екологічної обстановки.

У космічній ракеті РН «Циклон-4М» (на відміну від всіх інших ракет цієї серії) КБ «Південне» вперше застосувало екологічно чистий перший ступінь від мирної ракети РН «Зеніт», у якій паливом служить гас, а окиснювачем – рідкий кисень. Тому найважча ступінь в РН «Циклон-4М» буде екологічно чистішою. Крім того, вона набагато безпечніша, ніж, скажімо, ядерні ракети.



РКК «Циклон-4М» – це орієнтованість на виведення корисного навантаження на низькі навколоземні орбіти (включно з сонячно-синхронними, та у разі потреби – виведення на орбіту Міжнародної космічної станції); можливість запуску як одного, так і кількох

космічних апаратів для розгортання їх угруповань; нова двоступенева конструкція ракети, в основу якої покладено елементи та рішення з високим рівнем відпрацювання; можливість виготовлення ракет-носіїв виключно силами підприємств української кооперації.

Для запуску цього новітнього ракетно-космічного комплексу у провінції Нова Шотландія (Канада) почали будувати космодром вартістю 148 мільйонів доларів. Підготувати до пуску ракет його планують уже в 2020 році. З 2022 року запускатиметься до 8 таких ракет на рік.

РН «Циклон-4» планували пускати на геостаціонарну орбіту з екватора і супутник повинен був пролітати по екватору, обертаючись одночасно із Землею. Із Землі тоді здаватиметься, що супутник висить в одній точці, тому треба мало супутників, що дешевше і ефективніше, на відміну від інших орбіт. Але ця орбіта не дістає до країн, які є в північних і південних широтах.

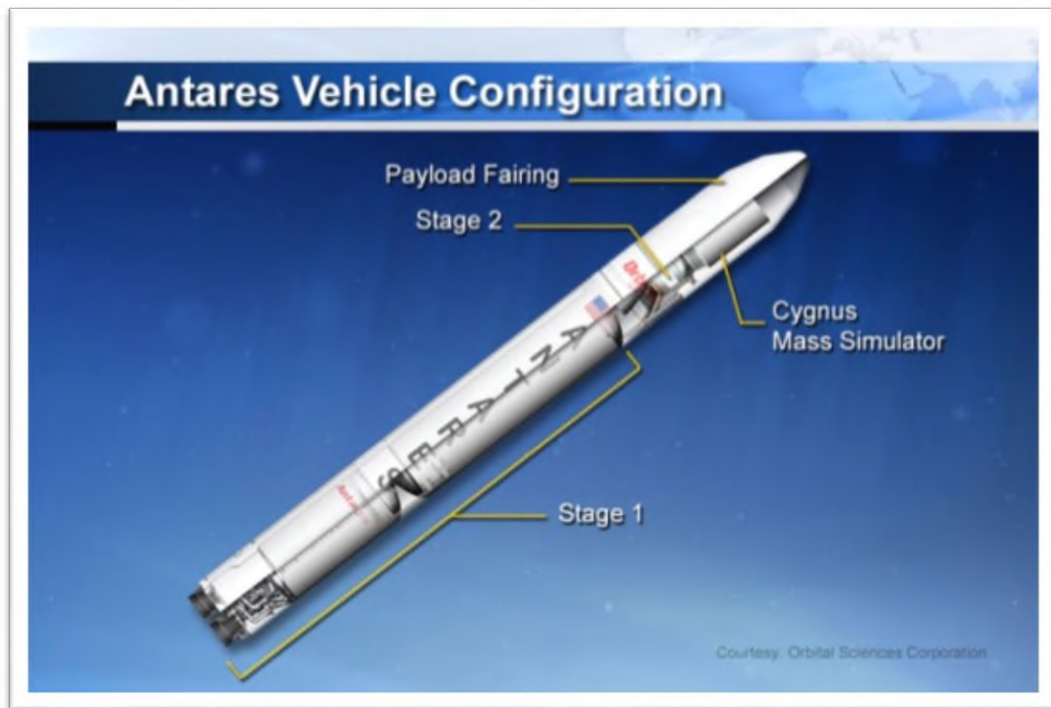
А от РН «Циклон-4М» планують пускати на Полярну орбіту, і тоді супутник пролітатиме через Північний, Південний полюси і всю Землю (тобто всі країни світу).

У межах Національної космічної програми України конструкторами «Південного» зібрали космічний супутник дистанційного зондування Землі. Наразі апарат «Січ-2-1» проходить випробування. Супутник має стати заміною його попереднику на орбіті, який замовк 7 років тому. Він призначений для отримання цифрових зображень поверхні Землі у видимому й інфрачервоному

діапазонах довжин електромагнітних хвиль і передачі інформації отриманих зображень наземному інформаційному комплексу космічної системи.

До складу корисного навантаження супутника «Січ-2-1» включено комплекс наукової апаратури,

призначений для дослідження параметрів нейтральних і заряджених частинок, електричного і магнітного полів у верхніх шарах атмосфери Землі.



Наразі КБ «Південне» спільно з «Південмашем» серійно виготовляє основну конструкцію першого ступеня РН «Антарес».

РН «Антарес» дотепер використовувалася для доставлення вантажів на МКС за допомогою космічного корабля Cygnus за контрактами з NASA. РН «Антарес» стартує зі східного узбережжя США (база Волапс, Вірджинія).

Свою екологічність вона вже підтвердила, адже перший ступінь РКН – рідинний: як компоненти палива використовуються рідкий кисень (окислювач) і гас RP-1 (пальне).

Висновки. Космічна галузь – один з пріоритетних напрямів розвитку світової науки. Науково-технічний потенціал підприємств дозволяє вирішувати найрізноманітніші завдання у цій сфері, пропонувати нові продукти й послуги, брати участь у національних і міжнародних проектах будь-якого рівня складності. А успішна діяльність проектно-конструкторських підприємств ракетно-космічної галузі сприяє підвищенню науково-технічного потенціалу країни й зміцненню авторитету України на міжнародній арені. Тож, українське «вікно» до Космосу залишається відкритим.

Древні мислителі радили людям частіше дивитися у небо, тоді й помисли їхні ставатимуть яскравішими й легшими. Це слід робити ще й тому, що там, у небі, на нас чекають незліченні зорі, планети, галактики. Давайте мріяти! І колись хтось із нинішніх мрійників досягне своєї мети: винайде нові види палива, сконструює міжгалактичну ракету і розвідає нові таємниці космосу.

Література

1. Список космічних запусків українських ракет-носіїв <https://uk.wikipedia.org/>.
2. Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля» <https://www.yuzhnoye.com/>.
3. Космічні новини <https://www.space.com/news>.
4. В Україні зібрали космічний супутник дистанційного зондування Землі <https://www.unian.ua/>.
5. США запустили у космос ракету Antares з українською конструкцією <https://www.ukrinform.ua/>.
6. ІЛОН МАСК НАЗВАВ УКРАЇНСЬКУ РАКЕТУ "ОДНІЄЮ З НАЙКРАЩИХ У СВІТІ <https://tsn.ua/>.
7. Космонавтика України <https://uk.wikipedia.org/>.
8. Головна сторінка - Аерокосмічний портал <http://space.com.ua/>.
9. «Космос наш!» Як українці розвивали та розвивають ракетні технології <https://www.radiosvoboda.org/>.

Тісні подвійні зоряні системи з білим карликом

Деордієв Дмитро, учень 11 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 3
Миколаївської міської ради.

Керівник: *Федорова Ольга Володимирівна*,
учитель фізики та математики, учитель-методист

Анотація. Дослідницька робота присвячена вивченню явищ, що спостерігаються в тісних подвійних системах з білим карликом на прикладі системи 1RXS J180340.0+401214. Ця зоря відноситься до систем, у яких спостерігаються складні варіації блиску та нерегулярні зміни періоду.

В роботі використовуються як власні спостереження, отримані в 2019 році на метровому телескопі VNT Вігорлатської астрономічної обсерваторії (м. Гуменне, Словацька Республіка), так і попередні спостереження даної зорі, а також інформація, що міститься в астрономічних базах даних. Особливу цінність роботі надають саме власні спостереження та їх обробка, оскільки астрономія ґрунтується саме на спостереженнях, кожне з яких є унікальним і може привести до відкриття. Обґрунтовано обрання об'єкту дослідження та сформульовані завдання роботи.

Отримано та проаналізовано фазову криву блиску у фотометричній смузі R, яка охоплює 8 повних циклів затемнень, а також показує наявність довготривалих варіацій блиску в системі. Проведено аналіз попередніх досліджень системи RXJ1803. Побудовано залежність $O-C$ та проаналізовано варіації періоду системи. Показано, що залежність $O-C$ має складний характер. Щільний ряд спостережень, що охоплює понад 100 затемнень, проаналізовано детально.

Ключові слова: катаклізмичні змінні зорі, тісні подвійні системи з білими карликами, крива блиску зорі.

ВСТУП

Одним з актуальних напрямів сучасної астрофізики є дослідження будови та еволюції катаклізмичних змінних зір. Різноманітність характеру змінності цих систем дає можливість досліджувати астрофізичні процеси в цих природних лабораторіях. Об'єкти характеризуються наявністю декількох джерел

випромінювання: червоного карлика, що заповнює свою порожнину Роша, компактного білого карлика й акреційного потоку, що перетікає через околиці внутрішньої точки Лагранжа. Залежно від щільності потоку і напруженості магнітного поля, акреційна структура поблизу білого карлика являє собою диск (немагнітна система) або акреційну колону (магнітна система). Акреційні структури в таких системах характеризуються змінністю із часами від секунд до мільярдів років. Однак практично можливе дослідження процесів з характерними часами до років та десятиріч, для чого необхідні регулярні спостереження об'єктів з сумарним часом моніторингу від 30 до 300 годин. Такий великий час спостережень можливо отримати тільки на малих та середніх за розміром телескопах, що є актуальною задачею астрофізичних досліджень в світі. Зокрема, ефективно працюють міжнародні мережі VSNET, CBA, WET з широким застосуванням електронних циркулярів. На кафедрі теоретичної фізики та астрономії й НДІ «Астрономічна обсерваторія» Одеського національного університету імені І. І. Мечнікова протягом кількох десятиліть проводиться вивчення об'єктів даного типу, ініційовано ряд спільних міжнародних програм. Це дозволило виявити нові ефекти, на базі яких створено нові теорії.

Актуальність роботи полягає в тому, що дані, отримані під час спостережень подвійної системи, дозволяють уточнити ефемерид об'єкту та накопичити кількість спостережень, потрібну для більш детального його вивчення у подальшому.

Мета роботи: поповнити базу досліджень та відомостей про тісні подвійні системи з білими карликами, побудувати індивідуальну криву блиску зорі, що спостерігалася, та проаналізувати варіації періоду за допомогою діаграми $O-C$.

Для цього були поставлені та виконані такі задачі:

- Ознайомитися з історією дослідження подвійних та змінних зір та їх класифікацією.
- Провести спостереження обраної системи.
- Навчитися працювати з програмним забезпеченням, що застосовується у дослідженні катаклізмичних змінних зір.
- Освоїти метод побудови діаграми $O - C$.
- Провести аналіз даних та зробити висновки.

Предмет дослідження: подвійна система RXJ1803.

Об’єкт дослідження: Зміни блиску подвійної системи RXJ1803 за результатами спостережень (серія кадрів з зображенням зоряного поля і обраною подвійною системою).

Наукова новизна отриманих результатів: З отриманих під час спостережень даних було побудовано індивідуальну фазову криву блиску та діаграму *O-C*.

Практичне значення роботи:

1. Освоєно метод дослідження катаклізмічних змінних зір.
2. Отримано 67 знімків зорі у фільтрі R з часом експозиції 180s для кожного кадру.

Особистий внесок автора полягає у:

- проведенні спостережень подвійної системи RXJ1803;
- попередній обробці отриманих кадрів;
- аналізі отриманих даних за допомогою програмного забезпечення;
- побудові діаграми *O-C* та індивідуальної фазової кривої блиску.
- аналізі варіацій періоду подвійної системи RXJ1803 за її діаграмою *O – C*.

РОЗДІЛ I. ТІСНІ ПОДВІЙНІ СИСТЕМИ З БІЛИМИ КАРЛИКАМИ

1.1. Історія дослідження подвійних систем.

Першим, хто висунув ідею про існування подвійних зір був Джон Мічелл. Під час виступу у Королівському товаристві у 1767 році він допустив, що багато зір, які ми бачимо як подвійні насправді можуть бути фізично пов’язані. Спостережні докази цієї теорії були опубліковані Уільямом Гершелем. Після 25 років спостережень у 80-х роках XVIII сторіччя англійський астроном виявив у декотрих подвійних зір орбітальний рух супутника відносно головної зорі та оцінив періоди обертання декотрих із них. Так були відкриті фізичні подвійні зорі. Дослідження Джона Гудрайка внесли неоціненний вклад у розвиток знань про змінні зорі та подвійні системи. Саме він відкрив періодичність змін блиску Алголя та уточнив його період. Висловив припущення, що причиною змін блиску є затемнення зірки великим тілом, що обертається навколо неї. Російський астроном В.Я. Струве заклав фундамент вчення про подвійні зорі своїми багаторічними

дослідженнями. Він відкрив багато нових подвійних зір (його каталог включав 3110 зір і був опублікований у 1827 році). Англійський астроном Джон Гершель, син Уільяма Гершеля, розповсюдив дослідження подвійних систем на південну півкулю неба. Перша спектрально-подвійна зоря була відкрита у 1889 році, Г.К. Фогелем та Ю. Шейнером, які підтвердили гіпотезу Гудрайка, виявивши подвійність Алголя. В 1911 році російський астроном С.Н. Блажко розробив перший загальний метод обчислення орбіт затемнювано-подвійних зір. Він полягає в аналізі кривих зміни блиску, що дозволяє не тільки визначити елементи орбіти, але й розміри зір відносно розмірів орбіти, форму зір і їх поверхневу яскравість. К середині XX сторіччя було відомо близько 60 000 візуально-подвійних зір. Подвійні зорі досліджуються декілька сторіч, але тільки в останні десятиріччя ми стали розуміти по яким законам вони живуть. Дійсно великий поштовх відбувся у останні 40 років завдяки розвитку такої науки як рентгенівська астрономія. В науці про подвійні зорі теорія і спостереження постійно конкурують, стимулюючи до найбільш несподіваних відкриттів.

1.2 Змінні зорі.

Зорі, що змінюють свій блиск через власні геометричні або фізичні параметри, називають змінними. Ті зміни блиску зір, що викликані поглинанням їх випромінювання при проходженні через різні послаблюючі (наприклад, поглинання світла атмосферою Землі) або перевипромінюючі їх світло середовища або інші обставини (наприклад, покриття и відкриття зір Місяцем і планетами) є вторинними і до змінності блиску зір відношення не мають. Змінні зорі відрізняються тим, через які причини ми спостерігаємо зміни їх блиску. Базову класифікацію змінних зір наведено у GCVS-4 (General Catalogue of Variable Stars, Загальний каталог змінних зір, 4 видання):

- еруптивні змінні зорі;
- пульсуючі змінні зорі;
- змінні зорі, що обертаються;
- катаклізмичні змінні зорі;
- затемнювано-подвійні зорі;
- оптичні змінні подвійні системи з жорстким рентгенівським випромінюванням;
- змінні з іншими символами;

- нові типи змінних.

Цей поділ зберігається і в сучасній версії каталогу (General Catalogue of Variable Stars new version, GCVS 5.1).

Дана тема є важливою у моїй роботі, тому що чи буде подвійна система зір змінювати свій блиск для спостерігача, чи ні, залежить як від геометрії подвійної системи, так і від фізичних параметрів її компонентів. Наприклад, будь-яка подвійна система може бути затемнювано-подвійною, але це можливо лише в тому випадку, якщо площина орбіти знаходиться під кутом близько 90° (але не менше 60°) до картинної площини, перпендикулярної до променю зору. Такі зорі можуть показувати послаблення блиску до декількох зоряних величин. У тісних подвійних систем зір можуть бути такі причини як зміна форми зір в проекції через взаємне розтягування, ефект взаємного розігріву та виникнення «гарячих плям» на зорях.

Нові та наднові також є прикладом змінної зорі та тісної подвійної системи, де одним з компонентів системи є білий карлик, який отримує речовину від іншого компонента системи, та коли він досягає маси у 1,44 маси Сонця, тобто перетинає так звану межу Чандрасекара, межа маси за якої зоря не може існувати як білий карлик, – вибухає наднова зоря. Якщо вибух у такий подвійний системі виникає на поверхні білого карлика до досягнення межі Чандрасекара, то спостерігається вибух нової. Також існують менш значущі фактори, але вони також хоч і мінімально, але впливають на блиск зоряної системи.

1.3. Подвійна зоряна система.

Спочатку треба розібратися з таким поняттям як подвійна зоряна система. Систему, що складається з двох зір, які описують замкнуті орбіти, навколо спільного центра мас під дією взаємного тяжіння називають подвійною зоряною системою. Подвійні зоряні системи є досить поширеними у Всесвіті, близько половини усіх зір є подвійними. Одна з основних класифікацій подвійних зоряних систем – за методом їхніх спостережень. Існують візуально-подвійні зоряні системи, якщо їх подвійність можна розпізнати по спостереженням в телескоп або візуально, в тому випадку якщо вони знаходяться близько до нас. Подвійну систему можна спостерігати спектроскопічно через зміну променевих швидкостей компонент. За принципом Доплера лінії поглинання та випромінювання у спектрі в залежності від того наближується об'єкт до нас чи віддаляється

будуть зміщуватись у червоний чи синій бік. Також подвійні системи можуть давати ефект затемнень, в тому випадку, якщо орбіта знаходиться під кутом 90° до картинної площини, перпендикулярної до променю зору. В цьому випадку дана зоря буде класифікована, як змінна. Іншій можливий варіант класифікації є фізичний – за мірою заповнення порожнин Роша. Розуміння цього терміну необхідне у подальшому, так як невід’ємно пов’язане з тісними подвійними системами. Порожнина Роша (рис.1.1) – це простір навколо тіла у подвійній системі, всередині якого тяжіння центрального тіла порожнини переважає гравітацію сусіда.

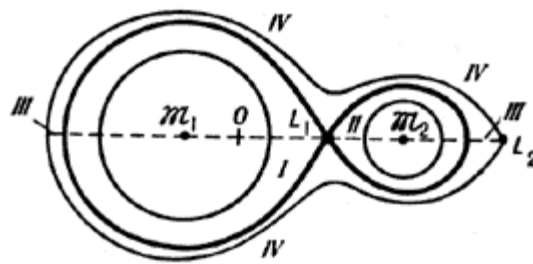


Рис. 1.1 Схема розташування порожнин Роша та внутрішньої точки Лагранжа L_1 у подвійній системі ($m_1 > m_2$)

Частинки, що перетнули цю поверхню, більш не належать зорі, порожнину якої вони покинули, а притягаються обома компонентами та здатні покинути систему. Відносні розміри цієї поверхні повністю визначаються відношенням мас компонент. Це призводить до того, що виникає критерій, що обмежує можливі розміри зір у системах. Тому найзручніше класифікувати подвійні системи за мірою заповнення порожнин Роша наступним чином:

- розділені системи: обидві зорі не заповнили свої порожнини Роша;
- напіврозділені системи: лише одна з компонент заповнила свою порожнину Роша;
- контактні системи: обидві зорі заповнюють свої порожнини Роша.

Не обов’язково протягом усього часу система буде належати до одного з типів. Зорі еволюціонують і зазвичай у процесі еволюції збільшують свій розмір. Якщо обидва компоненти у системі знаходяться достатньо близько, то на пізніх стадіях еволюції одна з зір може заповнити свою порожнину і система стане напіврозділеною, ця зоря повне втрачати масу, можливе перетікання

речовини з однієї зорі на іншу. Все це суттєво впливає на еволюцію зір, тому є дуже цінним джерелом знань для астрономів-дослідників.

1.4. Тісна подвійна зоряна система.

Тісна подвійна зоряна система – це різновид подвійних систем, в котрих на певних стадіях еволюції компоненти системи можуть обмінюватися масою, тобто впливати на еволюцію іншої зорі системи. Це визначення акцентує увагу саме на всій еволюції системи, а отже багато з подвійних систем доведеться розглядати як тісні через зміни їх розмірів під час життєвого шляху. Вони цікаві саме через їх розвиток та вплив на еволюцію. Звернемося до звичної нам картини еволюції одиночної зорі. Її розвиток – зміна джерел енергії та основних елементів термоядерних реакцій. Потрапивши на головну послідовність, де зоря проводить більшу частину свого життя, вона починає спалювати Водень у своїх надрах. Після вичерпання Водню зоря потрапляє в область червоних гігантів або надгігантів. Водневе паливо заміщується Гелієвим, далі можуть почати свої перетворення більш тяжкі елементи аж до Ферума. В кінці, залежно від початкової маси, зоря перетвориться на білий карлик, нейтронну зорю чи чорну діру. Чим більша маса зорі тим яскравіше вона світить і тим швидше вона еволюціонує. Але у системі подвійно-затемнюваної зорі Алголь, що є другою за яскравістю зорею у сузір'ї Персея, більш старою виглядає більш масивна зоря, що повністю суперечить нашим уявленням про еволюцію зір. Аналіз кривої блиску та кривої променевих швидкостей показують, що більш масивна зоря знаходиться на головній послідовності, а менш масивна компонента вже покинула її та перетворилася на субгіганта, але було очевидно, що обидві зорі народились одночасно. Цей парадокс (парадокс Алголя) пояснюється завдяки розумінню поняття порожнини Роша, про яку було написано раніше. Уявімо собі подвійну зоряну систему, де одна з компонент масивніша. За принципами зоряної еволюції більш масивна зоря швидше подолає етап головної послідовності і почне своє перетворення на гіганта або надгіганта (в залежності від її початкової маси). З часом ця зоря розширюється і заповнює свою порожнину Роша, зоряна речовина починає перетікати поблизу внутрішньої точки Лагранжа на другу зорю. Перша точка Лагранжа (рис.1.2) – це особлива точка між двома масивними тілами, розташована між двома об'єктами, ближче до тіла меншої маси, де

третє тіло з незначною масою, що зазнає тільки гравітаційного впливу двох взаємопов'язаних масивних тіл, буде перебувати у незмінній позиції щодо них.

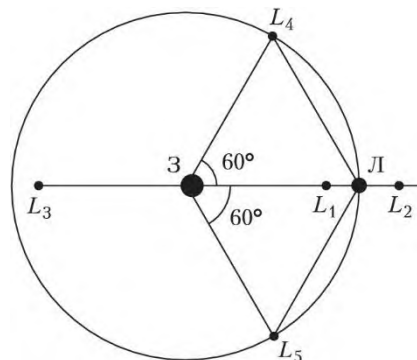


Рис.1.2. Розташування точок Лагранжа у подвійній системі

Саме там знаходиться так звана «горловина» через яку й буде перетікати речовина. Тому зоря, що мала меншу масу стає більшою за свою сусідку і виходить так, що менш масивна зоря вже не на головній послідовності, а більш масивна зоря, ще знаходиться на ній. З'ясувалося, що завдяки зміні ролей компонент у системі у Всесвіті існують об'єкти дуже незвичної природи. Саме їх відкриття і вивчення у 70-х роках минуло сторіччя дало поштовх до появи такої науки як рентгенівська астрономія. Особливо неясними залишаються кінцеві стадії еволюції тісної системи. На кінцевих етапах з'являються абсолютно нові, екзотичні об'єкти, про існування яких вчені раніше і не підозрювали і котрі тільки недавно стали спостережними. В підсумку, в системі утворюється компактний об'єкт. Нейтронні зорі чи чорні діри утворюються після спалаху наднової. Нейтронні зорі, зазвичай з'являються після вибуху зорі масою від 10 до 35 мас Сонця, чорні діри із зір масою більше 35 мас Сонця. Білі карлики утворюються без спалаху з менш масивних зір.

1.5. Катаклізмичні змінні.

Катаклізмичними змінними називають подвійні системи з дуже коротким орбітальним періодом (в середньому, декілька годин), в яких менш масивний компонент – карликова червона зоря головної послідовності – заповнює свою порожнину Роша, в наслідок чого відбувається перенос речовини (плазми) на первинний компонент – білий карлик. Оскільки речовина, що рухається до білого карлика, має суттєвий кутовий момент, вона не одразу падає на нього, а обертається навколо нього, має певну густину та утворює

акреційний диск. Основний внесок у випромінювання системи вносить саме геометрично тонкий диск (товщина диску істотно менша за його діаметр). Компоненти системи при певних умовах можуть затьмарювати диск або його частину, що дозволяє вивчити його структуру. Речовина, яка акреціює, по спіралі проходить скрізь диск, вивільнюючи гравітаційну енергію, і нагріває диск до температури 4000 – 100000К, що призводить до високої його світності. Зазвичай така світність перевищує світність обох компонент. Крім орбітальних змін у катаклізмичних змінних проявляється спалахова активність. Зорями такого типу є частка карликових нових, а також блакитні зорі, що показують швидкі, неправильні зміни блиску, у яких поки що не спостерігається очевидних спалахів. Ці спалахи мають різну природу та викликані переносом маси на вторинний компонент, нестабільним потоком у акреційному диску та термоядерними реакціями на білому карлику.

