

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

Кафедра експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій

На правах рукопису

КРИВЕЦЬ СНІЖАНА АДАМІВНА
УПРОВАДЖЕННЯ ТА МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ
ЗАСОБІВ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ В СИСТЕМІ
STEM-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Спеціальність: 014.08 «Середня освіта (Фізика та астрономія)»

Освітньо-професійна програма «Середня освіта. Фізика»

Робота на здобуття освітнього ступеня „Магістр”

Науковий керівник:

МАРТИНЮК ОЛЕКСАНДР СЕМЕНОВИЧ,

доктор педагогічних наук, професор

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № ____

засідання кафедри експериментальної фізики
інформаційних та освітніх технологій

від _____ 20 р.

Завідувач кафедри

доктор фіз.-мат. н., проф. В. В. Галян _____

ЛУЦЬК – 2024

Зміст

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1	8
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ В КОНТЕКСТІ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ	8
1.1. Історія розвитку робототехніки та концепції впровадження в освітню галузь	8
1.2. Технології STEM в освіті: теоретичні основи впровадження та перспективи використання	10
1.3. Тенденції розвитку робототехніки в контексті STEM- орієнтованого навчання.....	12
1.4 Методи інтеграції робототехніки у навчання фізики	14
РОЗДІЛ 2	20
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АДАПТУВАННЯ ЗАСОБІВ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ У ПРОЦЕС НАВЧАННЯ ФІЗИКИ УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	20
2.1. Опис впровадження робототехнічних засобів у навчальний процес .	20
2.2 Апаратне забезпечення «ГЕКСАПОДА» як засіб вивчення фізичних процесів	23
2.3. Електронні складники механічного маніпулятора.	28
РОЗДІЛ 3	32
РОБОТОТЕХНІЧНІ ПЛАТФОРМИ ЯК ЗАСОБИ МОТИВАЦІЇ ЗОБУВАЧІВ ОСВІТИ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ	32
3.1. Методичні особливості використання платформи в освітньому процесі з фізики.....	32
3.2 Методичні особливості використання механічного маніпулятора в освітньому процесі з фізики.	40

ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ	53
ДОДАТКИ	57

АНОТАЦІЯ

КРИВЕЦЬ С.А.

УПРОВАДЖЕННЯ ТА МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ В СИСТЕМІ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

У роботі досліджено можливості та ефективність використання засобів STEM-технологій в освітньому процесі. Одним із найбільш активних в сенсі розвитку є робототехнічний напрямок, який нині став основним складником в сфері інформаційно-комунікаційних технологій. Робототехніка – потужний універсальний інструмент для освіти, який не обмежується віковими межами. За допомогою освітньої робототехніки можна виявити технічні здібності учнів і розвивати їх. Тому актуальною є проблема використання засобів робототехніки в освітньому процесі на основі впровадження інноваційної стратегії. У роботі проаналізовано історію розвитку робототехніки, концепції впровадження в освітню галузь та тенденції розвитку робототехніки в контексті STEM-орієнтованого навчання. Наукова новизна одержаних результатів полягає у теоретичному обґрунтуванні та практичній реалізації можливостей застосування засобів робототехніки в освітньому процесі з фізики, конструктивно-технічній та науково-дослідницькій роботі учнів закладів загальної середньої освіти. Запропоновано методичні рекомендації щодо використання роботизованої платформи "Гексапод" та механічного маніпулятора для роботизованих платформ в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.

Ключові слова: STEM-технології, освітня робототехніка, робототехнічні платформи, освітній процес із фізики, мотивація до вивчення фізики.

ABSTRACT
KRYVETS S.A.
IMPLEMENTATION AND METHODOLOGY OF USING
EDUCATIONAL ROBOTICS IN THE SYSTEM OF STEM-ORIENTED
TEACHING OF PHYSICS

The paper explores the possibilities and effectiveness of using STEM-technologies in the educational process. One of the most active in terms of development is the robotics direction, which has now become the main component in the field of information and communication technologies. Robotics is a powerful universal tool for education that is not limited by age limits. With the help of educational robotics, it is possible to identify the technical abilities of students and develop them. Therefore, the problem of using robotics in the educational process based on the implementation of an innovative strategy is relevant. The paper analyzes the history of the development of robotics, the concept of its introduction into the educational sector, and the trends in the development of robotics in the context of STEM-oriented learning. The scientific novelty of the results obtained lies in the theoretical justification and practical implementation of the possibilities of using robotics in the educational process of physics, in the constructive and technical and scientific research work of students of secondary education institutions. Methodological recommendations are proposed for the use of the robotic platform "Hexapod" and a mechanical manipulator for robotic platforms in the educational process of secondary education institutions.

Keywords: STEM technologies, educational robotics, robotic platforms, educational process of physics, motivation to study physics.

ВСТУП

Сучасна система освіти активно змінюється завдяки впровадженню новітніх технологій, що спрямовані на підвищення якості навчання та підготовку учнів до життя в умовах стрімкого технологічного розвитку. Одним із важливих напрямів є STEM-освіта, яка поєднує науку, технологію та математику, допомагаючи учням розвивати аналітичне мислення, творчі здібності та навички інноваційного підходу до вирішення проблеми. Фізика як основна природнича наука відіграє важливу роль у STEM-навчанні, формуючи розуміння законів природи та розвиток логічного мислення. Проте сучасні виклики вимагають впровадження нових методів викладання, які стимулюють зацікавленість учнів та допомагають ефективно засвоювати знання. Одним із таких інструментів є освітня робототехніка. Використання робототехніки в навчанні фізики дозволяє не лише зробити уроки більш інтерактивними, але й забезпечує можливість учням застосовувати на практиці теоретичні знання, отримані під час вивчення фізичних явищ. Робототехнічні засоби сприяють кращому розумінню складних фізичних процесів через експерименти та моделювання. Крім того, їх застосування розвиває навички програмування, конструювання та технічного проектування, що є важливими у контексті міждисциплінарного навчання. Тому **актуальною** проблемою є необхідність інтеграції сучасних технологій у навчальний процес в умовах швидкого розвитку сфери робототехніки. STEM-освіта націлена на розвиток критичного мислення, технічних навичок та інженерного підходу до вирішення проблем, що робить її важливою складовою сучасного освітнього процесу.

Об'єкт дослідження – освітній процес із фізики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – методики використання освітньої робототехніки як інструмента навчання фізики в рамках STEM-освіти.

Мета роботи: розробка та впровадження ефективних методів застосування освітньої робототехніки у навчальному процесі для покращення

розуміння фізичних законів, розвиток творчого мислення учнів та формування їхніх STEM-компетенцій.

Відповідно до поставленої мети було визначено такі **завдання** дослідження:

- 1) опрацювати наукову та технічну літературу про методи використання робототехніки в освітній галузі;
- 2) проаналізувати сучасні засоби освітньої робототехніки та їх потенціал для застосування на уроках фізики;
- 3) розробити методичні рекомендації щодо використання робототехніки в STEM-освітніх проєктах з фізики;
- 4) оцінити результати впровадження освітньої робототехніки в навчання фізики та їх вплив на успішність і мотивацію учнів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у теоретичному обґрунтуванні та практичній реалізації можливостей застосування засобів робототехніки в освітньому процесі з фізики, конструктивно-технічній та науково-дослідницькій роботі учнів закладів загальної середньої освіти.

Практичне значення одержаних результатів визначається тим, що запропоновано методичні рекомендації щодо використання платформи "Гексапод" та механічного маніпулятора в освітній та конструктивно-технічній діяльності здобувачів освіти закладів загальної середньої освіти.

Особистий внесок автора полягає в аналізі можливостей та обґрунтуванні доцільності застосування засобів робототехніки у освітньому процесі з фізики; запропонованій методиці використання робототехнічних платформ для підвищення мотивації до вивчення фізики.