Одним із різновидів катаклізмичних змінних є полярри. В даній системі білий карлик має надпотужне магнітне поле, яке не дозволяє сформуватися акреційному диску. Іонізована речовина рухається вздовж силових ліній магнітного поля білого карлика й випадає на його поверхню поблизу магнітних полюсів. Речовина, що випадає на полюс, утворює акреційну колону, випромінювання якої домінує в системі. Полярри отримали свою назву завдяки тому, що їхнє світло у видимому діапазоні спектру сильно поляризоване. Шляхом дослідження поляризації світла можна дізнатися про геометрію системи. Проміжний поляр – інший різновид катаклізмичних змінних подвійних систем. Свою назву системи отримали через те, що ступінь поляризації випромінювання є проміжною між поляррами та новоподібними зорями. Акреційний диск проміжного полярра буде утворюватися, коли речовина знаходиться далеко від білого карлика, але в міру наближення до намагніченої зорі падаюча речовина буде рухатися вздовж силових ліній магнітного поля і акреційний диск буде руйнуватися. Речовина випадає поблизу магнітних полюсів, утворюючи полярні акреційні колони.

РОЗДІЛ II. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Подвійна система RXJ1803.

Проміжний поляр RXJ1803 був відкритий у 2005 році в огляді ROSAT (німецька космічна рентгенівська обсерваторія) і з того часу проводиться його фотометричний моніторинг. За рахунок сили

Коріоліса, плазмовий струмінь відхиляється від лінії центрів та формує акреційний диск навколо білого карлика. Сильне магнітне поле руйнує внутрішню частину диску та призводить до утворення двох акреційних колон, які є одними з найбільш вагомих джерел випромінювання в широкому діапазоні спектру – від рентгенівського до інфрачервоного, внаслідок утворення ударних хвиль та виникнення циклотронного випромінювання. Внаслідок одночасної дії кількох різних астрофізичних механізмів, такі системи є важливими лабораторіями для дослідження процесів акреції в надсильному магнітному полі. Зокрема, важливим є моніторинг систем для визначення характеристик орбітальної, обертальної змінності та для дослідження обертальної еволюції білого карлика.

Довгий та щільний ряд спостереження RXJ1803 був отриманий Віталієм Брусом (Одеський національний морський університет) на телескопі «Zeiss Cassegrain – 600» в Астрономічній Обсерваторії і Планетарії м. Хлоховець, Словацька Республіка. Було отримано 1480 експозицій в фільтрі R ($0.76\mu\text{m}$) та 1557 в фільтрі V ($0.55\mu\text{m}$) протягом 12 ночей у 2007 та 7 ночей у 2008 році. Використовувалась ПЗЗ камера SBIG ST-9XE. В результаті аналізу кривих блиску, було виявлено, що орбітальна змінність системи практично відсутня, що свідчить про порівняно невеликий нахил орбіти системи при якому не спостерігаються а ні затемнення червоним карликом білого карлика, а ні диска чи плазми, що акреціює. Основна ж фотометрична хвиля у системі спричинена обертанням білого карлика, при якому суттєво змінюються умови спостереження акреційних колон, тобто причина більш геометрична (зміна кута між колоною та променем зору під час обертання), ніж фізична (власна нестабільність акреційної колони – яка дійсно присутня, але не є періодичною). Один максимум на фазових кривих може бути пояснений великим нахилом магнітної вісі до площини екватору, і тому ми бачимо в основному «верхню» акреційну колону, тобто видиму з Землі, в той час, як друга (з іншого боку акреційного диску) практично невидима.

Були отримані криві блиску системи та розраховані індекси кольору. Отримані значення та амплітуди пульсацій в фільтрах V та R для сезонів 2007 та 2008 років.

Індекс кольору показує статистично вагому залежність від фази обертального періоду, що показує, що розподіл енергії в спектрі

випромінювання змінюється з фазою, при чому амплітуда в спектральній смузі V більша за амплітуду в R. Це пояснюється великою температурою акреційних колон (яка за теоретичними розрахунками для подібних об'єктів становить сотні мільйонів K).

Ним же було проведено аналіз періодограм кривих блиску у фільтрах V та R. Максимум на періодограмах відповідає періоду 25.34 хвилин, що збігається з визначеним першовідкривачами в межах статистичних похибок. Отримане значення обертового періоду білого карлика $0.0175978121^d \pm 0.0000000263^d$, що в секундах є 1520.4509 ± 0.0022 с. Для порівняння, значення періоду, визначеного першовідкривачами 1520.510 ± 0.066 секунд. Точність визначення періоду в роботі Бреуса в 30 разів краще, що пов'язано з більшою кількістю ночей та більшою тривалістю спостережень.

2.2. Діаграма O-C.

Методи дослідження довготривалих змін періоду та параметрів змінних зір засновані на дослідженні (O – C) діаграм. O (observed) – дані отримані зі спостережень, C (calculated) – обчислені, зпрогнозовані з ефемерид дані. Після того, як знайдено значення періоду, будується діаграма відхилень моментів екстремумів від передвіщених по лінійній формулі (2.1)

$$T_j = T_0 + P \cdot E_j \quad (2.1)$$

За формою (2.1) діаграми можна довідатися, змінюється період з часом, залишається незмінним, плавно збільшується або зменшується, змінюється періодично, або змінюється й стрибками. Діаграма також дозволяє уточнити значення періоду, якщо воно було визначено з недостатньою точністю.

Змінні зорі змінюють свій блиск протягом свого циклу. Діаграми O – C порівнюють точний час, коли відбувається подія (наприклад, середня точка затемнення або пік циклу пульсації) з моментом, коли ця подія очікується у випадку постійної періодичності. Ці зміни є майже непомітними, але за допомогою побудови діаграми O – C ми можемо дізнатися про найдрібніші відхилення у періоді зорі. Горизонтальна вісь діаграми частіше за все відображає час у днях. В астрономії принципово використовується Юліанська дата (JD) для цих спостережень. Юліанська дата є числом астрономічних діб від полудня 1 січня 4713 року до н. е. за юліанським календарем. Також вісь може відображати час у циклах даної зорі. Вертикальна вісь, що називається «O – C» і дає назву самій діаграмі та вказує на її

аналітичний зміст. Для кожної події, що спостерігається, береться точний час події і віднімається час, спрогнозований на вже існуючій моделі чи на актуальних даних про зорю. Шаблон, який з'являється після побудови графіку може розповісти чи ваші прогнози або модель дійсні. Для зір, у яких не вимірюються зміни періоду або у яких наявний постійний період точки на діаграмі будуть розсіяні поблизу прямої горизонтальної лінії. Межі розсіювання є індикатором точності спостережуваного часу екстремуму. Метод $O - C$, в основному, передбачає використання стабільного та точного годинника. Якщо діаграма показує квадратичну залежність значень від часу, то період системи повільно змінюється. Уявімо середню горизонтальну лінію як нульовий рівень. Крива, що спадає вказує на зменшення періоду: події відбуваються все раніше і раніше, ніж передбачалося. Якщо вона вигинається вгору, то події відбуваються все пізніше та пізніше, ніж передбачалося, а отже період збільшується.

2.3. Спостереження катаклізмичної змінної RXJ1803 2019 року

Спостереження катаклізмичної змінної RXJ1803 проводились у Астрономічній обсерваторії на Колоницькому перевалі, район Сніна, що є відділенням Віхорлатської обсерваторії у м. Гуменне, Словацька Республіка, під час астрономічного табору «International astrocamp VARIABLE-2019». Даний захід є головним у Словаччині в області дослідження змінних зір. Обладнання, що було застосовано під час спостережень: телескоп VNT, з діаметром головного дзеркала 1000мм, належить НДІ «Астрономічна обсерваторія» Одеського національного університету імені І.І. Мечнікова та використовується відповідно до Договору про співпрацю між обсерваторіями. Приймачем випромінювання була ПЗЗ камера FLI PL1001E, з фотометричними світлофільтрами B , V , Rc . Спостереження проводились вночі та займали декілька годин. Завдяки автоматизованій системі участь людини у спостереженні зведена до мінімуму. ПЗЗ кадри, що були отримані у ході спостережень оброблювались за допомогою комп'ютерної програми. Її назва MCV (Multi-Column View), розроблена професором Іваном Леонідовичем Андроновим, доктором фізико-математичних наук, завідувачем кафедри математики, фізики та астрономії Одеського національного морського

університету. За її допомогою з зображення отримують фотометричні дані зорі, а саме зоряну величину, що відповідає певному моменту екстремума. Це необхідно для того, щоб побудувати криву блиску та знайти вибраний нами певний момент циклу (це може бути максимум або мінімум), за допомогою якого ми й вимірюємо величину $O - C$.

Стандартним методом фотометрії змінної (Var, Variable) зорі, зокрема, з використанням ПЗЗ-камер, є використання однієї із близько розташованих зір як стандарт (Comp, Comparison «зоря порівняння»). Для контролю сталості її блиску вимірюється ще одна зоря, названа «контрольною» (Contr, Control). Для обліку «миттєвих» коефіцієнтів атмосферної екстинкції і є найбільш ефективний метод ПЗЗ-камерної фотометрії з одночасними спостереженнями зір і тла неба.

Приклад одного з отриманих кадрів зображено на (рис. 2.1). На координатній сітці розмічено пікселі матриці. Усього під час роботи було використано 10 зір порівняння.

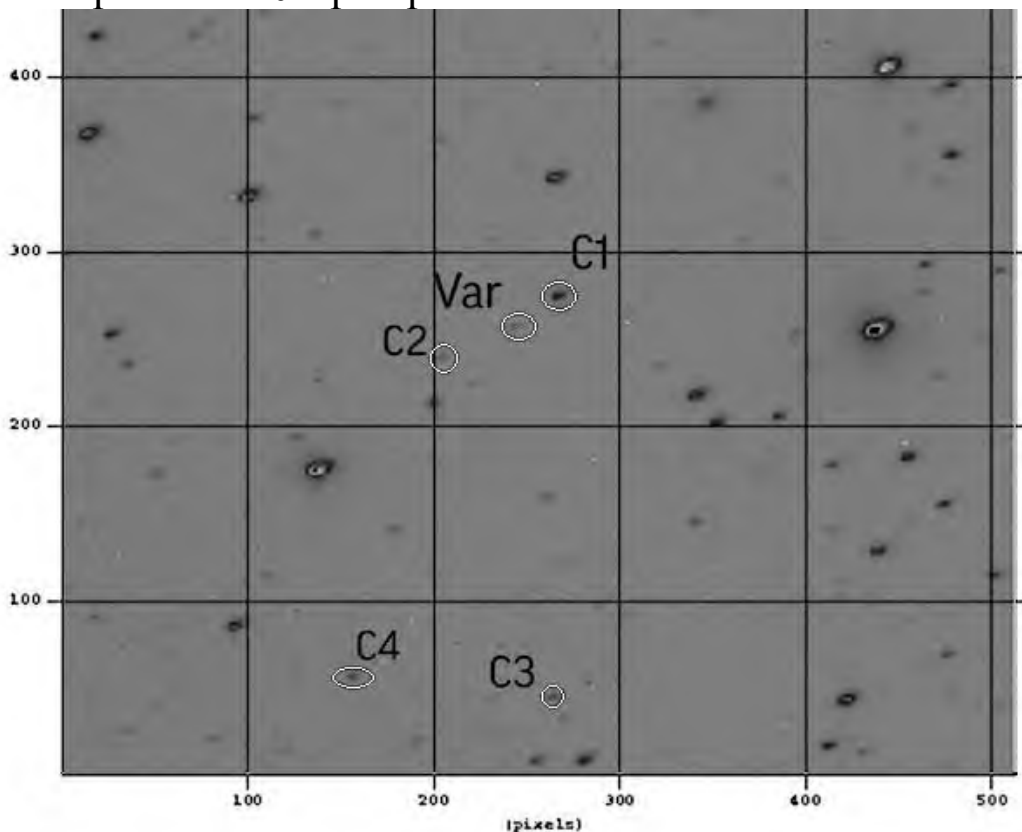


Рис. 2.1. Один із кадрів, отриманих під час спостережень. В кадрі позначено: Var – змінна зоря, RXJ1803, C1, C2, C3, C4 зорі порівняння

Зоряна величина у фільтрі R для зір порівняння (рис. 2.1): $R_1=14,436^m$, $R_2=16,840^m$, $R_3=16,156^m$, $R_4=15,863^m$.

Алгоритм дозволяє перевірити зорі поля на наявність змінності й збільшує точність визначення блиску стандартної (штучної) зірки. Цей алгоритм було використано у програмі MCV.

Програма «Multi-Column View» (І.Л. Андронов, А.В. Бакланов) призначена для перегляду і редагування багатоканальних часових рядів. Ряд її функцій перенесений з програми «Observation Obscurer», призначеної для візуалізації та попередньої обробки одноканальних сигналів. Програма MCV розроблена, зокрема, для обробки спостережень змінних зір, отриманих за допомогою ПЗС фотометрії. У цьому випадку проводяться одночасні спостереження як змінної зірки, так і декількох стандартних зірок (зірок порівняння). Програма дозволяє проводити попередню підготовку тимчасових рядів до подальшого аналізу.

Перша стадія обробки – перегляд часових рядів і видалення «збійних» точок, які можуть бути пов'язані з космічними променями та іншими процесами, що не мають відношення до досліджуваних зір. В окремих випадках такий візуальний контроль дозволяє виявити серед зір порівняння нові змінні зірки і в подальшому вивчити їх разом з основним об'єктом дослідження.

Друга стадія полягає у визначенні блиску досліджуваних зір на підставі диференціальної фотометрії. У програмі реалізована ідея середньої стандартної зірки, що дозволяє зменшити статистичну похибку такої «середньозваженої» зірки порівняння на десятки відсотків, а іноді навіть рази, в порівнянні з однією змінною зорею.

2.4. Отримання та обробка результатів спостережень.

У роботі наведено результати спостережень катаклізмичної тісної подвійної системи RXS J180340.0+401214 (V1323 Her), ночі з 29 на 30 липня 2019 року. ПЗС-камерою було отримано 67 знімків зоряного поля у фільтрі R. Фотометричний аналіз проводився у програмі MaximDL, а потім дані заносилися і оброблювалися у програмі MCV (Multi-Column View). Результати спостережень наведено на кривій зміні блиску (рис. 2.2).

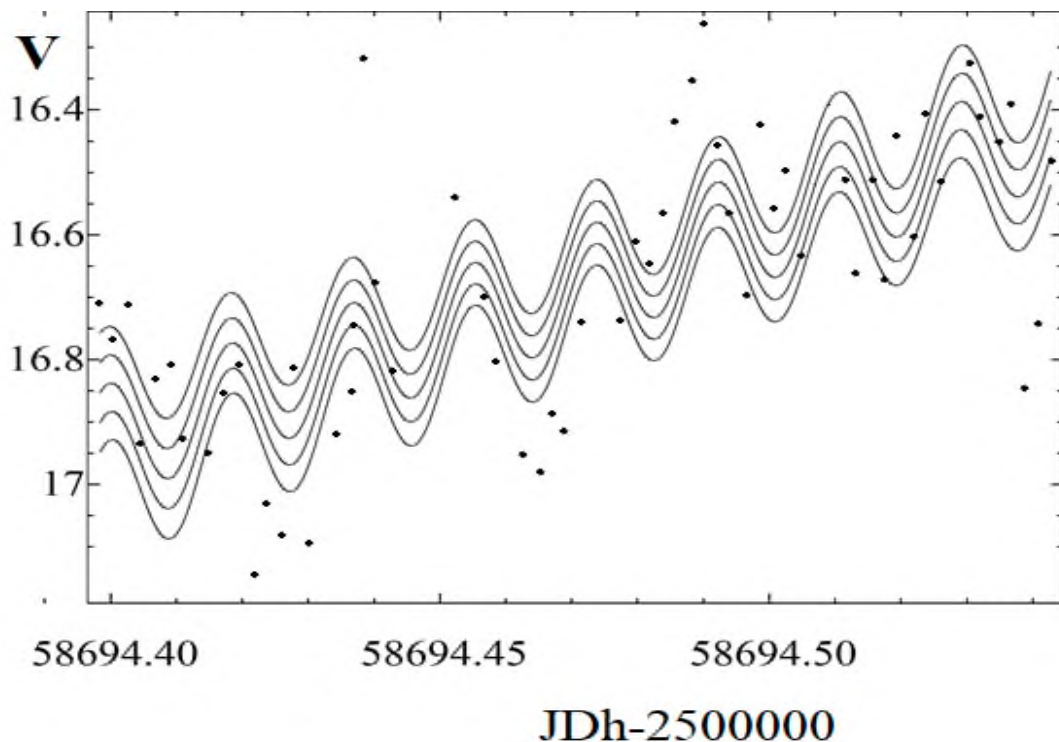


Рис 2.2. Зміни блиску RXJ1803 за час спостережень. По осі ординат показано видиму зоряну величину, по осі абсцис – Юліанську дату моментів спостережень.

На рис. 2.2 нанесено експериментальні точки, тобто індивідуальні значення зоряної величини, та проведено апроксимацію для отримання наближеного значення кривої блиску системи. Криві лінії графіку – середнє значення блиску та коридори помилок – межі похибки для отриманих даних, показують точність апроксимації. Проаналізувавши отриманий графік маємо, що на момент спостереження зорі її блиск мав тенденцію до збільшення зоряної величини з кожним наступним циклом.

Другий графік (рис.2.3) отриманий під час роботи АО на Колоницькому перевалі Паволом Дубовським. На ньому можна побачити діаграму $O-C$ для зорі, побудовану на існуючих спостереженнях минулих років, а саме з 2005 по 2011 роки. На діаграмі помітні суттєві, нерегулярні зміни періоду. Такі варіації можуть бути пов'язані з нерівномірністю перетікання речовини з компонента на диск та на інший компонент та повороту лінії апсид за рахунок процесії.

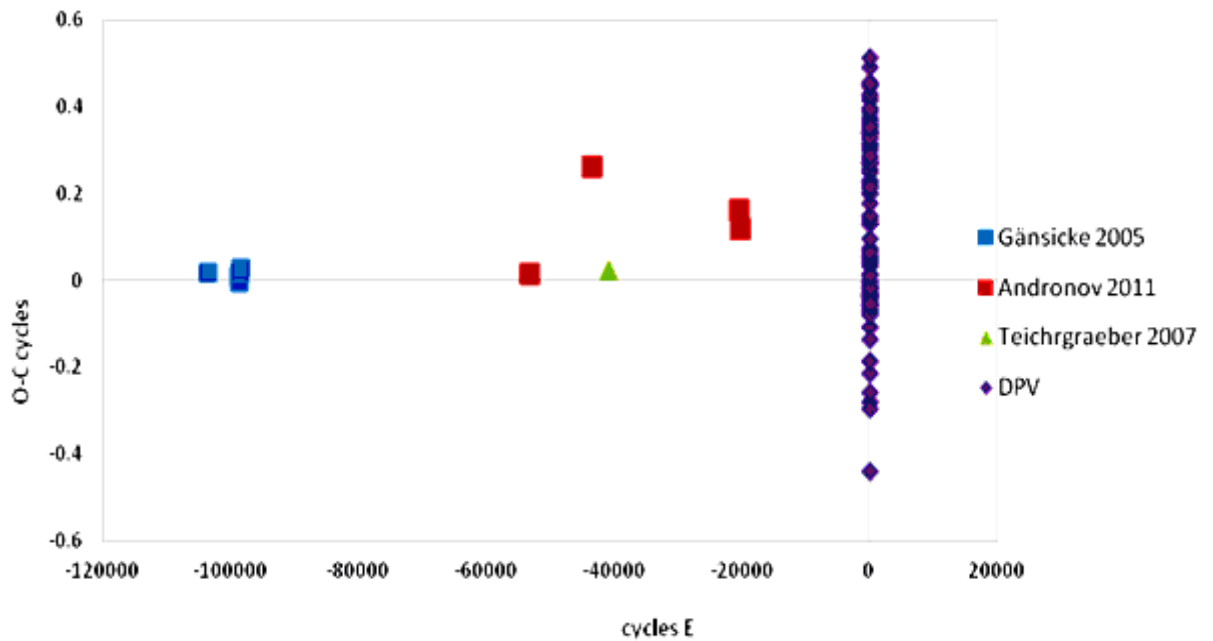


Рис. 2.3. Варіації періоду RXJ1803 з 2005 по 2011 роки. По осі ординат показано значення $O - C$ в долях періоду, по осі – час у номерах циклу

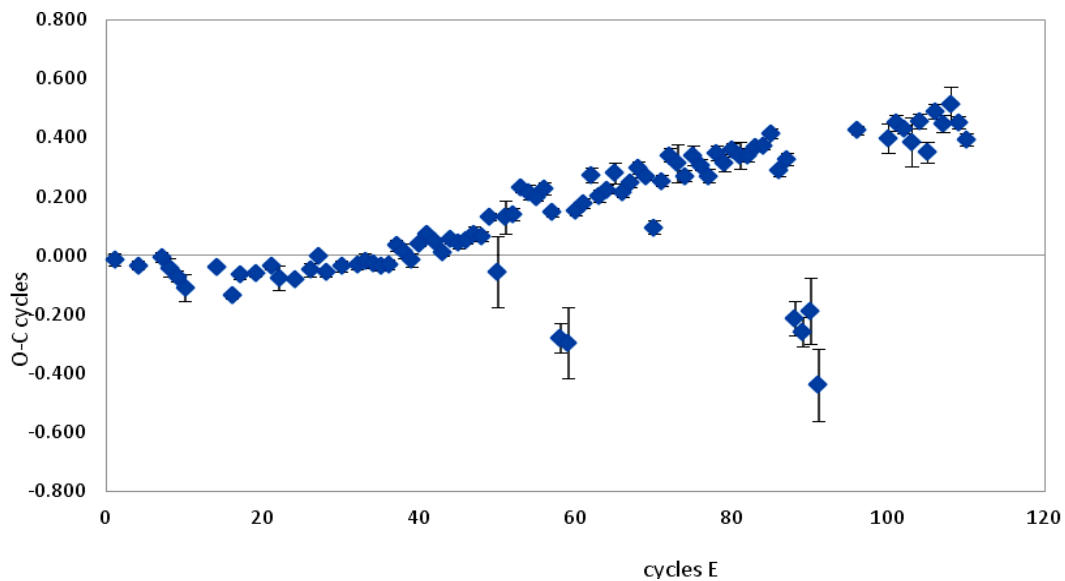


Рис. 2.4. Варіації періоду RXJ1803 протягом 120 циклів (JDh 2458694,39583 – 2458694,53611). По осі ординат показано значення $O - C$ в долях періоду, по осі – час у номерах циклу

Третій графік (рис.2.4) побудовано зі спостережень, отриманих під час Variable. За час спостережень, коли було отримано моменти мінімумів (JDh 2458694,39583 – 2458694,53611) можна вважати, що

тренд значень $O-C$ має майже лінійний характер, тобто протягом цього часу період зростає. Довгостроковий прогноз за діаграмою на (рис.2.4) зробити важко, тому що не можна виключати можливість синусоїдального виду залежності $O - C$, що означитиме наявність у системі третього тіла, навколо якого обертаються білий і червоний карлики.

ВИСНОВКИ

Під час роботи освоєно метод дослідження змінних зір, програмне забезпечення, необхідне для виконання завдання. Проведено спостереження системи RXJ1803 на телескопі VNT АО на Колоницькому перевалі.

В роботі коротко наведені факти з історії дослідження подвійних зоряних систем, наведена класифікація змінних та подвійних зоряних систем, розглянута тема катаклізмичних зір та проміжних полярів.

Коротко сформулюємо основні результати роботи:

- Розглянуто історію дослідження подвійних систем;
- Освоєно метод дослідження катаклізмичних змінних зір;
- Проведено спостереження системи RXJ1803;
- Отримані дані були оброблені за допомогою програмного забезпечення;
- Побудовано фазову криву блиску та діаграму $O-C$;
- Проаналізовано варіації блиску та періоду за час спостережень.

З аналізу індивідуальної кривої блиску та з урахуванням повної діаграм $O-C$ можливо стверджувати, що в системі RXS J180340.0+401214 спостерігаються нерегулярні, проте значущі варіації періоду. Такі варіації можуть бути пов'язані з нерівномірністю перетікання речовини з одного компонента на диск та інший компонент. Протягом часу спостережень (протягом 120 циклів затемнень) затемнення у системі траплялися одночасно зі збільшенням загального блиску системи. Тому система RXS J180340.0+401214 потребує детальних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

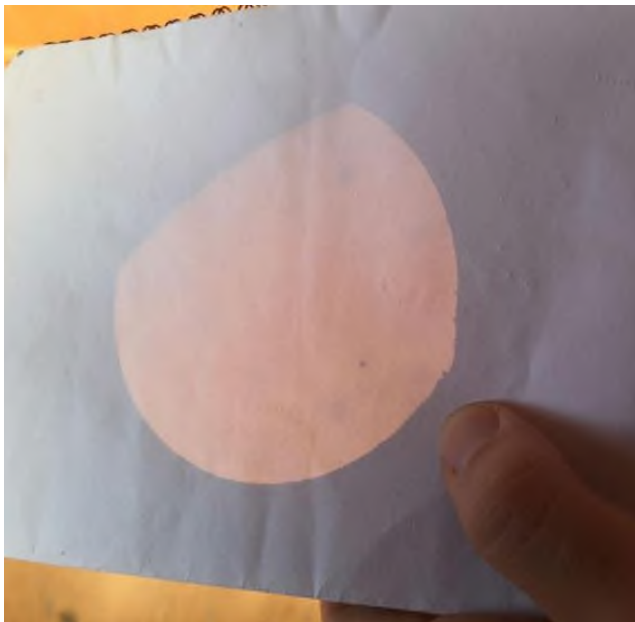
1. В. В. Бреус. Орбітальна та обертальна змінність проміжного поляру RXS J180340.0+401214; 65-я отчетная студентская научная конференция, тезисы докладов / под ред. Ваксмана Ю.Ф. – Учёный совет физического факультета, 2009.
 2. О. П. Павленко. Катаклізмичні змінні та споріднені подвійні зорі з малим відношенням мас компонентів: автореф. дис... канд. фіз.-мат. наук, 2010.
 3. Нестабільність акреційних структур у катаклізмичних подвійних зірках: автореф. дис... канд. фіз.-мат. наук: 01.03.02 / Бакланов Олексій Володимирович; Одеський національний ун-т ім. І.І.Мечникова. – О., 2005. – 16 с.
 4. Андронов И.Л., Бакланов А.В. Алгоритм штучної зірки порівняння для ПЗЗ фотометрії. // Вісник Астрономічної Школи. – 2004. –Т.5. – № 1/2. –С. 264-272.
 5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1970. – 720 с.
 6. Методы исследования переменных звезд / под ред. Никонова В.Б. – М.: Наука, 1971. – 329 с.
 7. Щиголев Б.М. Математическая обработка наблюдений. – М.: Наука, 1969. – 344 с.
 8. Andronov I.L. “Observations Obscurer” — time series viewer, editor and processor // Odessa Astronomical Publications. – 2001. – 14. – P. 255–260.
 9. B.T. Gänsicke et al., MNRAS 361, 141-154, 2005.
 10. Липунов В.М. В мире двойных звёзд. – Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009 – 256 с.
 11. А. Бэттен - Двойные и кратные звёзды. – Издательство «Мир», 1976 – 320 с.
- Интернет-джерела**
<http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/gcvs5/htm/>.
<https://www.wikipedia.org/>.
<https://college.ru/astronomy>.
<http://www.astrokolonica.sk>.
https://www.mao.kiev.ua/biblio/docs/special/2010-11-19_Pavlenko_aref.pdf.

Дослідження Сонця

Дорохова Дарья, учениця 11 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 19
Миколаївської міської ради.

Керівник: *Вікентьєва Тетяна Володимирівна*,
учитель фізики

З листопада 2019 по лютий 2020 рік я проводила спостереження і вивчення сонячної активності. Використавши телескоп і білий щільний аркуш паперу, спроектувала Сонце. Восени, в листопаді 2019 року під час «фотографування» можна спостерігати проходження Меркурія по диску Сонця.



Також під час проведення роботи з грудня 2019 по лютий 2020 року Сонце переживає мінімум. У січні 1, 2, 6, 10 були помічені мінімальні сонячні спалахи що не перевищують класу С. З лютого по березень подібного не спостерігалось. Отже, можна зробити висновок, що активність Сонця з лютого по березень відсутня.

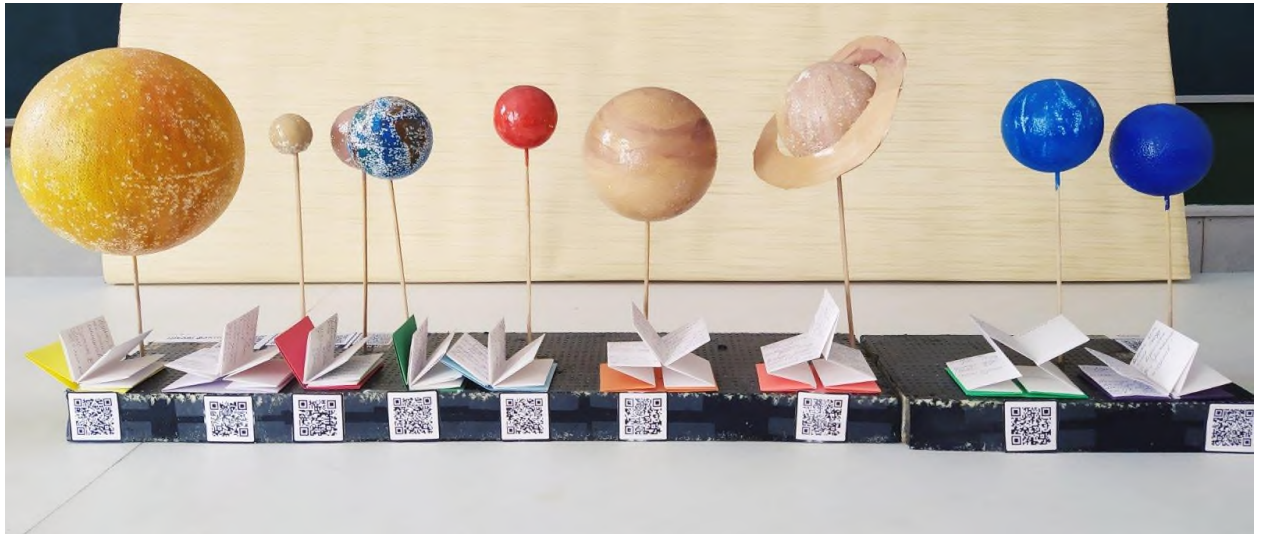
Модель «Парад планет»

*Кудрич Олександр, Воробйов Євген,
Борисюк Денис, Погулич Сергій*, учні 6 класу

Миколаївська ЗОШ І–ІІІ ступенів № 20

Миколаївської міської ради

Керівник: *Ізуїта Альона Володимирівна*,
учитель фізики та астрономії



Визначення висоти Сонця над горизонтом

Юрковська Аріна, учениця 11 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 42
Миколаївської міської ради.
Керівник: *Мостова Наталя Вікторівна*,
учитель фізики, учитель-методист

Вступ.

Повітря, ґрунт, птахи і рослини залежать від надходження в екосистему сонячної енергії, а її кількість залежить від широти. Чим вище Сонце над горизонтом, тим більше надходить на Землю сонячної енергії (якщо, звичайно, Земля не прихована хмарами). Я вирішила встановити точно, як високо знаходиться Сонце над горизонтом в різні пори року в один і той же час. З ранку до вечора можна спостерігати рух Сонця по небосхилу. Чи однаковий шлях Сонця, видимий в різний час? Чи однаковий шлях Сонця в один і той же час в різних містах і країнах? В одній чи крапці небосхилу воно розташоване при погляді з різних місць в один і той же час?

Висота Сонця – кут між напрямком на Сонце і горизонтальною площиною, в якій знаходиться спостерігач. Від величини цього кута залежить довжина тіней. Цей кут можна розрахувати, використовуючи дані вимірювань довжини тіні від вертикальної рейки – гномон або використовувати виготовлену самостійно астролябію.

Мета: провести спостереження за Сонцем, виміряти його висоту над горизонтом.

Завдання:

1. Виготовити астролябію для спостереження за Сонцем.
2. Провести вимірювання висоти Сонця над горизонтом.
3. Використовуючи онлайн калькулятор PLANETCALC розрахувати висоту Сонця над горизонтом і порівняти з виміряною.

Основна частина

1. Сонце в різні пори року і як змінюється висота Сонця над горизонтом?

Сонце – центральне світило нашої планетної системи. Воно забезпечує нашу планету більшою частиною енергії, яку ми отримуємо на Землі. Завдяки Сонцю і земній атмосфері на поверхні

землі температура й інші умови такі, які вони є, а не космічний холод. Це робить нашу планету комфортною для живих істот. Ми всі чудово знаємо, що в різні пори року Сонце поводить себе по-різному. Влітку воно сходить рано, йде високо по небу і заходить пізно. Взимку, навпаки, Сонце показується над горизонтом пізно і, зробивши низький і короткий шлях по небу, рано заходить. Влітку день довгий, ніч коротка; взимку- день короткий, ніч - довга. Навесні і восени день і ніч по тривалості мало відрізняються один від одного. Чим все це пояснити? Адже ми знаємо, що зміна дня і ночі, тобто схід і захід Сонця, відбувається тому, що Земля обертається навколо своєї осі. Що ж вона не весь рік крутиться однаково? А може бути, що тривалість дня і ночі залежить ще від якоїсь іншої причини?

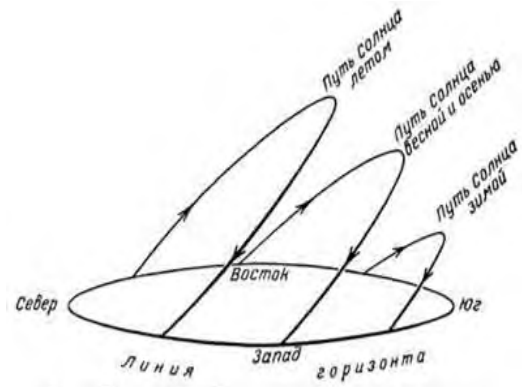


Рис. 1.

І влітку, і взимку Сонце сходить в східній частині горизонту, заходить в західній, а в полудень буває на півдні найвище над горизонтом. Але влітку Сонце сходить на північному сході, а заходить на північному заході. Завдяки цьому його видимий шлях по небу довший, і має пройти багато часу, щоб Сонце могло дістатися до півдня; протягом цього часу Сонце встигне піднятися високо. Взимку Сонце сходить на південному сході, а заходить на південному заході. Шлях його по небу коротше, ніж влітку. До півдня Сонце доходить за порівняно недовгий час і не встигає піднятися на значну висоту. Неважко зрозуміти, що саме завдяки такій різниці в поведінці Сонця взимку і влітку, взимку буває холодно, а влітку тепло. Адже влітку Сонце значно довше освітлює поверхню Землі, ніж взимку. А сонячні промені дають Землі не тільки світло, а й зігрівають її. Але ще більше значення має різниця в висоті шляху Сонця над горизонтом.

Коли Сонце стоїть на небі низько, його променям доводиться проходити через товстий шар повітряної оболонки, який не тільки послаблює світло Сонця, а й затримує теплоту його променів. Крім того, сонячні промені падають в цьому випадку на земну поверхню не прямо, а навскіс, як би ковзаючи вздовж неї. У результаті всього цього при низькому положенні Сонця сонячні промені дуже мало зігрівають ґрунт. Зовсім інше виходить, коли Сонце стоїть високо

над горизонтом. Тоді сонячні промені проходять через порівняно тонкий шар повітря і падають на земну поверхню майже прямовисно. Завдяки цьому вони сильно зігрівають ґрунт. (рис.1)

2. Як нагрівається поверхня Землі ?

На поверхню кулястої Землі сонячні промені, падають під різним кутом. Найбільший кут падіння променів на екваторі. У напрямку до полюсів він зменшується.

Під найбільшим кутом, майже прямовисно, сонячні промені падають на екваторі. Земна поверхня там отримує більше сонячного тепла, тому на екваторі жарко цілий рік і зміни пір року не буває.



Рис. 2

Чим далі від екватора на північ або на південь, тим кут падіння сонячних променів менше. Внаслідок цього менше нагрівається і поверхня, і повітря. Стає прохолодніше, ніж на екваторі. З'являються пори року: зима, весна, літо, осінь. На полюс і приполярні райони взимку сонячні промені зовсім не потрапляють. Сонце по кілька місяців не з'являється з-за горизонту, і день не настає. Це явище називається полярна ніч. Поверхня і повітря сильно охолоджуються, тому зими там дуже суворі.

Літом Сонце місяцями не заходить за горизонт і світить цілодобово (ніч не настає) – це полярний день. Здавалось б, якщо так довго триває літо, то і поверхня повинна нагріватися. Але Сонце знаходиться низько над горизонтом, його промені лише ковзають по поверхні Землі і майже не нагрівають її. Тому літо поблизу полюсів холодне.

Освітлення і нагрівання поверхні залежать від її розташування на Землі: чим ближче до екватора, тим більше кут падіння сонячних променів, тим сильніше нагрівається поверхня. У міру віддалення від екватора до полюсів кут падіння променів зменшується, відповідно поверхня нагрівається менше, і стає холодніше.

3. Чому нагрівання поверхні залежить від висоти Сонця?

По поверхні кулястої Землі сонячне тепло і світло розподіляються нерівномірно. З рис. 3 видно, що однакова кількість світла і тепла, яке надходить від Сонця, при його високому положенні потрапляє на меншу ділянку, а при низькому – на більшу.

Яка ділянка буде нагріватися більше? Зрозуміло, менша, оскільки там зосереджені промені.

Отже, чим вище Сонце над горизонтом, тим прямолінійніше падають його промені, тим більше нагрівається земна поверхня, а від неї і повітря. Тоді настає літо (рис. 4). Чим нижче Сонце над горизонтом, тим менше кут падіння променів, і тим менше нагрівається поверхню. Настає зима.

Чим більше кут падіння сонячних променів на земну поверхню, тим більше вона висвітлюється і нагрівається.



Рис.3

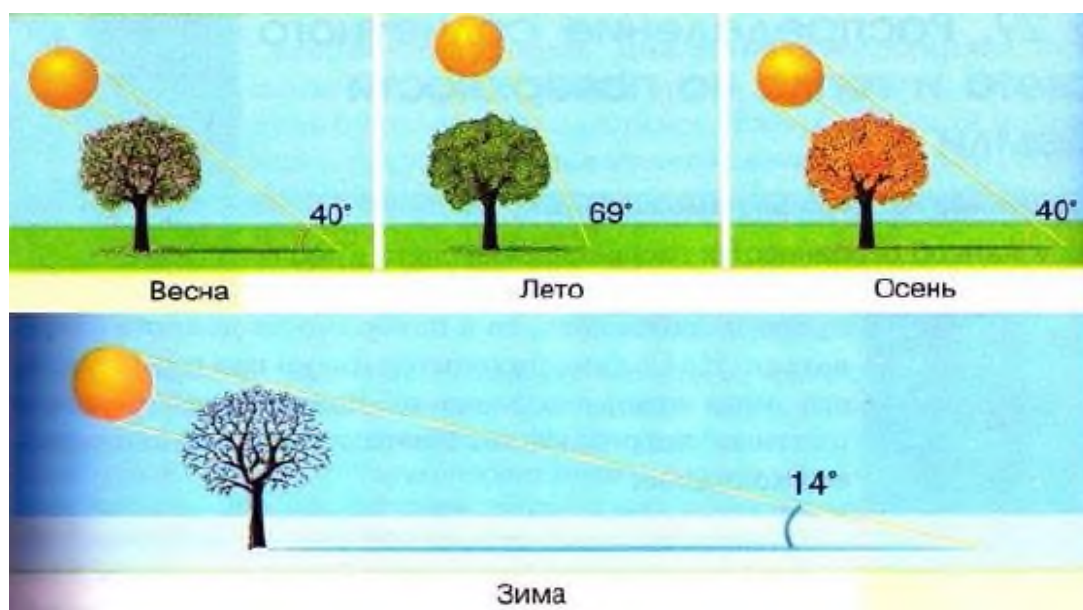


Рис.4

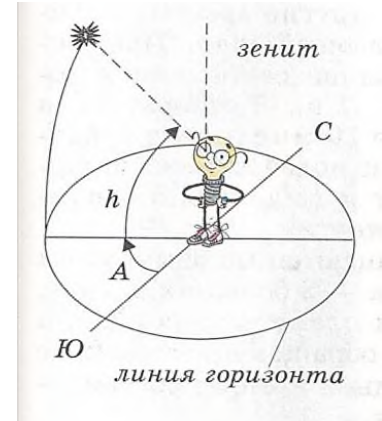
4.1. Астролябія своїми руками

Астрономія тісно пов'язана з фізикою та іншими науками природничого циклу (хімія, біологія, географія). Астрономія використовує фізичні знання для пояснення явищ і процесів, що відбуваються у Всесвіті, для створення астрономічних приладів.

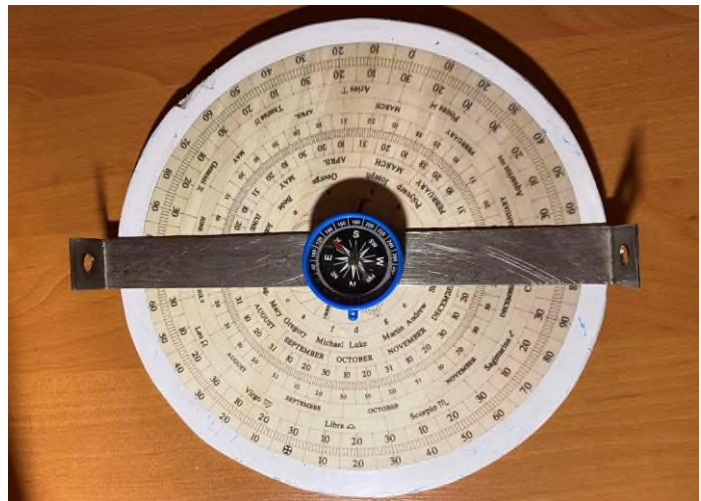
Тисячі років тому були винайдені кутомірні прилади (квадрант, астролябія) – перші астрономічні прилади (рис. 5), за допомогою яких визначали становище світил на небі і час настання небесних

явищ. Астролябія – це старовинний прилад для визначення положення Сонця і яскравих зірок в різний час доби протягом всього року. Я задумалася, чому б не створити власну астролябію, за допомогою якої я зможу визначити висоту Сонця в зимовий період і порівняти з висотою Сонця влітку. Астролябію можна зробити, маючи компас і транспортир. Решта необхідні деталі, щоб не спотворювати показання компаса, потрібно виготовляти з підручних немагнітних матеріалів.

Потрібно вирізати диск текстоліту. Діаметр диску повинен бути таким, щоб на ньому розмістилася кругова шкала (лімб) з транспортиром і за нею залишалася б вільне поле шириною 2-3 см. У мене був транспортир з дугою діаметром 12 см, то я взяла диск діаметром 20 см.



Інша важлива деталь майбутньої астролябії – візирна планка. Її виготовила з нержавіючої пластини шириною 3 см і довжиною, що перевищує діаметр диска на 5 см. Виступаючі за край диска кінці смужки вигнула під прямим кутом вгору і зробила в них кругові візирні отвори. На горизонтальній частині планки симетрично центру зробила два широкі прорізи, щоб через них можна було бачити показання лімба. Готову до монтажу візирну планку її серединою за допомогою болта, шайб і гайок прикріпила до центру диска так, щоб вона могла обертатися в горизонтальній площині. На візирну планку по центру прикріпила компас. Для цього, як і для установки кругової шкали, використала наявні в продажу.



4.2. Застосування моделі астролябії.

Положення світила визначається азимутом і висотою. Дамо визначення цих понять.

Азимут (рис. 6) називається дуга лінії горизонту відраховуємо від точки півдня (S) на захід (W) до точки перетину з

колом висоти. Азимут може набувати значень від 0^0 до 360^0 .

Висотою (рис. 6) називається дуга кола висоти, яка відраховується від точки перетину з горизонтом до світила. Чим вище світило над горизонтом, тим більше його висота h . Якщо світило на горизонті, то його висота 0^0 , а якщо світило в зеніті, то його висота 90^0 .

4.3. Принцип дії.

1. Для проведення вимірювань необхідно навести астролябію на об'єкт.

2. Стрілка, яка вказує напрямок вниз, повинна збігатися з ниткою виска.

3. Наскрізні отвори, що знаходяться на рухомій частині наводять на об'єкт таким чином, щоб він знаходився в центрі.

4. За курсором виміряти кут.

5. Експеримент.

Кожен день я стежила за погодою. У лютому у нас було 17 сонячних днів з 29.

Протягом усього місяця я за допомогою моєї астролябії вимірювала кут падіння сонячних променів.

Потім використовуючи онлайн калькулятор PLANETCALC розрахувала висоту Сонця над горизонтом в моєму місті. Для розрахунку нам знадобилися координати Миколаєва: $46^{\circ}57'$ п.ш і $31^{\circ}59'$ с.д.

Усі отримані результати я внесла в таблицю.

З таблиці ми бачимо, що виміряна висота Сонця не співпадає з розрахунковою.

Є помилка в моїх вимірюваннях. Ці значення ми можемо проаналізувати. За один місяць висота Сонця над горизонтом змінилася на $8,78^0$. Можемо

Дата	Розрах.	Вимір
01.02.2020	19,82	17,00
02.02.2020	20,07	18,00
03.02.2020	20,32	18,00
04.02.2020	20,58	19,00
05.02.2020	20,85	19,00
10.02.2020	22,26	21,00
11.02.2020	22,56	21,00
12.02.2020	22,86	22,00
13.02.2020	23,17	22,00
14.02.2020	23,48	23,00
15.02.2020	23,79	23,00
16.02.2020	24,11	23,00
17.02.2020	24,44	24,00
18.02.2020	24,76	24,00
19.02.2020	25,10	25,00
20.02.2020	25,43	25,00
22.02.2020	26,11	25,00
23.02.2020	26,46	26,00
29.02.2020	28,60	26,00

знайти швидкість зміни висоти.

$$\Delta t = 29 \text{ діб} = 696 \text{ годин}$$

$$\Delta h = 28,60 - 19,82 = 8,78^\circ$$

$$\frac{\Delta h}{t} = \frac{8,78}{696} = 0,0126 \frac{\text{град}}{\text{год}}$$

Мені стало цікаво, як буде змінюватися висота Сонця влітку. Тому значення висоти Сонця я розрахувала за допомогою програми PLANETCALC для 31 дня липня. Будемо вважати, що всі дні в липні будуть сонячними. Значення занесла до таблиці.

$$\Delta t = 31 \text{ діб} = 744 \text{ год}$$

$$\Delta h = 56,70 - 52,37 = 4,33^\circ$$

$$\frac{\Delta h}{t} = \frac{4,33}{744} = 0,0058 \frac{\text{град}}{\text{год}}$$

Після моїх обчислень можна зробити висновок, що швидкість зміни висоти Сонця над горизонтом у лютому більша, ніж у липні. Вона змінюється безперервно і послідовно протягом дня і залежить від пори року і географічної широти місця.

дата	розрахунок
01.07.2019	56,70
02.07.2019	56,62
03.07.2019	56,53
04.07.2019	56,44
05.07.2019	56,34
06.07.2019	56,24
07.07.2019	56,13
08.07.2019	56,02
09.07.2019	55,90
10.07.2019	55,78
11.07.2020	55,66
12.07.2020	55,53
13.07.2020	55,40
14.07.2020	55,26
15.07.2020	55,12
16.07.2020	54,98
17.07.2020	54,83
18.07.2020	54,68
19.07.2020	54,52
20.07.2020	54,36
21.07.2020	54,20
22.07.2020	54,03
23.07.2020	53,86
24.07.2020	53,51
25.07.2020	53,33
26.07.2020	53,14
27.07.2020	52,95
28.07.2020	52,76
29.07.2020	52,68
30.07.2020	52,57
31.07.2020	52,37

Висновок.

Я вирішила за допомогою астролябії досліджувати висоту Сонця над горизонтом і з'ясувала, що вона змінюється безперервно і послідовно протягом дня і залежить від пори року і географічної широти місця. Для більш південних широт період високого стояння Сонця починається раніше за часом року і за часом дня і закінчується пізніше. Для північних широт, навпаки, починається пізніше і закінчується пізніше.

Я живу в місті Миколаєві, а це $46^{\circ}57'$ п.ш і $31^{\circ}59'$ с.д. Я переконалася в тому, що в зимовий період висота Сонця значно менше, ніж в літній. Промені падають на поверхню землі під меншим кутом, отже поверхню отримує менше тепла, слабкіше нагрівається.

Зміна висоти Сонця, а отже й кута падіння променів, у залежності від широти – головна причина зональності клімату, ґрунтового-рослинного покриву та ландшафту в цілому.

Використана література

1. <https://collectedpapers.com.ua/ru/day-and-night-seasons/chomu-vlitku-teplishe-nizh-zimoyu>.
2. <http://timezone.ru/suncalc.php?tid=11265>.
3. <https://planetcalc.ru/>.
4. <https://www.gismeteo.ua/weather-mykolaiv-4983/>.
5. <http://istoriya-foto.ru/books/item/f00/s00/z0000014/st011.shtml>.
6. [6\)https://xn----8sbiecm6bhdx8i.xn](https://xn----8sbiecm6bhdx8i.xn)
[p1ai/%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%86%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%BC%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0.html](https://xn----8sbiecm6bhdx8i.xn/p1ai/%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%86%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%BC%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0.html).
7. <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/astronom/22937/>.