Апробація результатів дослідження. Результати наукових досліджень оприлюднено на VIII Міжнародній науково-практичній конференції “Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук” 14 листопада 2024 р., м. Луцьк [26].

Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ОСВІТНЬОЇ РОБОТТЕХНІКИ В КОНТЕКСТІ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ

1.1. Історія розвитку робототехніки та концепції впровадження в освітню галузь

Робототехніка передбачає розроблення та створення автоматизованих технічних систем (роботів) для кращої результативності на підприємствах, для покращення безпеки людини та для виконання поставлених завдань в місцях, де людина немає змоги перебувати. Форма роботів може бути будь-якою.

Термін робототехніки був запровадженим письменником Айзек Азімом у 1942 році. А першим поштовхом розвитку сучасної робототехніки стали принципи кібернетики Норберта Вінера, сформовані 1948 року. А першу у світі «Енциклопедію кібернетики» у 2 томах було видано у Києві під керівництвом Глушкова у 1973 році, чим варто пишатись. Повністю автоматичний робот було створено у 1961 році з цифровим керуванням. А якщо говорити про сьогодні, то роботи все більше замінюють людину в різних видах діяльності.

Для педагогів, які викладають хімію, біологію, фізику, проектування дуже важливе, оскільки завдяки цьому педагог може перейти з теоретичного подання матеріалу в особисто орієнтований підхід.

На сьогодні проектні технології у освітньому процесі застосовують за такими принципами: гуманізм, природна відповідність, наочність, науковість, системність індивідуальність, зв'язок навчання з життям тощо, також принципів навчального проектування, дотримання яких є найбільш продуктивним у функціонуванні системи проектної діяльності.

Вивчаючи матеріали по застосуванню проектної діяльності в освіті, мною було з'ясовано, що є декілька підходів для адаптування у класно-урочну систему навчання:

- робота з проектом поєднує урочну та позаурочну діяльність учнів;

- проєкт виконується в позаурочний час;
- проєктна діяльність виконується під час уроку.

А також проаналізовано монографічні видання Н. П. Наволокової [18] та О. М. Пехоти [20], де досить зрозуміло й чітко розкрито особливості проєктної технології.

Також з цим у працях доведено, що метою проєктного навчання є створення умов за яких учні:

- самостійно отримують знання з різних джерел для виконання проєкту;
- уміло використовують здобуті самостійно знання для постановлених завдань;
- отримують практичні уміння в роботі з різними групами;
- розвивають свої дослідницькі уміння.

На мою думку, педагоги застосовуючи проєктну технологію навчання, намагаються оптимізувати програмний матеріал навчального предмету. В даному випадку педагог обирає розділ чи тему для розгортання проєктної роботи. Учні мотивуються до роботи над проєктом, оскільки учні вирішують певні проблеми чи роблять такі завдання, які їм симпатизують. Робота над проєктом триває протягом 3-4 занять, на яких викладач в ролі координатора, та колеги, які направляють та допомагають.

Для реалізації проєкту на уроці потрібно дотримуватись таких правил:

- розповісти учням про сутність проєкту та проєктну діяльність;
- перед початком проєкту, обговорити проблеми, які учні мають дослідити;
- узгодити теми для кожної групи, та вибрати таку тему кожній групі, яка буде мотивувати учнів;
- створити певну послідовність дій для вирішення певного питання;
- показати учням приклад дослідження даної теми;
- обговорити джерела інформації;
- розробка тез доповіді для презентації результатів;

- презентація та захист проєкту.

А також результативність проєкту оцінюється по таких пунктах:

- за змістом: оцінювання знань, глибину розуміння поставленої проблеми та наукове обґрунтування отриманих результатів;
- співпраця: робота в групі, правильна організація до роботи над проєктом та розподіл обов'язків таким чином, щоб кінцевий результат був максимальним;
- презентація проєкту: доступне пояснення виходу з поставленої проблеми проєкту та якісне оформлення [21].