Модель сонячної системи



Ясногор Лілія, учениця 7 класу
Прибузької ЗОШ І–ІІІ ступенів
Прибузької сільської ради
Доманівського району.

Керівник: **Гладир Світлана
Тимофіївна**,
учитель фізики, учитель-методист

Призначення приладу. Прилад призначений для демонстрування моделі сонячної системи; вивчення фізичної природи планет сонячної системи у 5 класі на уроках природознавства та в 11 класі на уроках астрономії; порядку розташування та закономірностей руху планет навколо Сонця, їх конфігурації.

Будова приладу

Основа моделі сонячної системи виготовлена з прозорого пластику синього кольору із нанесенням орбіт руху планет. Розміщена на підставці, що дозволяє їй тримати вертикальне положення.

Моделі планет та Сонця виготовлені з пластмаси з приблизним дотриманням масштабу та відповідного кольору. Мають підсвічування світлодіодними лампами.

На зворотній стороні диску розміщена коротка інформація про фізичні характеристики планет.

Моделі планет розміщені на диску згідно з місцем розташування на орбіті відносно Сонця.

Система електроживлення знаходиться на зворотній стороні диску.

Робота з приладом

Під час замикання електричного кола, моделі планет підсвічуються світлодіодними лампами. Завдяки цьому створюється краща видимість, що дає можливість привернути увагу учнів, зацікавити яскравою моделлю.

Номінація «Власна технічна творчість»

Гармата Гауса

Балануца Нікіта, учень 11 класу

Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 3

Миколаївської міської ради.

Керівник: *Федорова Ольга Володимирівна*,
учитель фізики та математики, учитель-методист

Технічний паспорт

Призначення та галузь використання.

Електромагнітна зброя – зброя, у якій для надання початкової швидкості снаряду використовується магнітне поле, або енергія електромагнітного випромінювання використовується безпосередньо для ураження цілі. Електромагнітна зброя дійсно існує і навіть розглядається як перспективний напрям розвитку озброєнь у сучасному світі, де війни вже ведуться за допомогою складної, високотехнологічної та високоточної зброї.

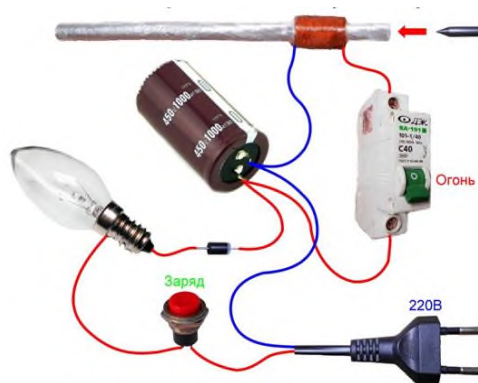
Теоретично можливе застосування гармат Гауса для запуску легких супутників на орбіту так як при стаціонарному використанні є можливість мати велике джерело енергії. Основне застосування – аматорські установки, демонстрація властивостей феромагнетиків. Також досить активно використовується в якості дитячої іграшки або саморобної установки.

Гармата Гауса досить популярна в науковій фантастиці, де виступає як високоточна персональна зброя, а також як стаціонарна високоточна та (рідше) високошвидкісна зброя.

Технічні данні, комплектність.

Електрична схема створеної гармати Гауса

Принцип дії. Гармата Гауса – один із різновидів електромагнітного прискорювача мас. Названа ім'ям великого німецького вченого Карла Гауса, який досліджував фізичні принципи електромагнетизму, на яких і засновано дію пристрою.



Гармата Гауса складається з соленоїда, всередині якого перебуває ствол (як правило, з діелектрика). В один з кінців ствола вставляється снаряд (зроблений із феромагнетика).

При пропусканні електричного струму в соленоїді виникає магнітне поле, яке прискорює снаряд, «втягуючи» його всередину соленоїда. На кінцях снаряда при цьому утворюються полюси, симетричні полюсам котушки, через що після проходження центру соленоїда снаряд притягується в зворотному напрямку, тобто гальмується.

Для найбільшого ефекту імпульс струму в соленоїді має бути короткочасним і потужним. Як правило, для отримання такого імпульсу застосовуються електричні конденсатори з високою робочою напругою. Параметри обмотки, снаряда і конденсаторів мають бути узгоджені таким чином, щоб під час пострілу до моменту підльоту снаряда до середини обмотки струм в останній вже зменшувався до мінімального значення, тобто, заряд конденсаторів має бути вже повністю витраченим. У такому випадку ККД односхдинкової гармати Гауса буде максимальним.



Заміри роботи

Використання конденсатора ємністю $C_1 = 100 \text{ мкФ}$

№	Розмір снаряду, см	Дальність польоту, см
1	15	146
2	15	152
3	22	142
4	22	138

Використання конденсатора ємністю $C_2=220$ мкФ

№	Розмір снаряду, см	Дальність польоту, см
1	15	192
2	15	196
3	22	189
4	22	188

*Використання конденсатора ємністю $C_3=C_1+C_2=320$ мкФ
(паралельне з'єднання C_1 та C_2)*

№	Розмір снаряду, см	Дальність польоту, см
1	15	235
2	15	264
3	22	217
4	22	229

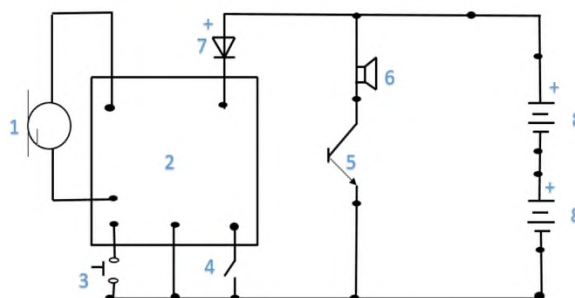
Техніка безпеки, правила використання.

1. Гармата працює від напруги 220 В, тому пам'ятаємо правила користування електроприладами.
2. Не торкатися корпусу та частин гармати після включення.
3. Не ставити руки напроти отвору (дула гармати).

Діюча модель диктофона

Беліченко Маргарита, учениця 7 класу,
Беліченко Світлана, учениця 4 класу
 Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 3
 Первомайської міської ради.
 Керівник: **Беліченко Людмила Володимирівна**,
 учитель фізики.

1. Мікрофон.
2. Інтегральна схема цифрового запису.
3. Кнопка.
4. Вимикач.
5. NPN-транзистор.
6. Динамік.
7. Діод.
8. Джерело струму.



Театр тіней

Волошина Яна, учениця 8 класу
Прибузької ЗОШ І–ІІІ ступенів
Прибузької сільської ради Доманівського району.
Керівник: **Гладир Світлана Тимофіївна**,
учитель фізики, учитель-методист.

Технічний паспорт

Призначення приладу

Прилад призначений для демонстрування доказів закону прямолінійного поширення світла:

- утворення тіні та напівтіні;
- залежність розмірів тіні від відстані до екрану.

Також, для показу театральних вистав учням молодших класів.

Будова приладу

Картонна коробка розміром 30х20х10 см з кришкою.

Дно коробки з білого пергаменту слугує екраном театру.

Персонажі народної казки «Колобок» виготовлені з кольорового паперу, наклеєні на цупкий картон та прикріплені на дерев'яну основу.

Джерело світла – ліхтарик мобільного телефону користувача приладом.

Робота з приладом

Картонну коробку розташувати білим екраном до учнів. Увімкнути джерело світла, розмістивши його за екраном. Демонструвати різні тіла за екраном або персонажі казки відповідно до сюжету, утворюючи їх тіні.



Модель освітлення вулиць міста

Гурсєв Арсеній, Кулієв Алі Магір огли, Онищенко Роман,
учні 8 класу Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 42

Миколаївської міської ради.

Керівник: *Мостова Наталя Вікторівна,*
учитель фізики, учитель-методист.



Всередині моделі мікросхема, яку учні запрограмували.

Працює від елемента на 9 В, у кришці коробки розміщено світлодіод. При зміні освітленості вмикається лампочка.

Модель демонструє явище фотоефекту.

Можна використовувати в якості демонстрації на уроках фізики та інформатики.

Комікс-шарж «Історія відкриття радіоактивного випромінювання»

Іваненко Дар'я, учениця 9 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 10
Миколаївської міської ради.
Керівник: Ізюта Альона Володимирівна,
учитель фізики та астрономії.

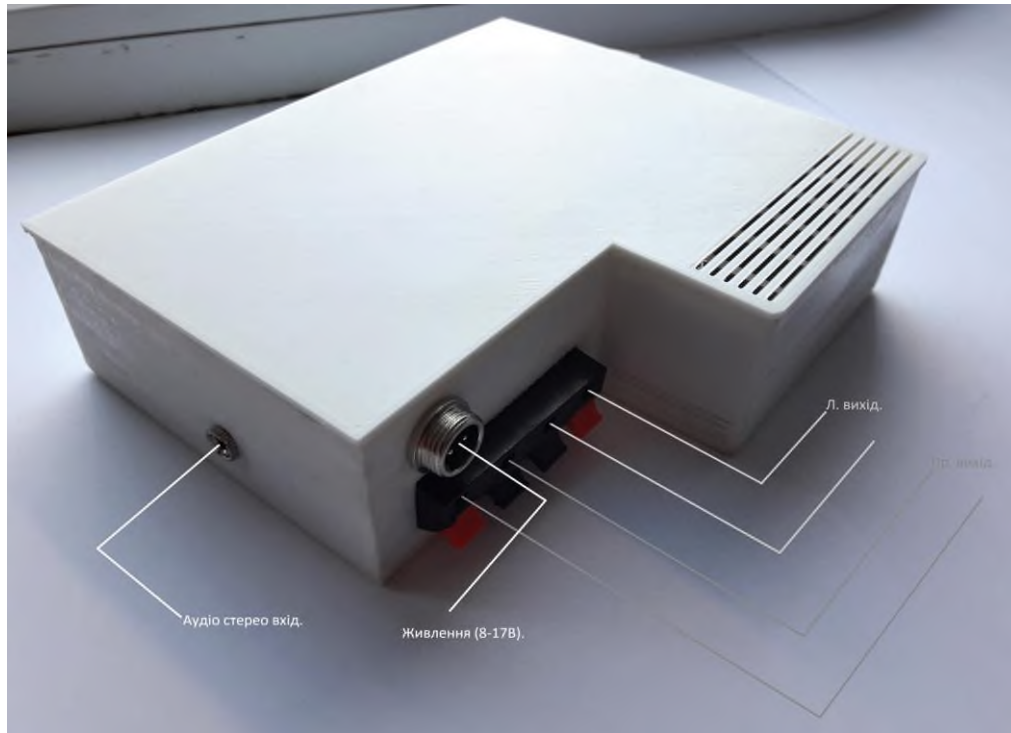




Аудіопідсилювач

Коваленко Олександр, учень 9 класу
Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 4
Первомайської міської ради.
Керівник: **Кавака Людмила Григорівна**,
учитель фізики, учитель-методист.

Підключення:



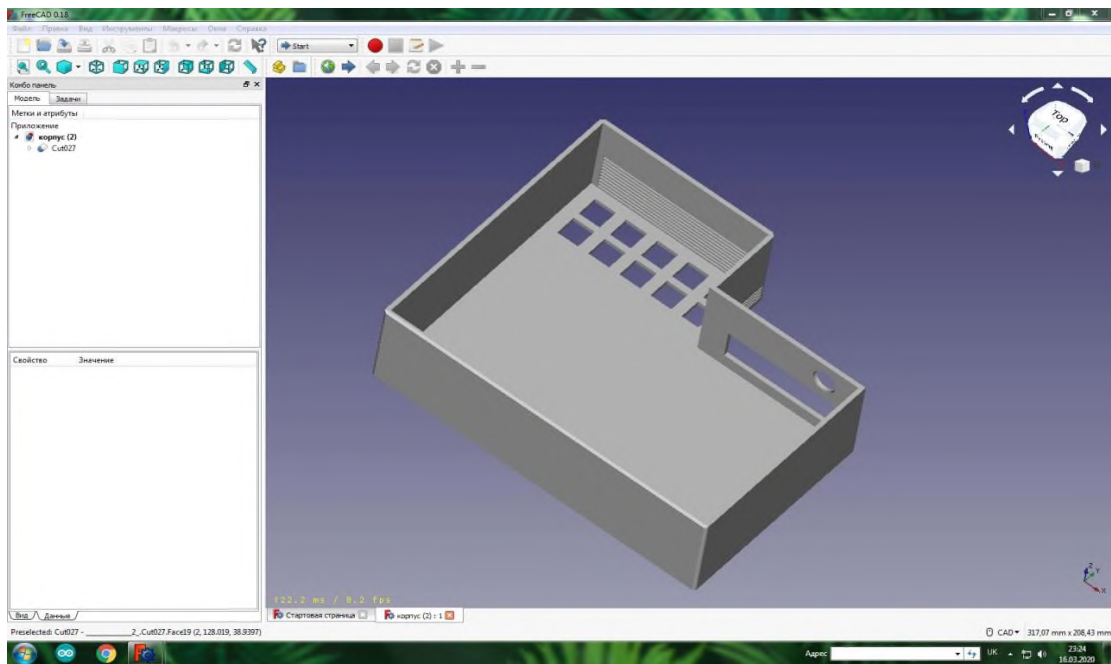
Даний підсилювач розроблений для поєднання у собі високої потужності, компактності, якості та надійності. А головне – простоти у використанні.

Характеристики:

Вих. потужність:	30 Вт/канал (при живленні 17 В).
Напруга живлення:	8-17 В.
Головна мікросхема:	TDA7377.

Корпус був змодельований автором у програмі FreeCAD.
Корпус виготовлено за використанням технологій 3D друкування пластику.
(3D принтер).

Вигляд готової електронної 3D моделі без кришки:

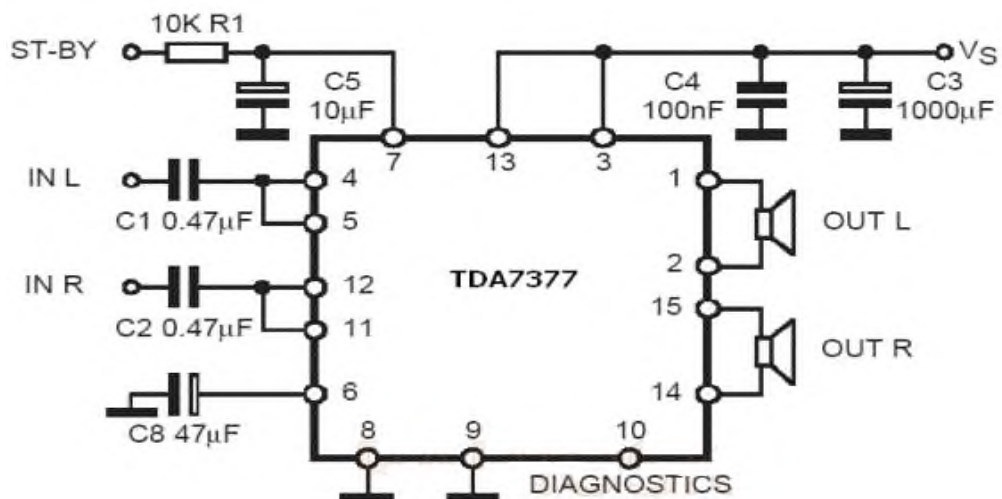


Внутрішній вигляд

Відео



Електронна принципова схема приладу:



(Схема готового підсилювача модифікована за для підвищення якості звучання та надійності приладу.)

Прилад є першим прототипом.

Гідравлічний ківш

Коренда Микита, учень 8 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 6
Миколаївської міської ради.
Керівник: *Єфремова Олена Анатоліївна*,
учитель фізики



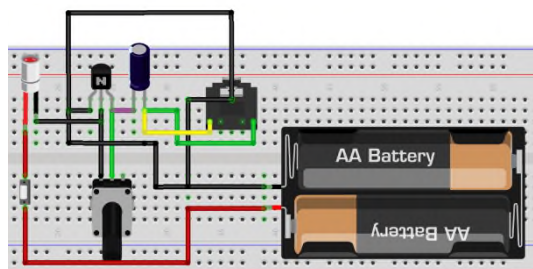
Передавач звуку. Звуколазер - 3000

Король Данило, Золін Юрій, учні 11 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 12
Миколаївської міської ради.
Керівник: *Грищенко Людмила Сергіївна*, учитель фізики.

Принципова схема

Будова

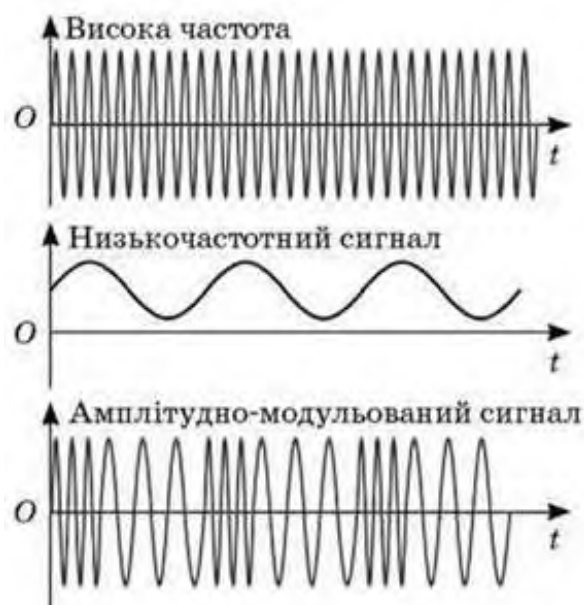
- Телефон
- Аудіо гніздо 3.5 мм
- Перехідник
- Транзистор біполярний кт-805



- Роздільний конденсатор
- Потенціометр
- Два бокси для батарейок
- Сонячна панель
- Компактний підсилювач
- Динамік

Передача інформації по променю лазера у вигляді звуку

Для передачі енергії електромагнітної хвилі використовують високочастотні коливання, а коливання низької частоти застосовують лише для зміни високочастотних коливань, або, як прийнято говорити, для їх модуляції. На приймальній станції з цих складних коливань за допомогою спеціальних методів знову виділяють коливання низької частоти, які після підсилення подають на гучномовець (демодуляція або детектування коливань).



Амплітуду коливань електромагнітної хвилі змінюють відповідно до низькочастотного (звукового) коливального процесу, який передається разом з електромагнітною хвилею.

Для здійснення амплітудної модуляції електромагнітних коливань у радіотехніці опрацьовані різні способи. Одним з них є зміна напруги джерела енергії автогенератора. Для цього достатньо увімкнути послідовно з джерелом постійної напруги U_1 джерело, напруга якого U_2 змінюється за певним законом.

У місці приймання сигналів під впливом електромагнітної хвилі передавача в антені приймача збуджуються модульовані струми високої частоти, тотожні струмам в антені передавача, але слабші. Однак ці струми не придатні для безпосереднього одержання сигналу.

Тому з модульованих високочастотних коливань у приймачі необхідно виділити низькочастотні звукові коливання. Це робиться

так. Модульовані коливання спочатку пропускають через вакуумний чи напівпровідниковий діод — випрямляють їх. Графік коливань сили струму в колі діода матиме вигляд, показаний на малюнку.

Оскільки ці струми сильно відрізняються за частотою, їх можна легко відокремити один від одного. Для цього досить увімкнути в коло діода таке розгалуження, щоб одна гілка становила великий опір для високочастотних струмів і малий для низькочастотних, а друга, навпаки, малий опір для високочастотних і великий для струмів звукової частоти. Таким розгалуженням є паралельне з'єднання конденсатора й навантаження (телефона). Струми високої частоти пройдуть переважно через конденсатор, а низької — через телефон. Мембрана телефона коливатиметься так само, як мембрана мікрофона, і ми почуємо звук, виголошений перед мікрофоном. Невеликі пульсації струмів високої частоти помітно не впливають на коливання мембрани і не сприймаються на слух.

Процес модуляції полягає в зміні одного або декількох параметрів високочастотного коливання за законам, переданого повідомлення (низькочастотного коливання).

Аналоговий звуковий сигнал посилюється за допомогою транзистора і передається на лазер, відправляється зі швидкістю світла, приймається за допомогою сонячної панелі і через плату підсилювача виводиться на динамік, перетворюючись у звук. Передача аналогова. Тобто звук має форму коливань напруги з різними частотою та амплітудою. За допомогою транзистора ці коливання посилюються і передаються на лазер. Тобто лазер блимає з різною яскравістю та частотою, повністю повторюючи за звуком. Сонячна панель приймає цей сигнал і перетворює коливання світла назад на коливання напруги, які в свою чергу гойдає динамік. Таким чином з'являється звук.



Дозиметр

Куропаткін Олександр, учень 9 класу
Южноукраїнської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 4
Южноукраїнської міської ради.
Керівник: *Леменчук Лариса Олександрівна*,
учитель фізики та астрономії.

Вступ. Усе розпочалося з проекту «Робота побутового дозиметра». Переді мною виникло декілька питань:

- яким чином люди отримують достовірну інформацію про рівень радіації;
- чи правильні дані показників рівня радіації у нашому місті та в головному офісі атомної електростанції;
- чи зможу я створити прилад для вимірювання рівня радіації?

Мета роботи: вивчити особливості радіаційної обстановки Южноукраїнська та 30-ти кілометрової зони. Створити побутовий дозиметричний прилад. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання

Завдання:

- опрацювати літературні джерела, наукові дослідження щодо питання;
- сконструювати побутовий дозиметр;
- оцінити собівартість приладу;
- оцінити за його допомогою радіаційну обстановку в місті проживання і на виробничих об'єктах.

Гіпотеза: у домашніх умовах можна сконструювати дозиметричний прилад і за його допомогою визначити рівень радіації у квартирі і на різних об'єктах.

Актуальність теми. Місто Южноукраїнськ є супутником атомної електростанції. Окремі блоки вже виробили свій ресурс, але термін експлуатації їх продовжили, так як споживання електроенергії росте. Попри те, що проектувальники гарантують екологічну безпеку роботи цих об'єктів, наростає стурбованість населення, що мешкає у цьому регіоні. Якщо про техногенні забруднення докільля ми можемо робити висновки за своїми спостереженнями, то радіоактивне випромінювання недоступне для наших органів чуття. Тому для його виявлення потрібні спеціальні прилади.

Радіація є важливим екологічним чинником, що впливає на живі організми, зокрема, на людей. У вік атомної енергетики і промисловості радіація знайшла застосування в багатьох галузях науки і техніки.

У сільському господарстві за допомогою радіоактивних ізотопів проведені дослідження, які показали, як засвоюють рослини різні види добрив. Застосування ампул із радіоактивними ізотопами в металургії дозволяють контролювати зношування кладки плавильних печей без їх зупинки. Визначити товщину олов'яного покриття на жесті при лудінні можна, вимірявши відбите від підкладки випромінювання. Таким же чином вимірюють товщину лакофарбних і інших покриттів. Якщо перед посівом опромінювати невеликою дозою іонізуючого випромінювання насіння сільськогосподарських культур, то вони швидше проростають, раніше дозрівають і дають більше врожаю. А при збільшенні дози опромінення насіння з'являються рослини зі зміненими властивостями. Цей метод виведення нових видів рослин називається радіоселекцією.

Загалом, ученим вдалося поставити мирний атом на службу людям. Але як виміряти потужність і сумарну дозу випромінювання, з яким доводиться працювати? Знати точний рівень випромінювання необхідно: радіація у великих дозах небезпечна для життя і здоров'я. Тут без дозиметра ніяк не обійтися. А у найбільших техногенних катастрофах таких, як: аварія на АЕС Тримайл-Айленд (США, 1979), ЧАЕС (СРСР, 1986) і Фукусіма-1 (Японія, 2011), дозиметр життєво необхідний.

Також надійний дозиметр потрібний і в звичайному повсякденному житті. Трагічний випадок радіоактивного зараження в Краматорську в 1980-1981 рр., коли при будівництві житлового будинку в стіну була замурована ампула з цезієм-137 розмірами 4 на 8 мм, що випромінювала 200 Р/год, внаслідок чого загинули 4 дитини і 2 дорослих, а 17 чоловік отримали інвалідність, говорить про те, що побутові дозиметри мають бути доступні кожному простому громадянину, щоб уникнути подібних випадків.

У нашій школі немає дозиметра. Хоча ми живемо біля атомної станції. Мені було цікаво – скільки коштує датчик радіації. Ціна мене вразила – від 3000 до 5000 грн! А що, якщо самому спробувати сконструювати побутовий дозиметр? Та ще оцінити його собівартість?

Оскільки дозиметр є свого роду «шостим чуттям» людини, то він повинен бути компактним, щоб зручно було його носити з собою; не енергоємним, щоб споживав малий струм і забезпечував довгий час роботи; надійним – відмова приладу має бути виявлена негайно. Та й діапазон вимірів має бути великим – щоб можна було вимірювати високі рівні. Виконуючи цю роботу, можна відчувати себе активним дослідником невидимого випромінювання, зайнятися створенням і апробацією електронного пристрою для виміру рівня радіації.

Розділ 1. Радіація

1.1. Іонізуюче випромінювання

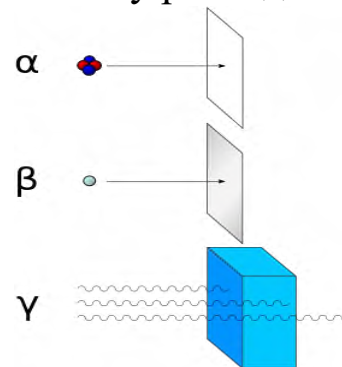
Іонізуюче випромінювання, або іонізуюча радіація – потоки електромагнітних хвиль або частинок речовини, що здатні при взаємодії з речовиною утворювати в ній іони. До іонізаційного випромінювання відносять альфа-, бета-, гамма-промені, рентгенівське випромінювання, а також інші високоенергетичні заряджені частинки на кшталт протонів та іонів, отриманих у прискорювачах. При проходженні через речовину нейтрони не іонізують її атомів, однак іонізація відбувається внаслідок вторинних процесів при поглинанні нейтронів ядрами, вибиванні протонів або при розпаді нейтронів на протон та електрон чи на антипротон та позитрон.

У повсякденних умовах одним із джерел іонізації є космічні промені.

Типи радіаційного випромінювання

У результаті радіоактивного розпаду, поділу ядра, термоядерного синтезу і при роботі прискорювачів частинок можна отримати різні види іонізуючого випромінювання. Зокрема:

- *Альфа-промені* – потік альфа-частинок, тобто ядер гелію-4. Альфа-частки, що створюються при радіоактивному розпаді.
- *Бета-промені* – це потік електронів, що виникає при бета-розпаді; для захисту від бета-частинок енергією до 1 МЕВ достатньо алюмінієвої пластини завтовшки декілька міліметрів.
- *Гамма-промені* мають набагато більшу проникну здатність, оскільки складаються з високоенергетичних фотонів, що не мають заряду; для захисту від гамма-променів ефективні важкі



елементи (свинець тощо).

Проникна здатність всіх видів радіації залежить від енергії їх частинок.

Рівень іонізуючої здатності

Термін висока іонізуюча здатність відноситься до променів при взаємодії яких з речовиною спостерігається висока щільність утворення іонів уздовж траєкторії.

Альфа-частинки й інші відносно важкі заряджені частинки відносять до променів з високою іонізуючою здатністю.

Бета-частинки викликають меншу іонізацію уздовж траєкторії руху, ніж альфа-частинки, тому їх відносять до променів з середньою іонізуючою здатністю.

Рентгенівські і гамма-промені продукують найменшу кількість іонів, проходячи через поглинач, і тому їх відносять до променів з низькою іонізуючою здатністю.

Нейтрони є окремим випадком, тому що вони не викликають безпосередню іонізацію. Проте продукти їхньої взаємодії з речовиною можуть мати високу, середню або низьку іонізуючу здатність.

1.2. Дозиметрія

Дозиметрія – самостійний розділ прикладної ядерної фізики, що розглядає фізичні величини, що характеризують поле іонізаційного випромінювання та взаємодію випромінювання з речовиною, а також принципи і методи визначення цих величин. Вона має справу з такими фізичними величинами, які пов'язані з очікуваним радіаційним ефектом. Важливою задачею дозиметрії є визначення дози випромінювання в різних речовинах, насамперед у тканинах живого організму для виявлення, оцінки і попередження будь-якої можливої радіаційної небезпеки для людини, та для розробки спеціальних засобів і методів радіаційного захисту.

Види дозиметрії.

● Індивідуальна дозиметрія.

Індивідуальна дозиметрія є дуже важливою частиною персонального захисту від негативних наслідків радіаційного опромінення для здоров'я і безпеки людей, які за родом своєї діяльності зіштовхуються з підвищеним радіаційним фоном, працюють з джерелами іонізаційного випромінювання, або піддаються опроміненню внаслідок спеціальних медичних

процедур. До них належать персонал атомних електростанцій, рентгенологи, медичні працівники відділень променевої терапії, робітники в чорнобильській зоні відчуження та інші. Так як пошкодження людського організму радіацією є кумулятивним і пов'язано з загальною отриманою дозою, всі дозиметричні дані такої категорії людей (так званої категорії А за «Нормами радіаційної безпеки України 97») контролюються і регулюються законодавчо та зберігаються в спеціальних базах даних. Окремо виділяється і контролюється група людей, що отримує дозу випромінювання в медичних діагностичних або лікувальних цілях.

● Клінічна дозиметрія

Клінічна дозиметрія насамперед є невід'ємною частиною променевої терапії, а також має місце при діагностичних процедурах, де використовується іонізуюче випромінювання (наприклад, комп'ютерна томографія, позитрон-емісійна томографія). Основною метою клінічної дозиметрії є вибір оптимального просторово-часового розподілу поглиненої енергії випромінювання в тілі пацієнта і кількісний опис цього розподілу.

Клінічна дозиметрія використовує числові й емпіричні методи. Числові методи використовуються для планування променевої терапії і засновані на відомих фізичних законах взаємодії різних видів випромінювання з речовиною. До них належать метод тонкого проміння, аналітичний анізотропний алгоритм (ААА) та інші. Емпіричні методи засновані на моделюванні медичної ситуації з подальшим вимірюванням поглиненої дози в тканинно-еквівалентних фантомах за допомогою іонізаційних камер.

● Технічна (промислова) дозиметрія

У галузях промисловості, де використовується іонізуюче випромінювання різних типів або реакції ядерного розпаду, для оцінки параметрів отриманих полів, поглинутої дози зразків, або продуктів ядерного розпаду використовується технічна дозиметрія, яка оперує методами визначення дози для сильних радіаційних полів (наприклад, при радіаційній стерилізації зразок накопичує дозу 30–60 кГр).

На сьогодні в радіаційно-технологічних процесах домінуючими є гамма- та електронні поля, які створюються високоактивними джерелами випромінювання (^{60}Co , ^{137}Cs), або на потужних прискорювачах елементарних частинок різних конструкцій. У технічній дозиметрії, аналогічно з клінічною, для визначення

поглиненої дози зразка будують глибинні і профільні дозові розподіли, карти ізодоз.

- **Дозиметрія навколишнього середовища**

Природний радіаційний фон, радіаційному навантаженню від якого зазнає все населення планети, виникає через космічне випромінювання та природні радіоактивні нукліди, що знаходяться у верхніх шарах земної кори. Додатковими джерелами радіаційного навантаження є штучні радіонукліди, які потрапили в довкілля внаслідок вибухів воєнних ядерних пристроїв, радіаційних аварій, а також при мирному використанні атомної енергії. Найбільше дозове навантаження припадає на радіонукліди з радіоактивних сімейств радію, торію і актинія. Відомо, що газ радон може накопичуватися в будинках, які побудовані на ділянках його локалізації. Радон є одним із основних причин раку і за оцінками його внесок становить близько 2 % від всіх випадків смерті, пов'язаних з раком в Європі.



Зображення радіологічної картограми, на прикладі радіонуклідного забруднення цезієм-137 у Чорнобильській зоні

Урахування таких факторів є важливим у радіаційному захисті населення та радіаційній екології. Вимірювання і облік вкладу дози від природного фону або внаслідок позаштатних ситуацій здійснюється спеціальними державними службами або підрозділами підприємств, які спеціалізуються на радіаційній безпеці. Для експертної оцінки спеціалісти з радіаційної безпеки створюють дозиметричні та радіологічні картографи різної складності, які потім аналізуються уповноваженими особами.

Типові значення радіаційного фону:

- на вулиці (відкритій місцевості) – 8-12 мкР/год;
- у приміщенні – 15-30 мкР/год.

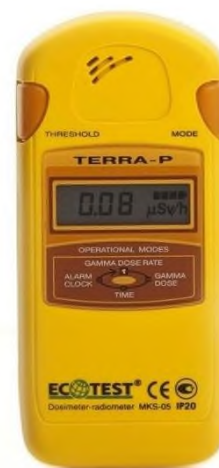
Допустима норма радіаційного фону у приміщеннях – до 50 мкР/год

1.3. Дозиметр

Дозиметр – прилад, який слугує для фіксування потужності радіоактивного випромінювання, вимірювання дози або потужності дози іонізуючого випромінювання, отриманої приладом (і тим, хто ним користується) за деякий проміжок часу, наприклад, за період перебування на деякій території або за робочу зміну. Вимірювання вищезгаданих величин називається дозиметрією.

Іноді «дозиметром» не зовсім точно називають радіометр – прилад для вимірювання активності радіонукліду в джерелі або зразку (в об'ємі рідини, газу, аерозолі, на забруднених поверхнях) або щільності потоку іонізуючих випромінювань для перевірки на радіоактивність підозрілих предметів і оцінки радіаційного стану в даному місці в цей час. Вимірювання вищезгаданих величин називається радіометрією. Рентгенометр – різновид радіометра для вимірювання потужності гамма-випромінювання.

Побутові прилади, як правило, комбіновані, мають обидва режими роботи з переключенням «дозиметр»-«радіометр», світлову або звукову сигналізацію і дисплей для відліку вимірювань. Деякі



сучасні моделі можна надіти на руку, як годинник. Час неперервної роботи від однієї батареї – від декількох днів до декількох місяців.

Діапазон вимірювання побутових радіометрів зазвичай від 10мк Р/год до 9,999 мР/год (0,1 – 99,99 мкЗв/год), похибка вимірювання - до $\pm 30\%$.

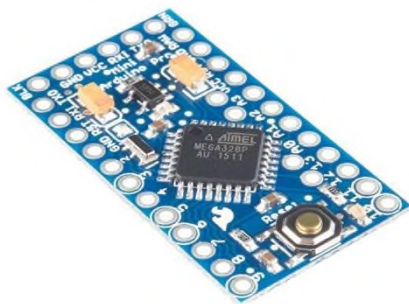
Радіоактивні α -, β -, γ -випромінювання чинять значний вплив на живі організми. Потрапляючи в ту чи іншу речовину, радіоактивне випромінювання передає їй енергію. У результаті поглинання цієї енергії деякі атоми і молекули речовини іонізуються, унаслідок чого змінюється їхня хімічна активність. Життєдіяльність будь-якого організму забезпечується хімічними реакціями, що відбуваються в його клітинах, тому радіоактивне опромінення призводить до порушень функцій майже всіх органів.

Чим більша поглинута речовиною енергія випромінювання, тим більший вплив цього випромінювання на речовину.



2. Конструювання дозиметра

2.1. Головні компоненти



Мозком дозиметра я вирішив використати Arduino Pro Mini 5V 16MHz. Arduino Pro Mini є платою на базі мікроконтролера ATmega328. Він має 14 цифрових входів/виходів (із яких 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), та 6 аналогових входів. Вона була обрана, тому що має невеликі розміри 33×18 мм та тактову частоту мікроконтролера 16 МГц.

Для відображення інформації використано модуль LCD5110, це графічний дисплей, який має роздільну здатність 48×84 рх.

Головною частиною дозиметра є лічильник Гейгера, як було

сказано нижче було обрано СБМ-20. Лічильник Гейгера-Мюллера СБМ-20 широко застосовується в області радіаційного контролю, датчиках обмерзання, задимленості, а також у дефектоскопії.



Діапазон його вимірювання потужності експозиційних доз γ -випромінювання складає від 0,004 мкР/с до 40 мкР/с.

Дозиметричні характеристики СБМ-20:

- максимальна швидкість рахунки ($N_{\max}$) – 4000 імп/с;
- рівень натурального фону (N_{ϕ}) – 60 імп/хв.

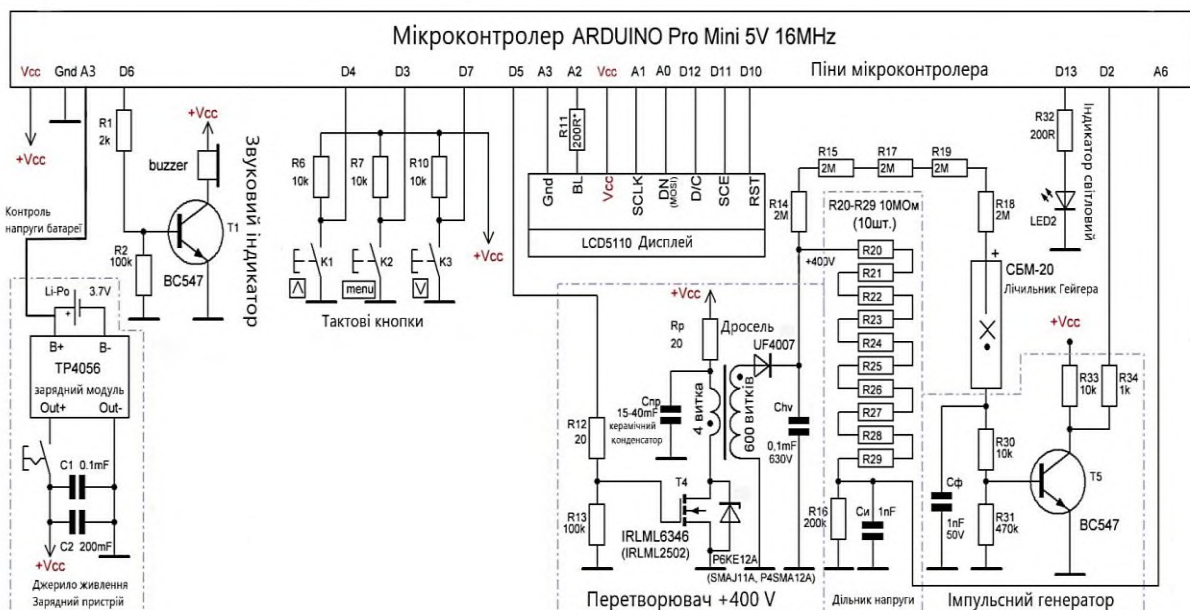
Швидкість рахунку при потужності 4 мкР·с⁻¹ від джерела ¹³⁷Cs - від 240 імп·с⁻¹ до 280 імп·с⁻¹.

Площа робочої зони лічильника 8 см².

Наповнення лічильника – Ne+Br₂+Ar.

Термін служби (кількість імпульсів) виробів лічильники СБМ-20 - не менше 2·10¹⁰.

2.2. Електрична схема

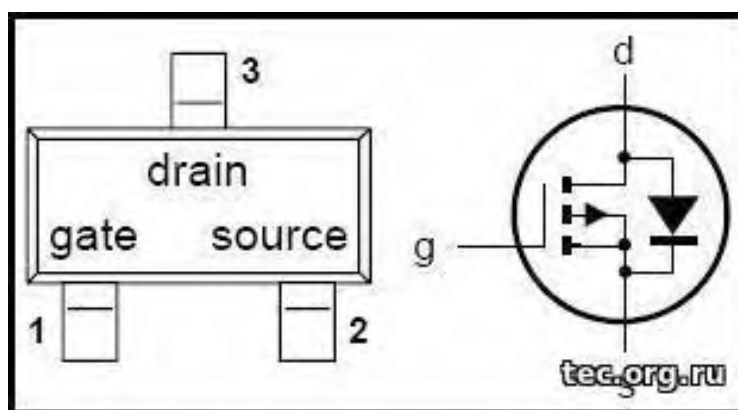


Головною частиною електричної схеми дозиметра є перетворювач.

Як вже було сказано нижче, для роботи СБМ-20 потрібна напруга у 400 В, для цього використовується трансформатор з двома обмотками, перша 4 витки друга 600 витків.

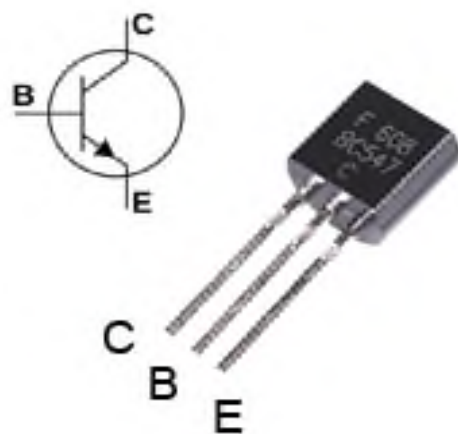
Для цього я використав дросель-гантельку на 10 мГн (діаметр капелюшка 6-8 мм) і намотав поверх 4 витки мідного проводу.

Для розкочки першої обмотки трансформатору використано транзистор IRLML6402



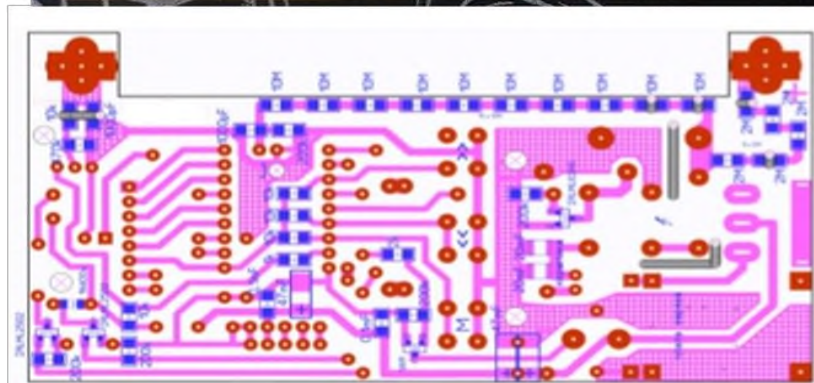
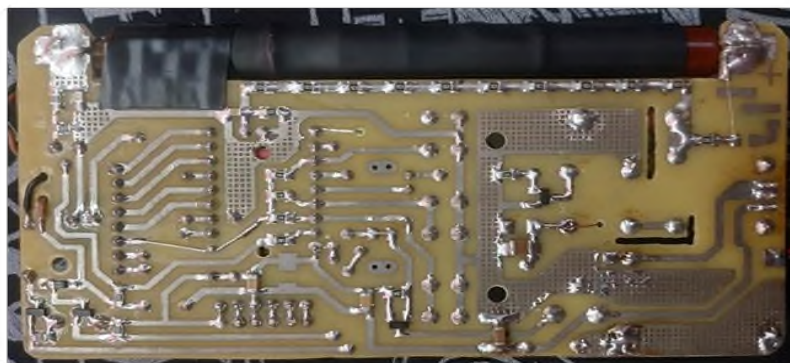
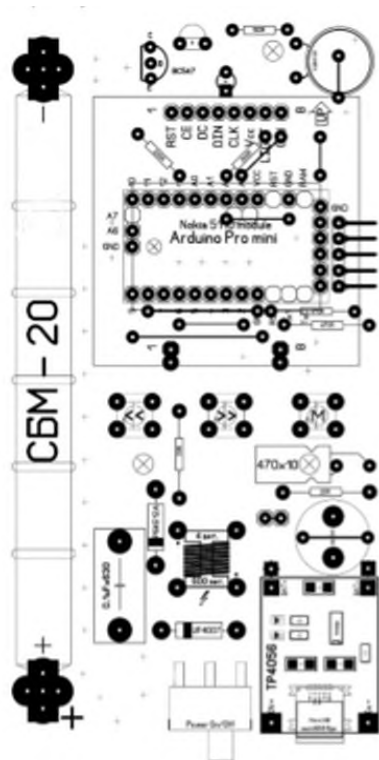
Дільник напруги потрібен для того, щоб дізнаватися про напругу на виході з другої обмотки трансформатора. Завдяки 10 резисторам по 10 МОм напруга знижується у 100 разів, що дозволяє мікроконтролеру вимірювати напругу і завдяки цим даним підлаштовувати кількість імпульсів трансформатора, утримуючи напругу на рівні 400 В.

Імпульсний генератор слугує для перетворення діапазону напруги у момент пробиття лічильника Гейгера у логічний 0 та 1 (0 В, 5 В), які виводяться на цифровий пін мікроконтролера. Для цього використаний транзистор BC547.



2.3. Друкована плата

Для збільшення компактності та підвищення надійності було створено друковану плату.



2.4. Корпус

Корпус було розроблено у програмі КОМПАС-3D.

КОМПАС-3D – система тривимірного проектування, завдяки поєднанню простоти освоєння і легкості роботи з потужними функціональними можливостями твердотільного і поверхневого моделювання.

Далі він був роздрукований на 3D принтері.

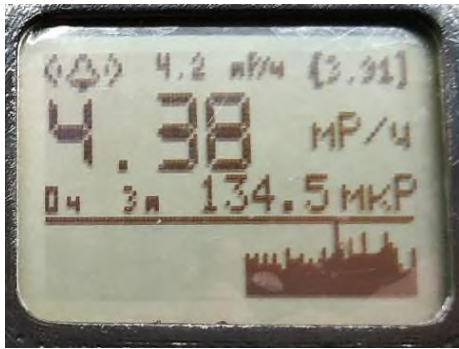


Крім головного корпусу та кнопок була роздрукована ніжка для підтримки екрану над платою.

Були передбачені технічні отвори для гвинтів скріплення двох половинок корпусу та стійки для закріплення плати, крім того отвори під вимикач та під вхід на зарядний пристрій.



2.5. Елементи інтерфейсу та їх використання



При ввімкненні дозиметра на екрані бачимо головну інформацію, це:

1. Напруга батареї.
2. Індикатор повідомлення (якщо радіоактивний фон більше 30мкР/год).
3. Середнє значення декількох вимірів (40 секунд) (висновок за радіаційним фоном).
4. Швидкий 10 секундний результат (має похибку потрібен для швидкого пошуку джерела радіації).
5. Час.
6. Отримана доза радіоактивного випромінювання у мкР.
7. Графік (1 стовпчик=10 секунднему вимірюванню).

Звукова індикація (п'єзоелемент):

1. Кожне фіксоване пробиття лічильника Гейгера , короткочасний писк.
2. 30 мкР/год перший рівень тривоги періодичний довгий писк.
3. 60 мкР/год другий рівень тривоги більш довгий періодичний писк.

Світлова індикація (світлодіод): кожне фіксоване пробиття лічильника Гейгера, короткочасне світіння.



Навігація (три навігаційні кнопки)

1. (-) Одне натискання скидання результатів вимірювань
2. (+) Одне натискання перехід у режим порівняльного вимірювання. Утримання кнопки ввімкнення підсвічування дисплея.
3. (М) Одне натискання підтвердження завершення вимірювання в режим порівняльного вимірювання.



Розділ 3. Випробування

3.1. Вимірювання природного радіаційного фону

Усі результати порівнюються за показниками приладу Белла. (дані на фотографіях нижче не можуть розглядатися як точний висновок, тому що ці прилади є побутовими дозиметрами, тобто не сертифіковані та не проходили перевірку на контрольний ізотоп).

1. Показники дозиметрів над водою штучного технічного водоймища «Ташлицьке водосховище» (служує для охолодження ЮУАЕС) (7,78 км від ЮУАЕС):

Діапазон показників = 9-14 мкР/год.

Середнє значення = 12 мкР/год (фото 1, 2).



Фото 1



Фото 2

2. Показники дозиметрів біля уранових шахт (5,75 км від ЮУАЕС):

Діапазон показників = 16-24 мкР/год.

Середнє значення = 20 мкР/год (фото 3).



Фото 3



Фото 4

3. Показники дозиметрів біля траси (12,5 км від ЮУАЕС):
Діапазон показників = 6-11 мкР/год.
Середнє значення = 8 мкР/год (фото 4).
4. Показники дозиметрів біля річки «Південний Буг» (розташована в гранітному каньйоні). Заміри зроблені біля міського пляжу (3,28 км від ЮУАЕС):
Діапазон показників = 10-14 мкР/год.
Середнє значення = 12 мкР/год (фото 5).
5. Знайдений біля річки камінь (річка «Південний Буг»):
Діапазон показників = 17-27 мкР/год.
Середнє значення = 22 мкР/год (фото 6).



Фото 5.



Фото 6.

6. Камінь біля води (річка «Південний Буг»):
Діапазон показників=8-12мкР/год .
Середнє значення = 10 мкР/год (фото 7).

Фото 7.



7. Граніт знайдено біля шахти. Червоний камінь – це граніт глибокого видобутку (у ньому міститься велика кількість уранової солі) (фото 8). Сірий – це граніт поверхневого видобутку.



Фото 8.

Червоний граніт (фото 9):
Діапазон показників = 50-70 мкР/год.
Середнє значення = 60 мкР/год.

Сірий граніт (фото 10):
Діапазон показників = 9-12 мкР/год.
Середнє значення = 10 мкР/год.



Фото 9.



Фото 10.

8. Показники дозиметрів біля ЮУАЕС: біля дороги (1,1 км від ЮУАЕС), перед енергоблоками (300 м від ЮУАЕС):
Діапазон показників = 9-14 мкР/год (фото 11).
Середнє значення = 11 мкР/год (фото 12).



Фото 11.



Фото 12.

9. Показники перед спорткомплексом «Олімп» (2,47 км від ЮУАЕС) (фото 13):

Діапазон показників = 10-14 мкР/год.

Середнє значення = 12 мкР/год.



Фото 13.