Також варто пам'ятати про чіткий та якісний кінцевий результат. Робота потребує практичної діяльності, наукового підходу для отримання інформації, також у групі має панувати наукова-пошукова атмосфера, де усі учасники мають рівні права та пропонують свої ідеї для вирішення. Саме така робота стимулює працювати в колективах та бути у ролі активного учасника. Але нас цікавить робототехніка в освітньому процесі, отож далі про неї.

1.2. Технології STEM в освіті: теоретичні основи впровадження та перспективи використання

STEM-освіта - (від англ. – Science, Technology, Engineering, Mathematics – наука, технологія, інженерія (технічна творчість), математика) це напрям в освіті, в якому посилюється природничо-науковий компонент із застосуванням новітніх технологій.

STEM-освіту в розвинутих країнах підтримують на найвищому державному рівні, оскільки вона є основою для підготовки професіоналів у галузі високих технологій [25]. Тому такі країни як Дані, США, Японія, Німеччина, Франція, Великобританія та інші розвивають державні програми в напрямку STEM-освіти [6; 17].

STEM – напрям у навчальній системі, який використовується у різних ланках освіти з метою отримання у дітей навичок, потрібних для успішності у XXI столітті та інноваційного розвитку в цілому. Цей напрям виник на запит

сучасного бізнесу, що потребує професіоналів новітніх галузей. Він передбачає поєднання природничо-математичних наук, та інженерії. STEM-освіта є міждисциплінарною, що є новацією в освітньому процесі [14]. Основною проблемою для педагогів під час розроблення STEM програм є інтеграція навчальних дисциплін, які водночас є близькими дисциплінами а з іншого боку самостійними.

Отож, відбувається поєднання технологій, математики, наукового методу та проєктування в основі розроблення STEM-програми.

STEM – освіта базується на використанні обладнання та засобів пов'язаних з електротехнікою, радіотехнікою, енергетикою, моделюванням, інформатикою, науковими дослідженнями у галузі енергозберігаючих технологій, робототехнікою, радіоелектронікою, космонавтикою, авіацією, інтелектуальними системами, нано-технологіями [11].

Спираючись на досвід зарубіжних країн, впровадження STEM-освіти змінює економіку країни, робить її більш конкурентоспроможною та інноваційною. Згідно досліджень вчених залучення тільки 1% населення до STEM-освіти можна долучити до економіки до 50 млрд. доларів. Потреби на STEM-фахівців зростають з кожним роком на багато швидше інших професій, оскільки STEM розвиває здібності до креативної діяльності та досліджень, уміння працювати в колективі та команді, експериментування, сприяє формуванню аналітичного, критичного та інноваційного мислення [8].

В Україні є великий потенціал для розвитку STEM-освіти, опираючись на інформацію з Всесвітнього економічного форуму [21]. А саме у показнику «Якість математичної та природничої освіти» Україна посідає 27 місце з 137 країн (статистика за 2017-2018 рр.).

Нині освіта України перебуває в розробці та впроваджені нових стандартів нової школи. Хоча STEM-освіта реалізується в багатьох українських школах, це в основному в позаурочний час, зокрема: природничо-математичні олімпіади, заняття Малої академії наук, різноманітні наукові конкурси для учнів та студентів, фестивалі наук, тощо.

На основі зарубіжного досвіду в Україні актуально реформувати математично-природничу та інженерну освіту, а також перевіреною практикою STEM-освіту.

В Україні вже в даному напрямку прямують. А саме в 2015 році було створено коаліцію STEM-освіти в Україні, яка має такі основні завдання:

- реалізація програм для впровадження новітніх методів навчання у закладах освіти;
- надання можливості та сучасного обладнання учням та студентам для проведення дослідницьких та експериментальних робіт;
- профорієнтація;
- проведення олімпіад, конкурсів та змагань для самореалізації;
- міжнародне співробітництво.