10. Показники біля Радонового озера (у минулому кар'єр) (29,85 км від ЮУАЕС):

Діапазон показників = 25-50 мкР/год.

Середнє значення = 35 мкР/год (фото 14 (1-5)).



Фото 14.

Отже, можна зробити висновок:

1. Середній природний радіоактивний фон у 30-кілометровій зоні ЮУАЕС не перевищує 14 мкР/год, що є кращим показником, ніж у великих містах України таких, як: Київ (17-22 мкР/год), Одеса

(18-25 мкР/год), Харків (15-20 мкР/год). Ці дані були знайдені в інтернеті, деякі з них – офіційний висновок дозиметричних служб. Тим часом, у місті Южноукраїнськ радіаційний фон не перевищує 14 мкР/год (менше 3 км від ЮУАЕС).

2. Місцями з підвищеним радіаційним фоном найчастіше є місця добутку земельних ресурсів (шахти, кар'єри). Але радіаційний фон там не перевищує 60 мкР/год, що для таких підприємств є нормою.

3. Радіоактивний фон гранітів перевищує природний радіоактивний фон, але це норма, бо будь-які граніти містять у собі уранові солі. Крім того, чим глибше під землею граніт, тим більше в ньому концентрація уранової солі.

3.2. Дослідження радіоактивних ізотопів

Для досліджень я знайшов джерело радіаційного випромінювання – це світломаса постійної дії (СПД) на основі радія-226, яка знаходиться в тумблері.

Радіолюмінесценція – світіння люмінесцентних речовин під дією швидких часток – продуктів радіоактивного розпаду (α - і β -променів, а також жорсткої радіації γ -променів) і космічної радіації. В техніці для активації світломаси постійної дії (СПД) широко використовувалися радіонукліди, що випромінюють γ -промені, α - або β -частинки. Наприклад, торій або радій-226. Люмінофор СПД виготовлявся на базі сульфіду цинку. Такі СПД здатні випромінювати світло дуже довго – протягом декількох років, або навіть десятиліть.

Радій-226 безпосередньо утворюється в результаті α -розпаду нукліда торію 230 (^{230}Th) (період напіврозпаду становить 75 380 р.). Крім того, радій-226 утворюється при β -розпаді нукліда Fr-226.

Радій-226 зазнає α -розпад, у результаті розпаду утворюється нуклід Rn-222, також відомий, як радіоактивний газ радон, або еманація радію. Енергія випускається α -частинкою 4784,3 кеВ (в 94,45% випадків) і 4601 кеВ (в 5,55% випадків), при цьому частина енергії виділяється у вигляді γ -кванта (у 3,59 % випадків відбувається випускання γ -кванта з енергією 186,21 кеВ).

Тобто, головним випромінюванням є α -частинки.

1. Вимірювання радіоактивності радія-226 без фільтрів. ($\gamma + \beta$)
Результат приблизно 20000 мкР/год
(на екрані зображено 19.40 мР/год = 19400 мкР/год) (фото 15).



Фото 15.

2. З фільтром (β)

Результат приблизно 4500 мкР/год.

Після отримання таких показників потрібно було перевірити, яку товщину повітря проб'є це випромінювання (фото 16, 17).



Фото 16.

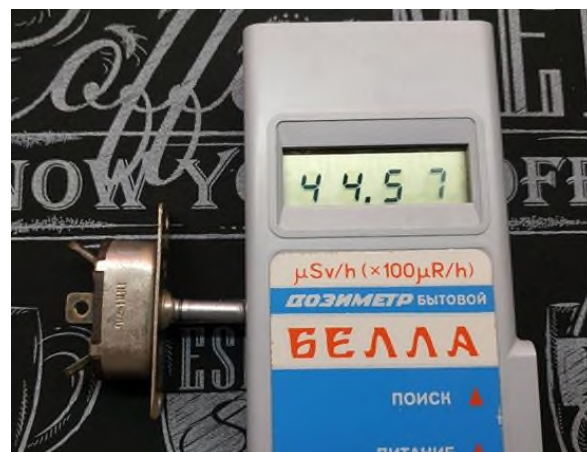


Фото 17.

3. Вимірювання радіоактивності на різній відстані від лічильника Гейгера ($\gamma + \beta$).

Відстань 5 см: результат приблизно 1400 мкР/год.

Тобто, 5 см повітря зменшило дозу в 14 разів (фото 18).

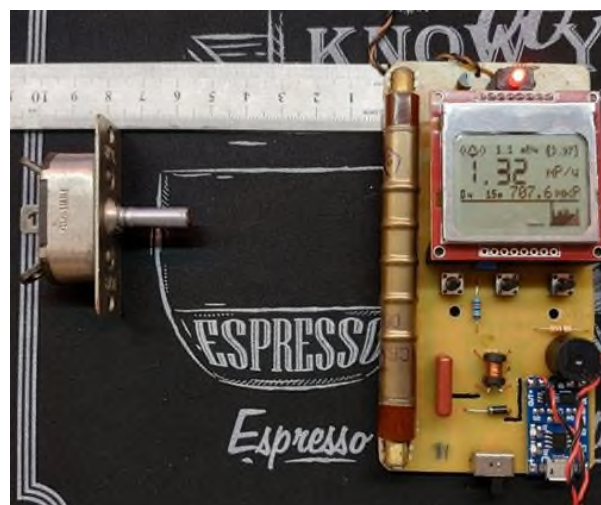


Фото 18.

Відстань 10 см: результат приблизно 800 мкР/год.
 Тобто, 10 см повітря зменшило дозу в 25 разів (фото 19).
 Відстань 20 см: результат приблизно 200 мкР/год
 Тобто, 20 см повітря зменшило дозу в 100 разів (фото 20).

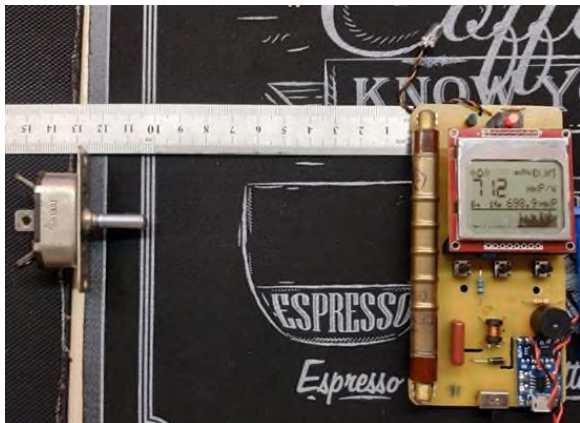


Фото 19.



Фото 20.

Завдяки цьому експерименту стало зрозуміло, що випромінювання має невелику енергію та інтенсивність, але все одно є небезпечним. Для того, щоб підвищити безпечність цього артефакту, зі свинцю був виплавлений циліндричний ковпачок висотою 2 см товщиною 1 см.

Таким чином, ми отримуємо потужність випромінювання приблизно 250 мкР/год (фото 21).



Фото 21.

Таким чином, 1 см свинцю зменшує дозу у 18 разів по β -випромінюванню і у 80 разів по $\gamma + \beta$.

Знову перевіримо відстань, яку проб'є випромінювання, але вже зі свинцевим ковпачком.

Відстань 5 см: результат приблизно 80 мкР/год (фото 22).

Зменшилась доза в 250 разів.

Відстань 10 см: результат приблизно 40 мкР/год

Зменшилась доза в 500 разів (фото 23).

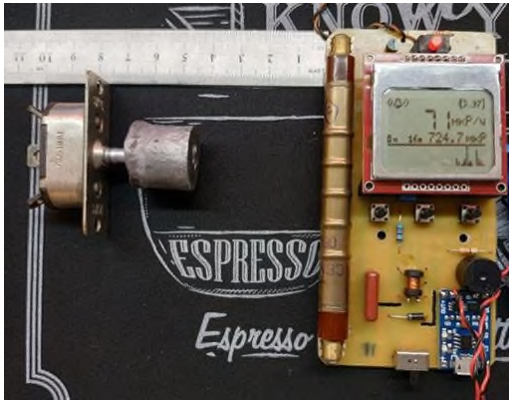


Фото 22.



Фото 23.

Відстань 20 см: результат приблизно 20 мкР/год (фото 24).

Зменшилась доза в 1000 разів.



Фото 24.

Після цього я вирішив перевірити, як різні речовини екранують радіоактивне випромінювання.

4. Для експерименту було обрано 3 речовини: бетон (товщиною 4 см і 2 см), алюміній (товщиною 2 мм), вода (товщина 1 см).

Бетон:

- товщина 4 см: результат приблизно 160 мкР/год (доза зменшилась доза у 125 разів) (фото 25);

- товщина 2 см: результат приблизно 270 мкР/год (доза зменшилась у 74 рази) (фото 26).

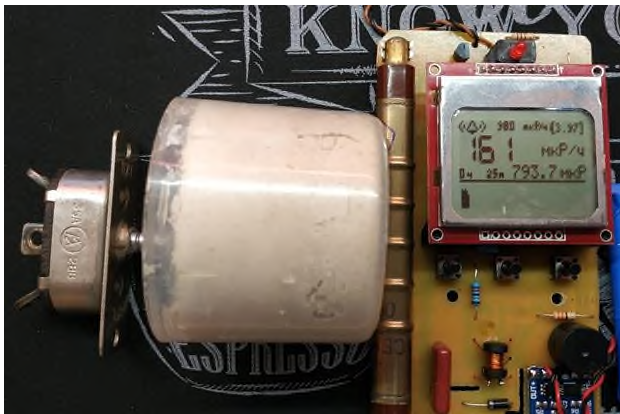


Фото 25.



Фото 26.

Алюміній:

- товщина 2 мм: результат приблизно 1200 мкР/год (доза зменшилась у 16 разів) (фото 27).

Вода:

- товщина 1 см: результат приблизно 300 мкР/год (доза зменшилась у 66 разів) (фото 28).]



Фото 27.



Фото 28.

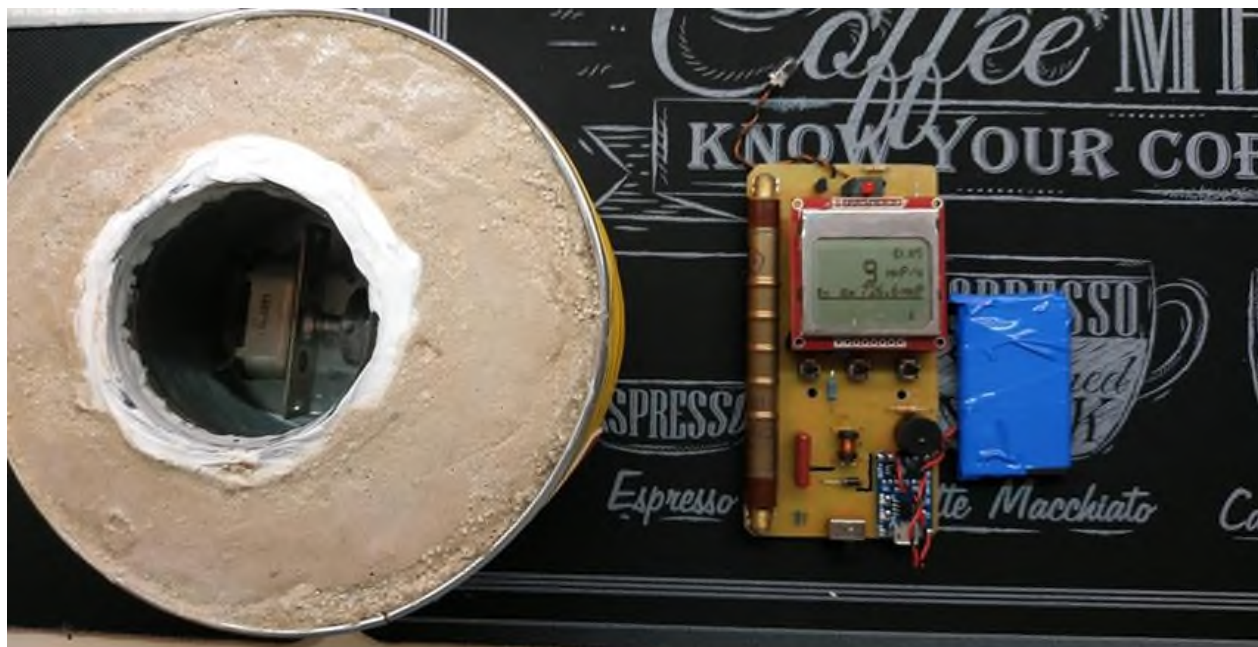
З досліду стало зрозуміло, які речовини краще екранують радіаційне випромінювання – це бетон, вода та свинець (з минулого досліду).

Для того, щоб безпечно зберігати цей артефакт, був зроблений такий собі контейнер-бункер. З усіх досліджуваних компонентів. Тобто, вода (товщина 1 см), бетон (товщина 3,5 см), свинець

(товщина 5 мм) + свинцевий ковпачок.

Цей захист повністю екранує радіаційне випромінювання.

Результат приблизно 12 мкР/год. Зменшення радіоактивності в 1666 разів (фото 29).



3.3. Дослідження радіоактивності речовин у порівняльному режимі

Принцип дії режиму

Проводжу заміри тривалістю 6 хвилин, що = 15 циклам заміру СБМ-20 (40 секунд кожний замір).

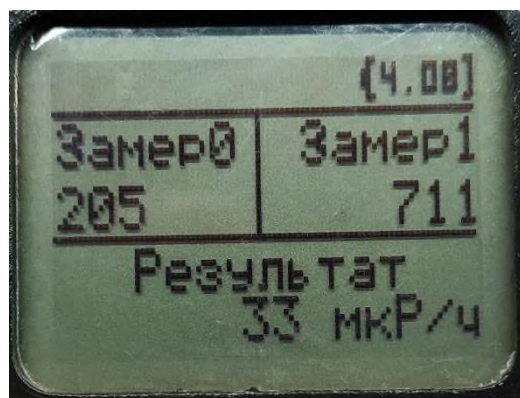
Перший замір (Замер 0) проводиться над пустою кюветкою (природний радіаційний фон).

Другий замір (Замер 1) проводиться над кюветкою заповненою досліджуваною речовиною.

За формулою:
$$\frac{(\text{Замер } 0 - \text{Замер } 1)}{15} = \frac{711 - 205}{15} = 33,7 \text{ мкР/год.}$$

Таким чином, ми можемо дізнатися радіоактивність самої речовини без додаткової природної радіації, тобто фільтрувати показники.

Досліджувані речовини: америцій-241, подрібнене гранітне каміння, чорне вугілля (воно знаходилось з радієм-226, який виділяє радон).



Америцій-241 (був виділений з іонізуючого датчика диму)

Як ми бачимо, з цього експерименту радіоактивність Ам-241 складає 115 мкР/год. Дозиметр «Белла» показав за 40 секунд майже точний результат 122 мкР/год (фото 30).



Фото 30.

Подрібнене гранітне каміння, взяте з Радонового озера (фото 31).

Як видно з цього дослідів, подрібнене гранітне каміння не радіоактивне.



Фото 31.

Чорне вугілля (звичайне активоване вугілля з аптеки) (фото 32).

Як бачимо, чітко спостерігається підвищення радіаційного випромінювання, тобто вугілля ввбирало в себе радон (фото 33).



Фото 32.

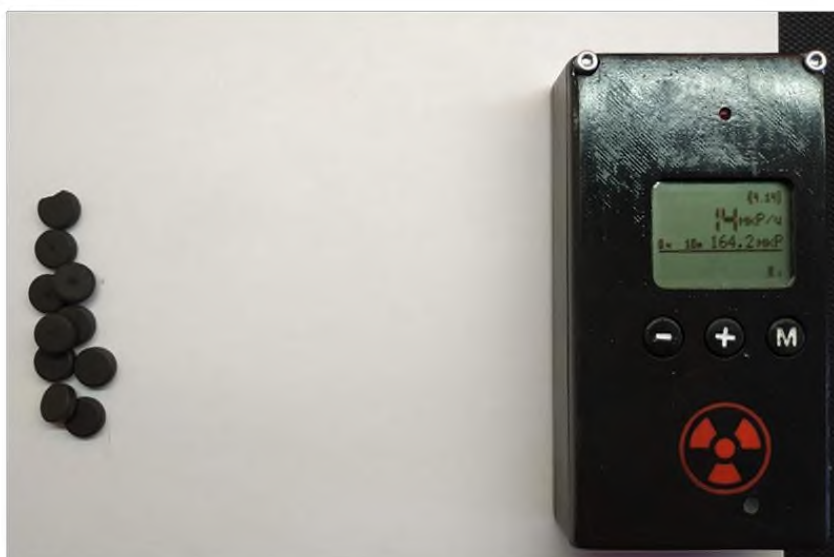


Фото 33.

Вугілля має невелику радіоактивність 33 мкР/год, але, це вище норми 30 мкР/год (фото 34).



Фото 34.

Після проведення цього експерименту вугілля було залишене на свіжому повітрі і вже через 12 годин радон вивітрився з вугілля (фото 35).



Фото 35.

Розділ 4. Застосування

Створений мною дозиметр, розрахований та може застосовуватись для:

1. Особистого контролю радіоактивності.
2. Оцінки речей побуту та приміщень на радіоактивність.
3. Оцінка природного радіоактивного фону.
4. Дослідження радіоактивності речовин.

Завдяки невеликій ціні, цей прилад зможе дозволити собі кожна людина, що підвищить особисту безпеку, дозволить проводити певні дослідження та підвищить обізнаність населення про можливу радіаційну небезпеку .

Висновки

Перед тим, як підсумувати все сказане, треба підрахувати скільки коштувало створення мого дозиметру, отже :

1. Arduino Pro Mini = 74 грн.
2. LCD 5110 (дисплей) = 60 грн.
3. Зарядний модуль ТС4056 = 22,50 грн.
4. Лічильник Гейгера СБМ-20 = 100 грн.
5. ДИП та СМД компоненти = 150 грн.
6. Друкована плата = 50 грн.
7. Корпус = 150 грн.

Тобто, в цілому ціна виробу складає 607 грн.

Для того, щоб зробити коректний висновок, порівняймо мій пристрій з побутовим сучасним дозиметром на основі лічильника Гейгера СБМ-20 «ТЕРРА-П».



Спільне

1. Лічильник Гейгера СБМ-20.
2. Можливість працювати в різних режимах.
3. Наявність світлової та звукової індикації.
4. Одиниці вимірювання: мкР/год.
5. Малі габарити.
6. Автоматичний вибір інтервалів та діапазонів вимірювань.

Відмінності

ТЕРРА-П	Мій дозиметр
Джерело	
Два гальванічні елементи живлення типу АА	Літій-іонний акумулятор
Порівняльний режим	
-	+
Ціна	
5000 грн	507 грн
Створення графіків	
-	+
Інформативність	
1 значення	3 значення
Підрахунок отриманої дози	
-	+

Як бачимо з цих результатів, мій дозиметр за набагато меншу ціну пропонує набагато більший функціонал, ніж заводський варіант. Але і до такого функціоналу ще можна додати такі функції і режими, як:

1. Статистичний підрахунок. Зможе дозволити більш точно підраховувати природний радіоактивний фон та рівень радіоактивного фону в приміщеннях.
2. Будова масштабованих графіків. Дозволить знаходити навіть незначні скачки дози радіації.
3. Режим моніторингу.

Слідкує за радіоактивним фоном і інформує користувача приладу тільки при перевищенні норми за радіаційним фоном. В такому режимі роботи прилад буде працювати набагато довше.

Паспорт

Призначення приладу

Дозиметр, призначений для виявлення й оцінки, інтенсивності гамма-випромінювання, а також для вимірювання потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання за допомогою звукової, світлової сигналізації та індикації на екрані.

Дозиметр застосовується для індивідуального контролю радіаційної ситуації.

Основні характеристики

- Діапазон енергій, МеВ: 0,05-1,25.
- Діапазон вимірювання 2-99999 потужності еквівалентної дози, мкР/год.
- Основна похибка вимірювання може складати до ± 10 мкР / год.
- Час вимірювання в режимі пошуку: 40 с.
- Габаритні розміри, мм: $27 \times 64 \times 122$.
- Маса, г: 132.
- Діапазон температур для використання приладу, °С: від -10 до +70.
- Ємність акумулятору: 1200 мА год.
- Час зарядки приблизно: 2 год.
- Час роботи за умови радіаційного фону до 30 мкР/год, приблизно: 32 год.
- Швидкість реагування на підвищення радіаційного фону, включення звукового оповіщення не більше: 10 с.
- Швидкість включення та початку вимірювання, приблизно: 15 с.

Список використаних джерел

1. <http://ecotest.ua/products/terra-p-dozymetr-radiometr-pobutovyy-mks-05>.
2. <https://www.who.int/peh-emf/meetings/archive/en/keynote3ng.pdf>
3. http://profbeckman.narod.ru/radiometr.files/L2_2.pdf
4. <https://habr.com/ru/post/156049/>
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino>
6. <https://www.quarta-rad.ru/useful/statii-o-dozimetrah-radone/schetchik-geygera-myullera/>
7. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%87%D1%91%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA_%D0%93%D0%B5%D0%B9%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%B0.

8. <http://www.istok2.com/data/2398>.
9. <https://arduino.ua/prod1021-pro-mini-atmega328-328p-5v-16mh>.
10. https://sorbpolimer.com.ua/kak_rabotaet_personalnij_dozimetr_radiacii.
11. <http://www.studmedlib.ru/ru/doc/ISBN9785970408889-0007.html>
12. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B0_\(%D0%B4%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B0_(%D0%B4%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80))
13. <https://arduino.ua/cat14-kraniisvetodiodi>.
14. http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=1985.
15. <http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/1897-jelektricheskijj-drossel-princip-raboty.html>
16. <http://electricalschool.info/>
17. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F
18. http://beam-robot.ru/electronics_for_beginners/transistor.php
19. <https://42.tut.by/650446>
20. <https://www.sunpp.mk.ua/ru/article/7338-radiacionnaya-obstanovka-v-30-kilometrovoy-zone-yuuas>
21. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%BD>
22. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B9>.
23. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE-%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D1%8F
24. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80>.
25. <https://habr.com/ru/post/461107/>.
26. <https://kbradar.org/a185494-vsyo-pro-tochnost.html>.
27. <https://www.quarta-rad.ru/useful/ekologia-zdorovie/>.
28. http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/rad_10.htm.
29. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80>.

Леоненко Олег, учень 9 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 57 імені Т. Г. Шевченка
Миколаївської міської ради.
Керівник: **Запорожець Оксана Володимирівна**,
учитель фізики.

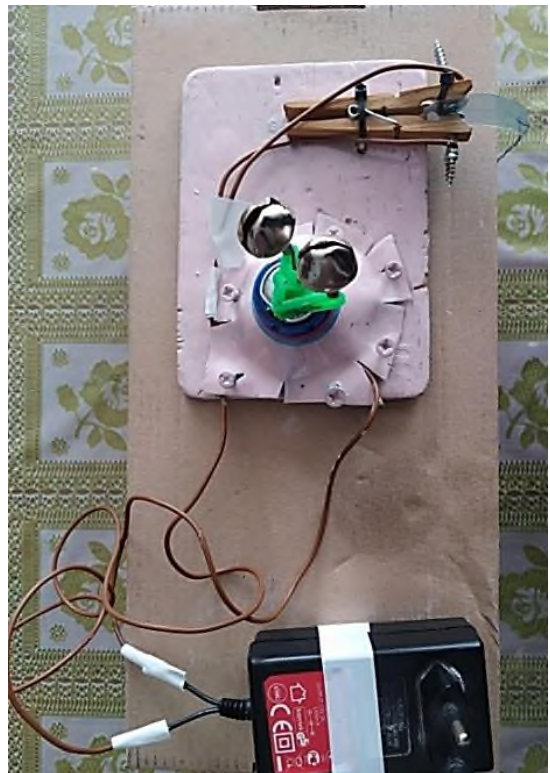
Сигналізація

Ідея: створити пристрій для захисту будівлі від зловмисників

Будова: дзвіночки від рибацької ліски, електродвигун, прищіпка, провідники, верхня частина від пластикової пляшки, шурупи, швацька нитка, фанера.

Принцип роботи. Нитка прив'язана до дверей. Коли двері відчиняються, нитка разом з пластинкою висувається з прищіпки. Електричне коло замикається. Вал електродвигуна обертається і змушує звучати дзвіночки.

Практичне застосування: захист будівлі.

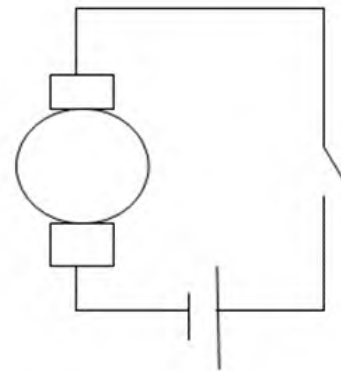


Шліфувальна машинка

Ідея: Виготовити машинку для шліфування фанери, деревини

Будова: електродвигун (до 9 В), вимикач, провідники, колесо від іграшкового автомобіля, наждачний папір, блок живлення, металеві кріплення, шурупи.

Принцип роботи: при проходженні електричного струму вал електродвигуна обертається і змушує обертатися колесо з наждачним папером.



Практичне застосування: шліфування невеликих листів фанери, деревини для художньої творчості



Іграшка «Web Shooter»

Ідея: створити аналог іграшки «Web Shooter»

Будова: 4 колових магніти, стрічка, виготовлена з пластикової пляшки, гумова стрічка, снаряди- електрод і спиця з велосипедного колеса, дуло- стержень з кулькової ручки, ДВП, картон, папір, шурупи, гнучка стрічка від пляшки.

Принцип роботи: перетворення потенціальної енергії деформованої гумової стрічки в кінетичну енергію снаряду.

Практичне застосування: іграшка або обладнання для виконання фізичних експериментів.



Електронний екзаменатор

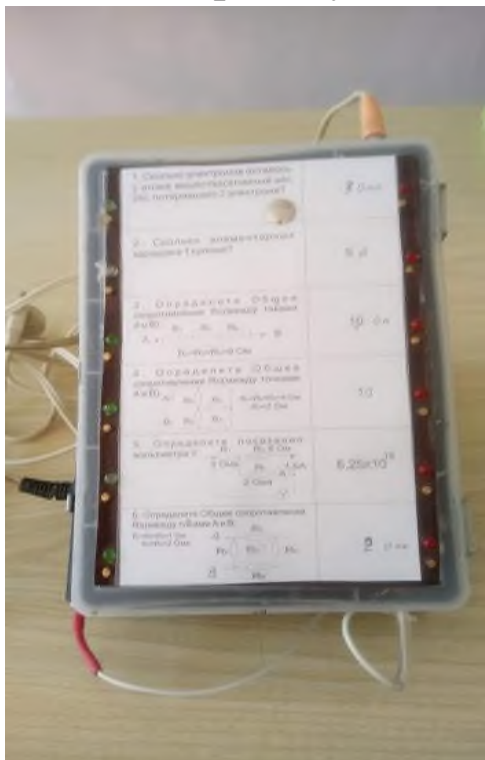
Мартінайтіс Поліна, учениця 8 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 42
Миколаївської міської ради.

Керівник: *Мостова Наталя Вікторівна*,
учитель фізики та астрономії, учитель-методист.

Опис приладу: Принцип дії екзаменатора заснований на послідовному з'єднанні провідників. Його можна демонструвати на уроках фізики, хімії та інших. З його допомогою можна перевіряти знання учнів з будь-яких тем.

Обладнання та матеріали: реостати 1 кОм, знижувальний трансформатор (220В-12В), напівпровідникові діоди, вимикач, штепсель, світлодіоди, указка.

Вигляд приладу:



Інструкція.

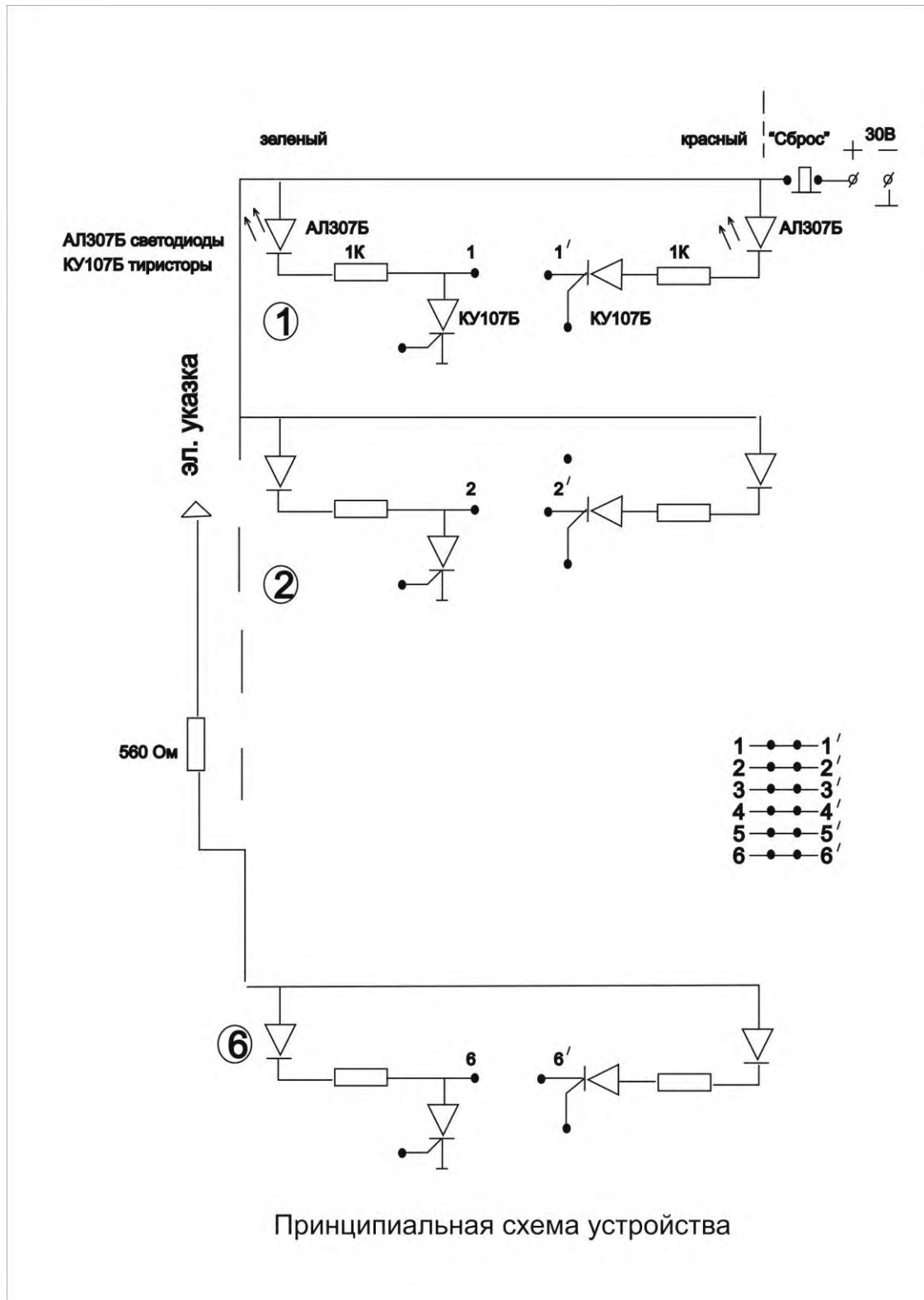
1) Перед включенням пристрою потрібно перевірити щоб:

- були підключені усі провідники;
- прилад можна підключати до мережі.

2) Включення і порядок роботи з пристроєм:

- прикріпити до панелі лист з питаннями;

- вибрати питання і знайти до нього правильну відповідь;
- указкою натиснути на металічну кнопку біля правильної відповіді;
- якщо відповідь вірна, буде світитися світлодіод.



Прилад для демонстрації властивостей електромагнітів і електромагнітного реле

Мороз Станіслав, учень 9-Б класу
Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 1

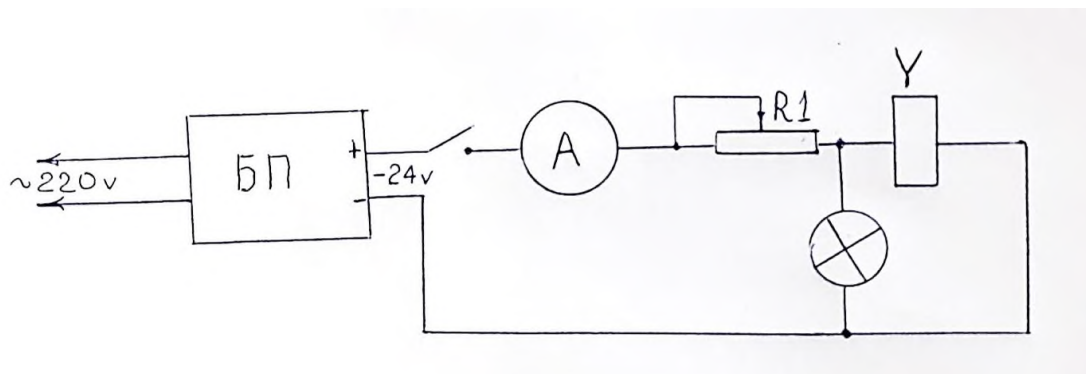
Первомайської міської ради.

Керівник: *Свистунова Валентина Михайлівна*,
учитель фізики, учитель-методист.

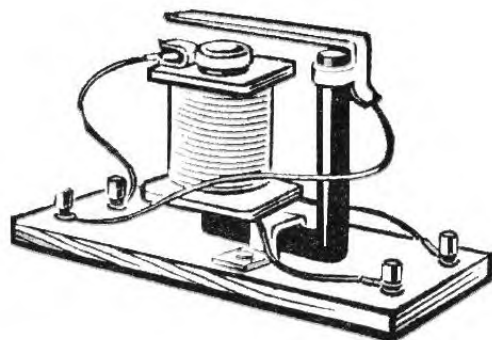


Схема приладу

Схема складається з блоку живлення, який живить електричне коло напругою 24 В. Основними елементами схеми є котушка з



металевим осердям, реостат, ключ, лампочка, металева пластина (якір), амперметр. При вмиканні ключа котушка з осердям, по якій проходить електричний струм набуває магнітних властивостей і починає притягувати до себе металеву пластину.



Регулюючи реостатом силу струму спостерігали, що зі збільшенням сили струму електромагніт сильніше притягує металеву пластину. За допомогою амперметра фіксували значення сили струму, за якими можна зробити висновок що магнітні властивості електромагніту зростають зі збільшенням сили струму, яка проходить по витках котушки.

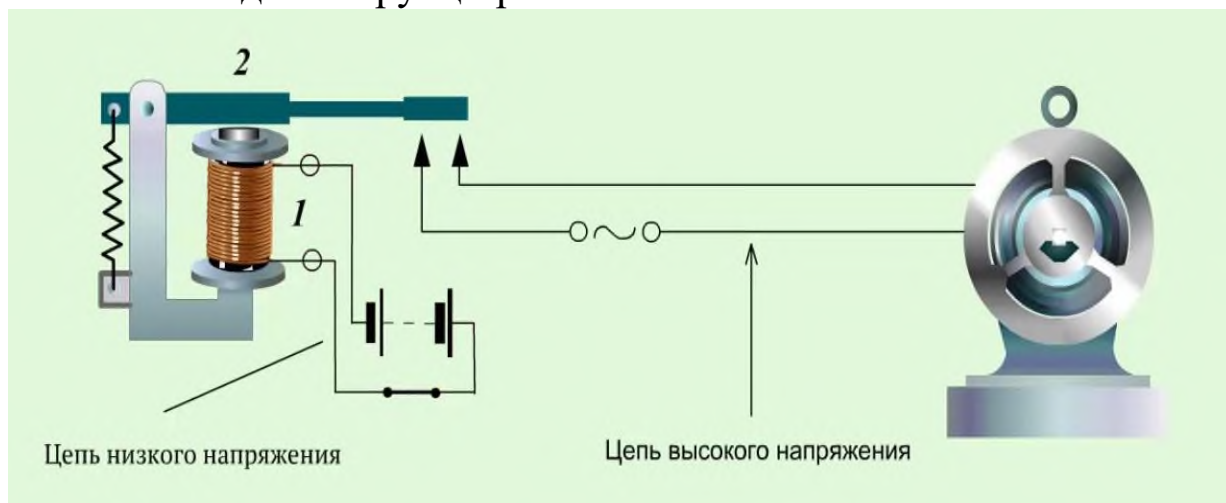
Таблиця 1

Залежність магнітних властивостей електромагніту від сили струму

№	Сила струму, А	Притягування пластини електромагнітом
1	0,2	Слабо притягується
2	0,25	Притягнулась наполовину відстані
3	0,3	Повністю притягнулась

Здатність електромагніту притягувати якір лежить в основі роботи реле.

Електромагнітні реле знайшли широке застосування в системах автоматики і в схемах захисту електроустановок. В початковому положенні якір утримується пружиною. При подачі напруги електромагніт притягує якір і замикає або розмикає контакти в залежності від конструкції реле.



Застосування приладу: Для демонстрації залежності магнітних властивостей електромагніту від сили струму і демонстрації роботи електромагнітного реле, для проведення лабораторних робіт на уроках, та заняттях гуртків, факультативів з фізики.

Прилад для демонстрації законів послідовного і паралельного з'єднання провідників

Палій Вікторія, учениця 9 класу
Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 16
імені Героя Радянського Союзу Я. М. Лобова
Первомайської міської ради.
Керівник: *Яцура Олександр Степанович*,
учитель фізики та астрономії.

Опис будови та принцип роботи приладу.

Прилад призначений для демонстрації особливостей протікання електричного струму у електричних колах з послідовним та паралельним з'єднанням провідників. Прилад можна використовувати як для демонстрації кіл з послідовним і паралельним з'єднанням провідників, так і для розв'язання навчальних експериментальних задач.

Прилад складається з демонстраційної панелі, п'яти ламп розжарювання з параметрами 25 Вт, 220 В і однієї лампи з параметрами 40 Вт, 220 В, що вкручуються у патрони, три з яких з'єднані у електричне коло з вимикачем послідовно, а три – паралельно. Кола з послідовним і паралельним з'єднанням ламп вмикаються незалежно до мережі змінного струму з напругою 220 В.



Явища, які демонструє прилад.

1. Залежність яскравості світіння ламп від їх номінальної потужності у колах з паралельним і послідовним з'єднанням.

2. Розподіл напруг між лампами у електричному колі з послідовним з'єднанням.
3. Залежність падіння напруги в електричному колі з послідовним з'єднанням від електричного опору ламп.
4. Розмикання електричного кола з послідовним з'єднанням при вимкненні з кола однієї з ламп та незалежність світіння ламп у колі з паралельним з'єднанням.

Експериментальні задачі.

1. Три однакові лампи потужністю 25 Вт і номінальною напругою 220 В увімкнуті послідовно до мережі з напругою 220 В. Визначити:
 - падіння напруги на кожній лампі;
 - силу струму у кожній лампі та у мережі;
 - електричний опір кожної лампи та загальний опір електричного кола.
 - загальну потужність електричного кола.
 - порівняти отримані результати з яскравістю світіння ламп.
2. Розв'язати задачу № 1 за умови паралельного підключення ламп до мережі.
3. Розв'язати задачу № 1 за умови підключення двох ламп потужністю 25 Вт і однієї лампи потужності 40 Вт. Чи однаковою буде яскравість світіння ламп? Як зміниться розв'язок задачі, якщо лампи будуть підключені до мережі паралельно?

Лампа «Розумне світло»



Пашак Тетяна, учениця 8 класу
Миколаївська ЗОШ І–ІІІ ступенів № 60
Миколаївської міської ради.
Керівник: **Пшенична Світлана**
Володимирівна,
учитель фізики та астрономії.

Океанаріум

Пікінер Аріна, учениця 8 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 42
Миколаївської міської ради.
Керівник: *Мостова Наталя Вікторівна*,
учитель фізики, учитель-методист.

Макет «Океанаріум» можна презентувати на уроках природознавства, біології, фізики. Він демонструє роботу океанаріума, його освітленість, насичення води повітрям.

Працює від мережі 220 В через трансформатор. Для освітлення використовується світлодіод.

Повітря в акваріум закачується стандартним електричним насосом.

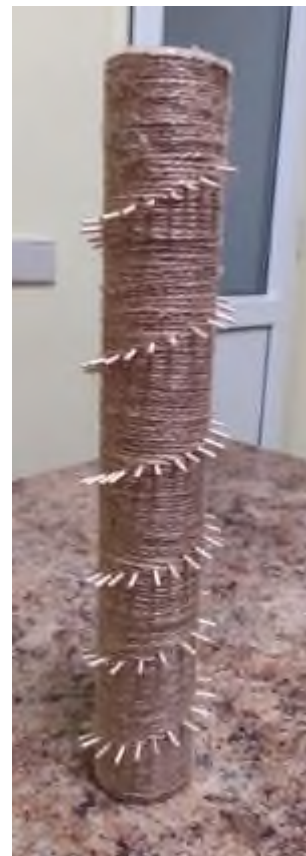


Музичний інструмент Rainstick - «дощова палиця»

Пінчук Карина, учениця 9 класу
Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 12
Первомайської міської ради.
Керівник: *Кудревич Олена Павлівна*,
учитель фізики.

Опис приладу: Rainstick – «дощова палиця» це музичний інструмент (перкусія), рід ідіофони; довга порожниста глухо закрита на торцях труба з розташованими по всій довжині внутрішніми перегородками, частково заповнена дрібним сипучим наповнювачем (крупю та інші насіння, дрібні камінчики, бісер, інші тверді гранули). Перегородки утворюють всередині труби спіраль і можуть бути виконані з шипів рослин, шпильок, зубочисток

При вертикальному перевертанні рейнстику його вміст пересипається крізь спіральні перешкоди до протилежного кінця труби, виробляючи звук, що нагадує шум дощу. Довжина рейнстику може бути будь-яка, але для зручності використання найчастіше варіюється в діапазоні 25-70 см



Матеріали і інструменти: картонний тубус від фольги, ножиці, зубочистки, клей ПВА, шило, крупа булгур, цупка нитка (шпагат), папір, скотч.

Покрокова інструкція з виготовлення:

1. За допомогою шила робимо отвори в трубці від фольги, розташовуючи їх по спіралі. Чим більше отворів зробите, тим більше звук інструменту буде нагадувати шум дощу.



2. В отримані отвори вставляємо зубочистки і закріплюємо їх в отворах крапельками клею.

3. Ножицями або кусачками обрізаємо зайві кінці зубочисток.

4. Закриваємо один кінець трубки картонним кружком, закріплюємо скотчем.

5. Насипаємо в трубку кілька ложок крупи і, закривши другий кінець долонею, перевіряємо звук. Необхідна кількість крупи також визначається дослідним шляхом. Замість крупи можна використовувати бісер, дрібні намистини і т.п.

6. Коли відповідний звук буде знайдений, закриваємо другий кінець трубки картонним кружком і закріплюємо скотчем.

7. Прикрашаємо інструмент за бажанням.



Невелика історія «дошової палиці»

Інструмент відноситься до різновидів ідіофонів – цікавих музичних варіацій, де звук видобувається безпосередньо з тіла самого інструменту. Такий вид інструментів – перший, на які «зважилися» жителі древніх часів. До таких варіантів крім рейнстику відносяться також музична пила, трикутник, еолові арфа і інші. Місце появи рейнстику – Перу або Чилі. Саме там індіанці використовували трубку з сипучими матеріалами для залучення дощу в періоди посушливої, спекотної погоди.

У Європі інструмент став відомий і придбав популярність тільки в сімдесятих-вісімдесятих роках минулого століття. Зараз його можна придбати і в Україні за 140 - 450 грн в інтернет-магазинах.

Використані матеріали:

1. Музика дощу. Майстер клас від Олександра Шустова (виготовлення рейнстенку з борщевика)

<https://www.liveinternet.ru/users/5170581/post392733652/>.

2. Магазин подарунків <https://hottabich.com.ua/blog/muzyka-dozhdya-istoriya-samogo-neobychnogo-instrumenta>.

3. <https://www.livemaster.ru/topic/1211259-master-klass-po-izgotovleniyu-i-dekorirovaniyu-rejnstika-shepot-dozhdya>.

Канатоходець



Рояко Гліб, учень 11 класу
Первомайського навчально-
виховного комплексу «ЗОШ І–ІІ
ступенів № 15 – колегіум»
Первомайської міської ради.
Керівник: *Коржева Ольга
Іванівна*,
учитель фізики, учитель-
методист.

Електронне конструювання. Ялинка. Трансформатор Тесла. Машина-робот



Савко Андрій, учень 7-А класу
Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 4
Первомайської міської ради.
Керівник: *Кавака Людмила Григорівна*,
учитель фізики, учитель-методист.

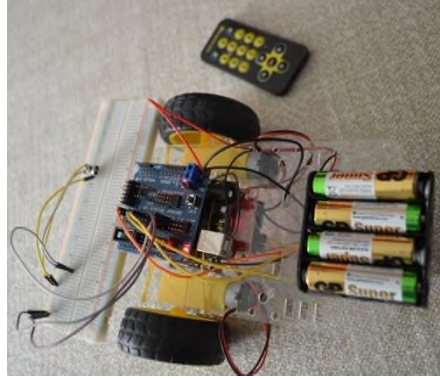


Технічний паспорт комплекту по електронному
конструюванню:

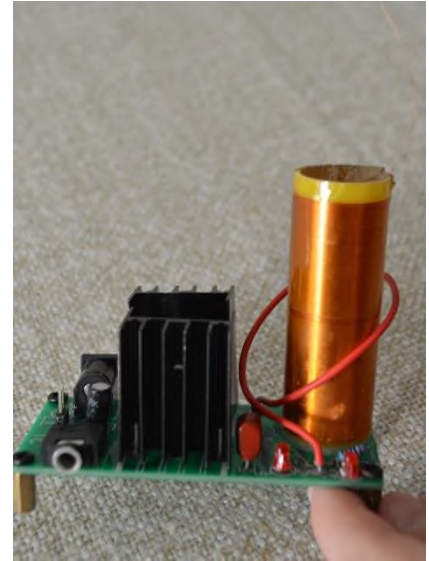
«Ялинка»



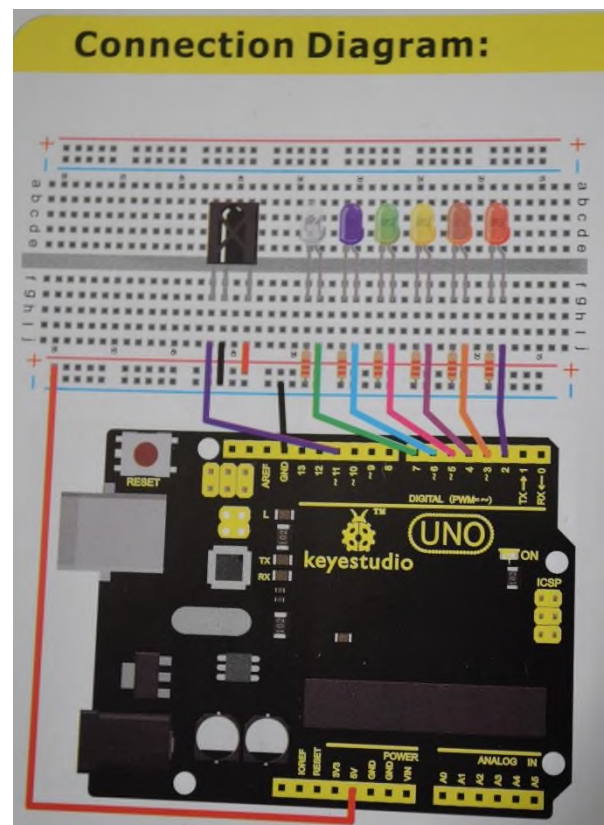
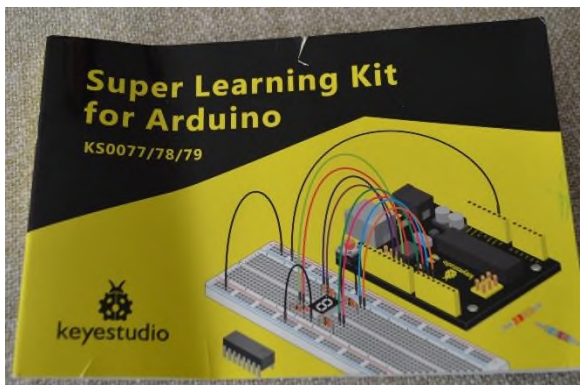
«Машина-робот»



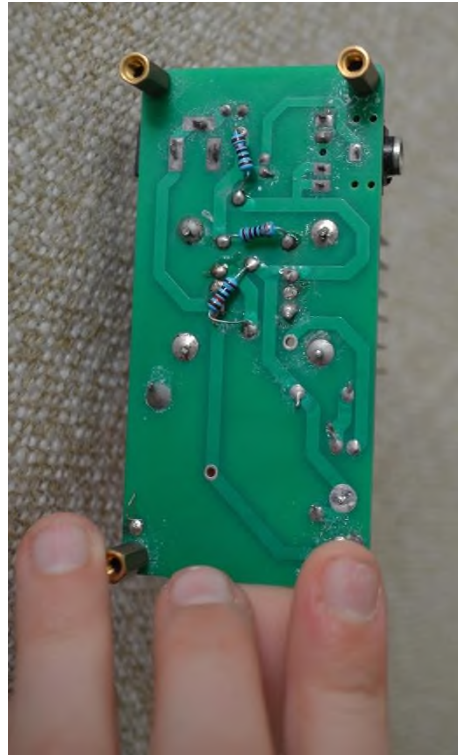
«Трансформатор Тесла»



Машину-робота виконано з деталей конструктора для електромодельювання:



В конструкторах «Ялинка» і «Трансформатор Тесла» інструкція і схеми відсутні, тому довелось збирати інтуїтивно.