Також STEM-освіта включає у себе робототехніку. Робототехніка це потужний напрям в який є універсальним інструментом для освіти, який не обмежується віком, від учнів початкових класів до студентів та науковців. За допомогою освітньої робототехніки можна виявити технічні нахили учнів і розвивати їх з самого дитинства. Тому в край важливою постає проблема в підготовці фахівців в галузі робототехніки, а також в підготовці майбутніх викладачів робототехніки.

1.3. Тенденції розвитку робототехніки в контексті STEM-орієнтованого навчання

Робототехніка входить до таких галузей, які на сьогоднішній день розвиваються дуже інтенсивно. Про це навіть свідчать матеріали Всесвітнього робото технічного звіту Міжнародної федерації робототехніки за 2018 рік (жовтень 2018, м. Токіо, Японія).

На сьогодні в промисловості новітні роботи та автоматизовані системи збору даних мають великий попит в різних сферах діяльності людини:

- медицина (роботи для мікрохірургії, кур'єри в лікарнях, надсучасні мікроскопи, літаючі швидкі);

- космічна галузь (роботизовані апарати для збору даних);
- промисловість (роботи, які мають можливість працювати в таких умовах, при яких людина не має змоги фізично перебувати)
- побут (роботи лакеї, пилососи, кавоварки);
- авіація (безпілотні апарати).

Робототехніка вже помітно змінює наше життя. Але ж роботи створені людиною й досконалість їх полягає в професіоналізмі інженерів та програмістів.

Підготовка майбутніх фахівців має виконуватись ще з початкової школи. Тому на сьогодні постає питання впровадження робототехніки в навчальний процес закладів початкової та середньої освіти.

Було зазначено раніше, швидкий розвиток робототехніки, ІТ-технологій, нано-технологій спричиняє потребу у кваліфікованих спеціалістах. Для реалізації цього потрібно якісно навчати учнів STEM-предметами – програмування, фізики, математики, інженерії, тощо.

- Фізика (електроніка, радіоелектроніка що є основою роботизованих систем).
- Математика (просторові поняття, для зрозуміння способів руху роботів).
- Технології та дизайн (конструювання та вигляд роботів).
- ІТ (програмування автоматизованих систем) [10].

Робототехніка є прикладною наукою, в якій в основі лежить проектування, конструювання, експлуатація та використання роботів. Навчальна робототехніка надає учням та студентам практичного досвіду в функціонуванні автоматизованих систем принципу їх роботи на елементарному рівні, тобто переході від аналогової інформації в цифрову. Використовувати попередньо набуті знання в реальних ситуаціях. А також в перспективі створювати власні стартапи. Робототехніка дає можливість активно працювати учневі чи студентові на занятті, як співавтор певного проєкту, а не як пасивний здобувач знань [9].

Освітня робототехніка (educational robotics) – це напрям навчання учнів, у якому використовуються знання STEM-предметів (фізики, математики, технологій), інформатики та кібернетики [25; 17; 9; 4; 7]. Даний напрям має ідеї навчання технологій, які будуть потрібні в майбутньому, а також дозволяє долучати учнів різної вікової групи до інноваційної творчості.

Враховуючи матеріали досліджень [25; 17; 9; 4; 7] та особистий досвід, виділимо мету та завдання освітньої робототехніки у освітній процес закладів освіти:

- формування інтересу до природничих наук, що відповідають ідеям STEM-освіти;
- формування навичок конструювання та вміння вирішувати конструктивні проблеми;
- формування «особистого я»;
- формування в учнів вміння працювати з різними джерелами, аналізувати їх та на основі здобутих знань створювати власні розробки;
- формування в учнів логічного, креативного мислення;
- формування в учнів мотивації до навчання.

В Україні розвиток освітньої робототехніки в робочому навчальному плані з'являється епізодично, і то в межах певного предмету. В позашкільній освіті освітня робототехніка розвивається, але масовості такої як під час занять в школі чи університеті немає.