Будинки майбутнього

Свідерко Ілля, учень 6 класу Павлівського навчально-виховного комплекс «ЗНЗ I–III ступенів – ДНЗ»

Снігурівської районної ради.

Керівник: *Свідерко Анна Василівна*,
учитель фізики та астрономії.

Вступ. Наша планета не така й велика. Ця істина стала очевидною для людства не дуже давно. Багато хто усвідомив, що і природні ресурси Землі, які здавалися такими багатими, насправді є вичерпними. У гонитві за благами цивілізації сучасне покоління забуває про тих, хто буде жити після нас. Сьогодні дедалі частіше лунають попередження щодо необхідності охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів.

Природні ресурси використовуються як у промисловості так і у побуті. Україна має надзвичайно неефективну енергоємну промисловість. Наприклад, для отримання 1 т. цементу ми витрачаємо 274 кг умовного палива, а японці – 142 кг. У загальній проблемі енергозбереження важливе місце посідає економія

електроенергії. З одного боку ми скаржимося на високі ціни на електроенергію, а з іншого - практично не докладаємо ніяких зусиль, щоб берегти її. Найбільшими споживачами електроенергії у комунально-побутовому господарстві є житлові будинки.

Існують різні ступені енергоефективності. За прийнятою в Європі класифікацією звичайними вважаються будинки, що споживають близько 200-400 кВт. год/м² на рік опалювального тепла. Будинки категорії низького енергоспоживання характеризуються споживанням нижче 70 кВт. год/м² на рік. У нашій країні звичайні будинки споживають від 400 до 700 кВт. год/м² на рік опалювального тепла.

Розділ 1. Екобудинок – це будинок...

Будинок є будинок. Це дах, фундамент, стіни, вікна. Все як завжди, але якщо це слово набуває модну зараз приставку «еко», виникає питання: «Що за фрукт цей екобудинок?». Насправді відповідь дуже проста. Це те ж саме житло, але збудоване та оснащене воно з точки зору здорового способу життя, ресурсозберігаючих технологій і не завдає шкоди навколишньому середовищу.

Така будова являє собою цілу систему, яка працює автономно і не залежить від зовнішніх джерел енергії. Будинок має своє енерго-і водопостачання, забезпечує повну переробку та утилізацію побутових відходів. Використовується сонячна і вітрова енергія, яка постійно накопичується і рівномірно розподіляється. Опалення такого будинку буде забезпечуватися за рахунок сонячних батарей. При цьому надлишки енергії будуть накопичуватися в спеціальних акумуляторах. Важливо саме архітектурне рішення і планування будівлі. Завдяки спеціальній конструкції створюється ефективне поширення тепла по всьому периметру будинку.

Екобудинок – це будинок, в якому багаторазово скорочено споживання природних ресурсів та утворення відходів і який: сприятливо впливає на здоров'я проживаючих у ньому людей, безпосередньо завдає мінімальну шкоду навколишньому ландшафту, опосередковано завдає мінімальну шкоду природному середовищу. Українці лише придивляються до енергоефективного житла. Зрозуміло, що воно по кишені далеко не всім.

Цегла, метал, бетон – стандартні матеріали, які використовуються у будівництві. Якщо ж пересічному українцю запропонувати помешкання із соломи або автономний будинок із

сонячною електростанцією на даху, то він, найімовірніше, не сприйматиме таку пропозицію всерйоз.

Ринок «зеленого» житла рухається в ногу з часом і пропонує споживачу багато нових технологій та матеріалів – вітчизняних та імпорتنих. Водночас, зростає кількість українських та іноземних компаній, що працюють у цьому сегменті.

Харківська компанія **Neoacre** пропонує не просто енергоефективне житло, а так званий пасивний будинок. Ідея «пасивного» помешкання народилася у Німеччині в 1990-х роках і набирає неабиякої популярності у світі.

Суть у тому, що будинки мають високоякісну теплоізоляцію та герметичну оболонку, а енергія для їх утримання виробляється з альтернативних джерел. Це дозволяє досягти повної незалежності від постачальників енергоносіїв.

У них були використані сонячні панелі для виробництва електроенергії, сонячні колектори для підігріву води, теплові насоси. Будинок не потребує підключення до систем опалення, електроенергії та газу. Це дозволяє скоротити на 70-90 % витрати на обслуговування і навіть домогтися повної незалежності.

Я переконався, що старі традиції дійсно хороші, економні й наші пращури були розумними людьми. Житню соломі миші не їдять, тож стіни з неї надійні. Вони добре зберігають тепло взимку, а влітку не перегріваються. Для українців солом'яно-глиняні хати — найприродніше, що може бути. Дах у будинку очеретяний, зараз у Європі це – тренд.

Розділ 2. Матеріали для екологічного будинку

Перед тим як вибрати матеріал для екологічного будинку, рекомендується проаналізувати середовище, в якому буде зводитися будинок, тоді ви зможете підібрати потрібний матеріал

1. Поліна. Будівництво з деревини – хороший варіант. Для його зведення застосовують дерева або матеріали, які залишаються після лісопилки. Для колод діаметром 30-90 см. Можна використовувати конструкції як без каркаса, так і з каркасом.



2. Утрамбована земля. Одна зі старих технологій, застосовуваних і сьогодні. По надійності, земля практично ідентична з дерев'яними полінами. Щоб зробити такий будинок, треба землю перемішати з глиною, гравієм і бетоном. Після пресування цієї суміші виходить твердий матеріал. Крім того, він може регулювати температуру в будинку. В холодну пору таке житло буде віддавати тепло, а в теплу – прохолоду. Якщо будуємо екологічний будинок із землі, то вона буде ще захищати вас від мікроорганізмів.

Утрамбована земля



3. Солома. Матеріал володіє міцністю і хорошими властивостями теплоізоляції, незважаючи на те, що це солома. Матеріал зазвичай кладуть наверх фундаменту з каменю. Пакети спресованої соломи необхідно закріплювати між собою жердинами з бамбука. Це додасть міцності конструкції. Солома довговічніша за дерево. Стіни не погниють, бо вологість соломи в блоці становить не більше восьми відсотків. Ще й має здатність швидкого випаровування зайвої вологи, солом'яні технології застосовуються навіть для будівництва бань, а також будинків у вологому кліматі.

Солома



4. Конопля. Використовується в якості теплоізоляційного матеріалу. Це натуральна і нетоксична рослина. Використання конопель в екобудинку дозволить істотно заощадити кошти, і на опалення ви будете витрачати менші гроші. При цьому на матеріалі не виникає цвілі або мікробів.

Конопля



5. **Саман.** Його роблять з глини, соломи і піску. Коли суміш застигає, вона стає міцною. Тому з них можна робити споруди будь-якої складності.

Це основні екологічні матеріали, з яких виготовляється будинок. Як бачите, кожен матеріал має свої особливості.



Саман

Розділ 3. Екобудинки в Україні

Друзі Артем Рижков і Максим Андріанов із Дніпра близько 5 років тому заснували компанію з будівництва енергоефективного житла **Life House Building** та створюють будинки з соломи. За п'ять років за цією технологією звели 27 будинків по всій Україні.

«Спочатку готується дерев'яний каркас, а потім гідравлічним пресом у нього пресується солома. Після цього вона обстригається, і виходить рівна панель», - пояснює технологію співзасновник компанії Максим Андріанов. Завдяки простоті процесу розробники скоротили час зведення будівлі до двох місяців. До того ж солом'яні панелі мають хороші теплові характеристики. «Ми вдвічі перевищуємо державні вимоги до енергозбереження».



У Дніпрі блогер і підприємець В'ячеслав Горобець побудував будинок за українськими традиціями: стіни з соломи та глини, покрівля з очерету, і «підключив» його до енергії сонця та вітру. Енергоефективне житло, яке поєднує досвід предків та «зелені» технології, розташоване у самому серці Ігрени – районі на північному сході обласного центру. Влітку електроенергією оселю забезпечують 8



сонячних панелей встановлених на даху, а взимку, коли сонячних днів мало, допомагає вітрогенератор потужністю 250 Вт при швидкості вітру близько 5-7 метрів у секунду. Генерована даховою СЕС електроенергія використовується для освітлення житла та живлення дрібних побутових пристроїв. Будівництво екосадиби В'ячеславу Горобцю обійшлося недешево: 20 тисяч доларів пішло на каркас будинку та оздоблення, по 2,5 тисячі – на сонячні панелі та систему опалення, 300 доларів – на вітряк. «Така хатина допоможе вижити в умовах енергетичного апокаліпсису, – впевнений В'ячеслав Горобець. – Мій будинок незалежний від великих компаній».

«Екопан» - одна з найстарших компаній на українському ринку екологічного будівництва. Вона проектує енергоефективні будівлі вже вісім років. Підприємство користується поширеною у світі панельно-каркасною технологією, яку ще називають SIP-технологією (Structural Insulated Panel — структурна ізоляційна панель). Будинок складається подібно до конструктора. Панелі товщиною 30 см дозволяють будівлі не промерзати у сильні морози навіть без опалення. Товщина панелей «Екопан» – 7-20 см. За підрахунками компанії, будинок площею 200 кв м при температурі -12°C потребує близько 10 м^3 газу на добу. Для порівняння: кам'яний площею 75 м^2 – 33 м^3 на добу.



Висновки. Сьогодні великі надії покладають на енергозберігаючі будинки і енергію з відновлюваних джерел, яку можна отримати від вітру, сонця, а також в результаті спалювання деревини та біопалива. Будинок може і повинен бути більш екологічним і енергозберігаючим.

Таким чином, по всьому світу можна спостерігати, як відмова від викопного палива стає трендом. Зокрема це стосується житлово-комунальної сфери і досягається шляхом модернізації старих будівель та за рахунок впровадження енергоефективних заходів у побуті. Потрібно рахувати, що дешевше для сімейного бюджету: дорожчий енергоефективний будинок з мінімальними рахунками чи відносно дешева квартира з відчутними щомісячними платіжками.

Розвиток будівельних технологій не стоїть на місці. А отже, є надія, що людство перестане будувати малоефективні будівлі. Будинок моєї мрії буде одним із енергозберігаючих будівель.

Макет будинку моєї мрії



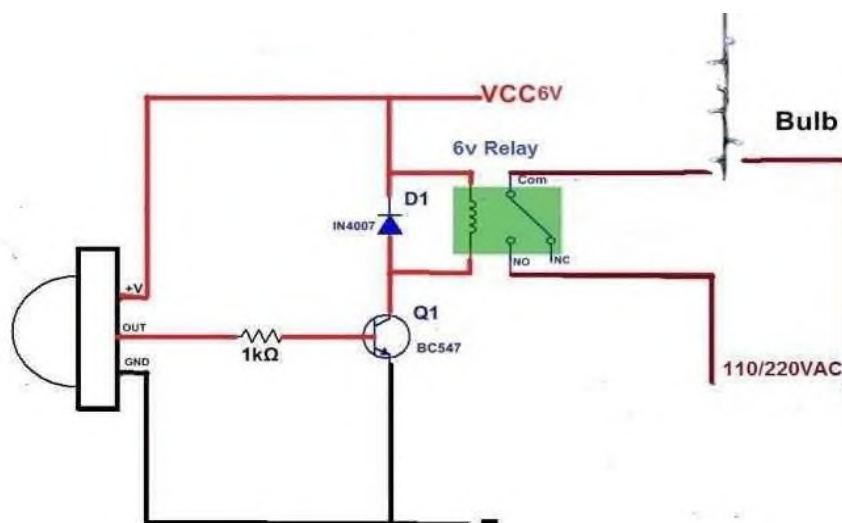
Додатки:

посилання на відео:

https://drive.google.com/file/d/19aJMNvMNaJ_9gSkaQ8yLFnoeHxG7RJE/view?usp=sharing

Гірлянда на сонячній батареї

Спасенко Арсен, учень 11-А класу
Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 5
Первомайської міської ради.
Керівник: *Харчук Ірина Петрівна*,
учитель фізики та астрономії



Технічний паспорт

Прилад працює в декілька режимів:

1. коли стане темно (перевірити можна накривши рукою сонячну батарею), гірлянда починає світитися і протягом 3 секунд гасне;
2. вимкнений режим;
3. коли стане темно (перевірити можна накривши рукою сонячну батарею, то гірлянда починає світитися безперервно;
4. вимкнений режим.

Застосування: цей прилад може бути встановлений будь-де, де є сонце і немає води:

- на баскетбольне кільце;
- декор будинку, квартири, машин;
- оформлення вітрин і вивісок магазинів;
- на маленьку ялинку.

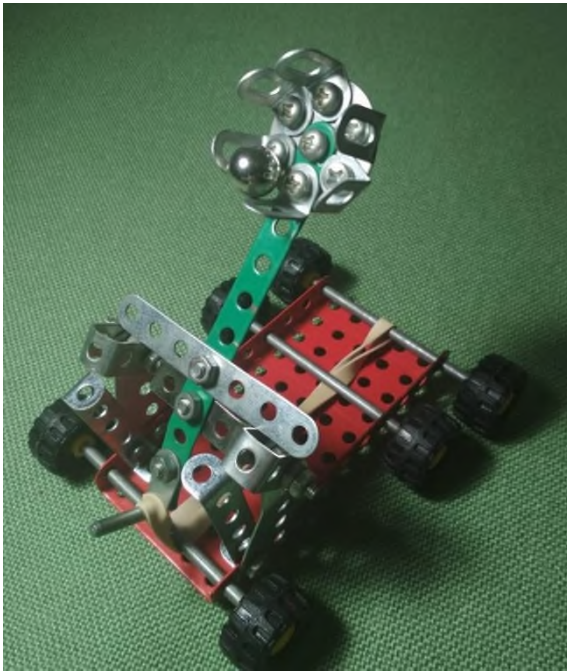
Механічне конструювання. Катапульта. Автоколивальна система

Турко Дмитро, учень 7-А класу
Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 4
Первомайської міської ради.
Керівник: *Кавака Людмила Григорівна*,
учитель фізики, учитель-методист.

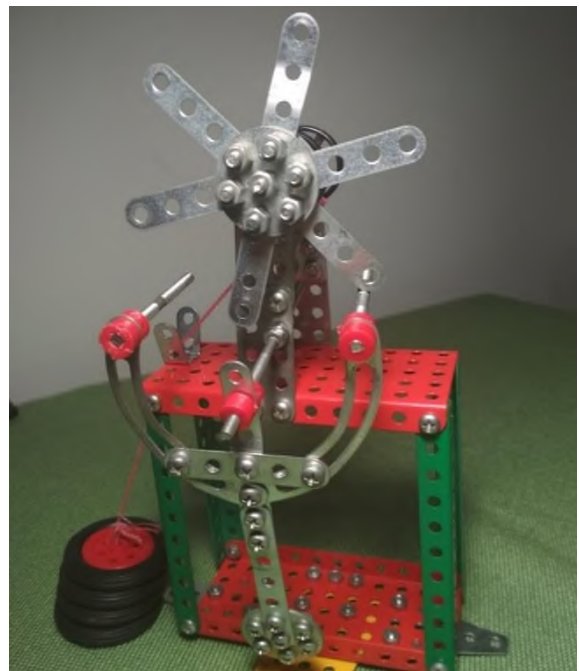


Технічний паспорт

«Катапульта»



«Автоколивальна система»



Моделі виготовлено з деталей конструктора металевого
«Мега-універсал»

Електрична гра «Мудра сова»

Цуркан Микола, учень 11 класу
Первомайського навчально-виховного комплексу
«ЗОШ I–II ступенів № 15 – колегіум»
Первомайської міської ради.
Керівник: *Брюховецька Лариса Іванівна*,
учитель фізики.



Цей пристрій я зробив разом із татом. Ми назвали його «Мудра сова», бо завжди вважалось, що сова наймудріша. Вона справедлива до кожного гравця.

Умови проходження гри.

Гравець бере указку і проводить її крізь спіральний тунель обережно, щоб не торкнутися його.

Електрорізак для пінопласту та паперу

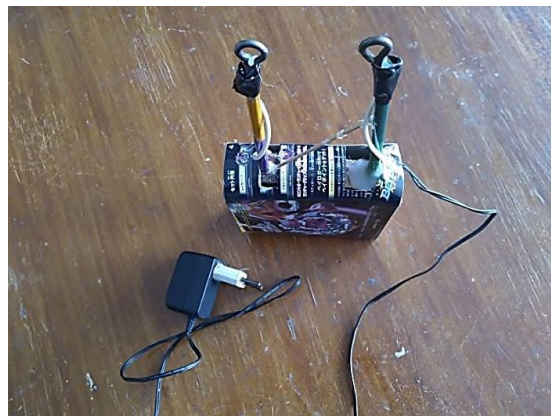
Шевельов Данило, учень 9 класу
Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів № 57 імені Т. Г. Шевченка
Миколаївської міської ради.
Керівник: **Запорожець Оксана Володимирівна**,
учитель фізики та астрономії.

Ідея: створити розумний пристрій для розрізання пінопласту без скрипу.

Будова: ніхромова дротина, дерев'яна підставка, провідники, вимикач, блок живлення 12В, 2 олівця, дерев'яна шпалка, металеві гачки.

Принцип роботи: нагрівання ніхромової дротини внаслідок проходження струму.

Практичне застосування: для художньої творчості.



Акустична система «BoomBook»

Юрков Богдан, учень 8 класу
Первомайської гімназії Первомайської міської ради.
Керівник: **Брунцвік Ксенія Юрївна**,
учитель фізики та астрономії.

Призначення приладу

Акустичну систему можна використовувати, як портативну колонку, для прослуховування аудіофайлів з мобільного телефону чи плеєра.

Матеріали

1. Стара книга в твердій обкладинці.
2. Динаміки 2x3 Вт.
3. Вимикач.
4. Звуковий підсилювач класу D: 2x3 Вт

Характеристики:

вхідна потужність: 2х3 Вт при R_n 4 Ом

напруга живлення: 2,5 5 В

ККД: до 90 %

коефіцієнт нелінійних спотворень: до 0,15 %

розміри: 20х30 мм.

довжина штока резистора: 15 мм.

5. Акумулятор 18650.

6. Плата контролера заряду на TP4056.

7. З'єднувальні провідники.

Будова приладу

Принципова електрична схема підсилювача приладу показана на рис.1

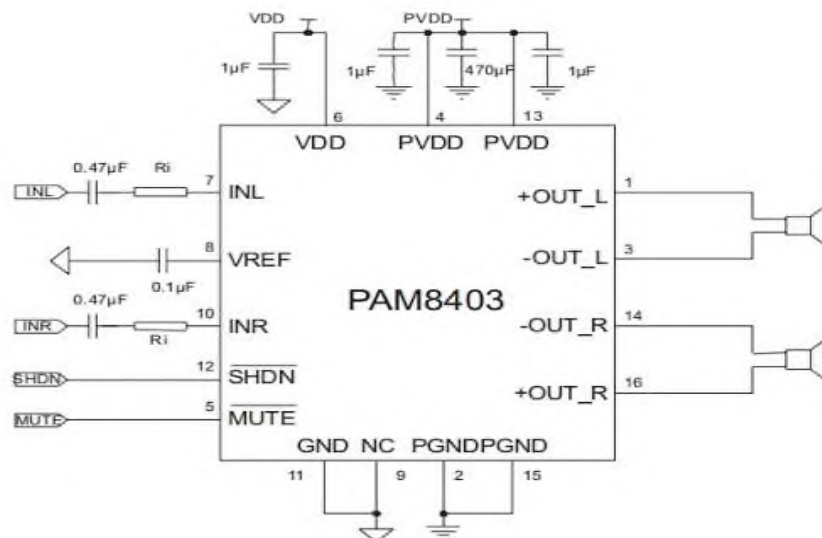


Рис.1

Принципова електрична схема контролера заряду на TP4056 приладу показана на рис.2

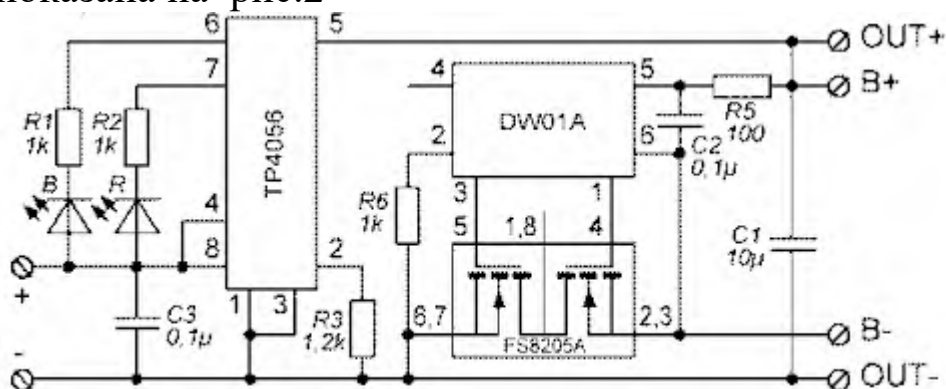


Рис.2

Принцип дії

Схема підключення складових (рис. 3)

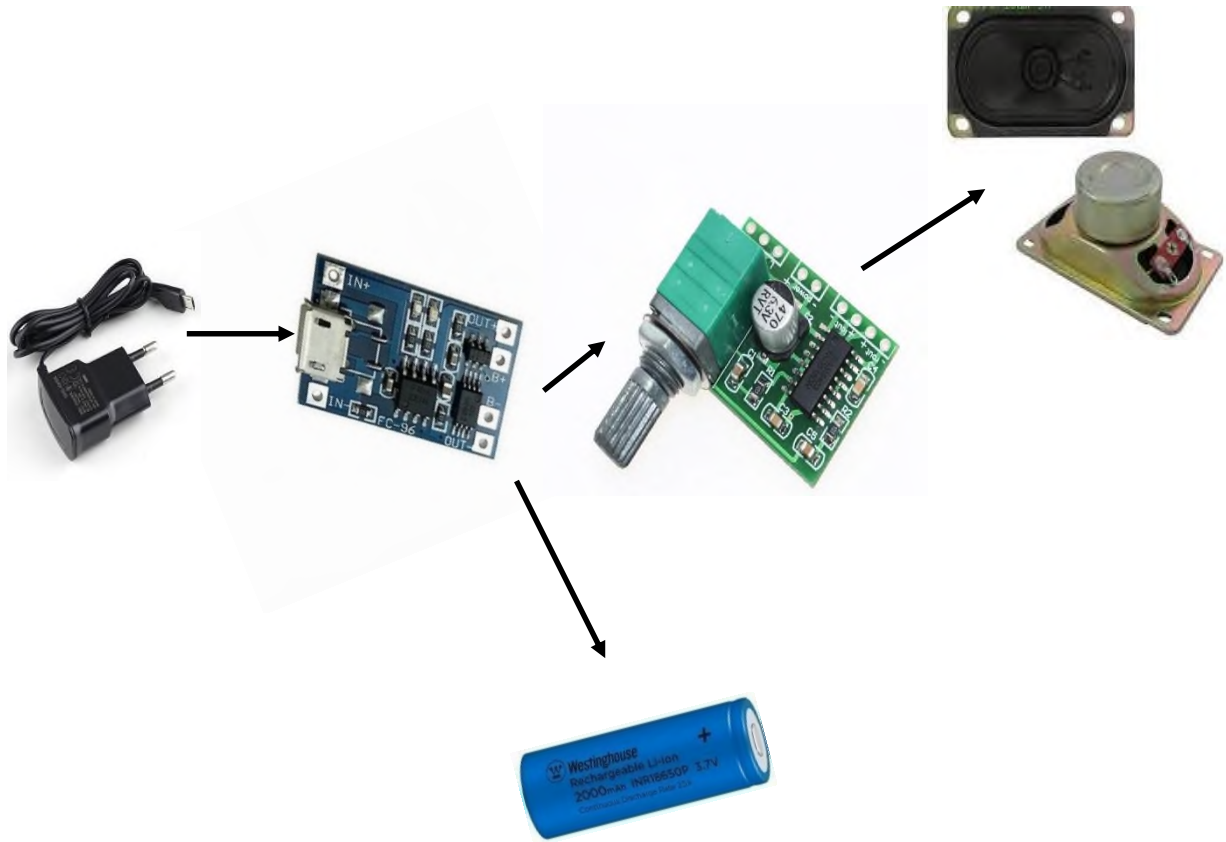


Рис. 3

Миколаївський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти

Кафедра теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ

Збірник робіт лідерів Обласного форуму юних шанувальників фізики та астрономії – 2020

Збірник матеріалів

Літературний редактор: О. В. Ліскович
Комп'ютерний набір, технічна верстка: О. В. Ліскович

Папір офсетний.
Друк на різнографі
Формат 60x84/16
Умовно-друкованих арк. – 13,25
Обліково-видавничих арк. – 12,32
Гарнітура шкільна

Тираж 100
Замовлення № 24

Адреса редакції:
вул. Адміральська, 4-а,
м. Миколаїв, 54001
Тел./факс 37 85 89
<http://www.moippro.mk.ua>,
e-mail: moippro@moippro.mk.ua