1.4 Методи інтеграції робототехніки у навчання фізики

Інтеграція робототехніки в навчанні фізики є приклад методів, що поєднують наукові дисципліни та технології для практичного навчання.

- Міждисциплінарність: STEM-метод об'єднує декілька дисциплін. У випадку фізики це включає вивчення механіки, електрики та магнетизму через інженерне проєктування та програмування роботів.
- Проєктно-орієнтоване навчання:

Такий метод характеризується на формулюванні проблеми, що зацікавить всіх учнів у класі. Найкраще орієнтуватися на проблеми сьогодення та етапи його вирішення. Наприклад : як зацікавити учнів України до вивчення фізики за рохунок лабораторних робіт і робототехніки? В цьому питанні об'єднуються знання історії, робототехніки, фізики, економіки та енергетики для того, щоб дотикнутися до вирішення проблем малими кроками необхідно:

1. Досліджуйте попередній досвід. Зверніть увагу на інновації, впровадженні в інших країнах для вирішення подібних проблем. Це розвиває інноваційне мислення та сприяє розумінню глобальних підходів через локальні проекти.

2. Закликайте до реалізму та автентичності. Оцініть чи є ваше рішення реалістичним і досяжним. Використовуйте методологію SMART для оцінки конкретних, вимірювальних та актуальних цілей, що допоможе учням розвивати критичне мислення та адекватного оцінювання свої сили

3. Заохочуйте до творчості та взаємодії. Працюючи в командах, важливо враховувати індивідуальні здібності кожного учасника. Використовуйте метод «9 командних ролей Белбіна», щоб визначити індивідуальні сили сторони учнів і заохочувати їх до внеску в проекти відповідно до своїх талантів.

4. Рефлексуйте та приймайте критику. У процесі проектного навчання важливо не боятися помилок і критики. Створіть «карту ризиків», щоб виявляти можливі проблеми на етапі реалізації та шукати способи їх вирішення. Це допоможе учням навчитися аналізувати свої досягнення та робити висновки

5. Презентуйте свої ідеї. Навчіть учнів гідно презентувати свої проекти як для класу, так і для ширшої аудиторії. Це може бути електронна презентація, відео або постер. Для підготовки скористайтесь інструментом « Презентація для ліфта», щоб коротко і чітко висловлювати основні ідеї. Такий підхід дозволяє учням мислити глобально, але діяти локально, знаходячи рішення, які можуть вплинути на розвиток їхньої громади й водночас сприяти досягненню глобальних цілей [11;23].

Можливі приклади проєктно-орієнтоване навчання лабораторних робіт за допомогою робототехніки:

1. Проєкт створення роботизованої системи для дослідження механічного руху: Учні розробляють і виконують проєкти з використанням робототехніки для вирішення фізичних завдань. Це сприяє практичному застосуванню знань з фізики та розвитку творчих здібностей.

2. Лабораторні роботи з робототехнікою: Використання робототехнічних систем для проведення експериментів з фізики. Наприклад, учні можуть використовувати датчики і програмовані модулі для вимірювання швидкості, прискорення або сили.

3. Моделювання фізичних процесів: Роботи можуть бути запрограмовані для моделювання фізичних явищ, таких як рух за законами механіки, що допомагає учням краще зрозуміти абстрактні концепції.

4. Інтеграція програмування та фізики: Навчання фізики через програмування роботів, що виконує команди на основі фізичних законів. Це допомагає учням зв'язати теорію з практикою і розвивати навички алгоритмічного мислення.

5. Міжпредметна інтеграція: Включення фізичних задач у STEM-проєкти, де робототехніка стає частиною більш широких задач, що охоплюють також математику, технології та інженерію.

6. Інтерактивні демонстрації: Використання роботів для наочних демонстрацій фізичних явищ, таких як енергія, імпульс чи магнетизм. Це підвищує інтерес учнів і сприяє кращому розумінню матеріалу. Такі методи дозволяють створити динамічне та практично орієнтоване середовище навчання, що підвищує мотивацію учнів і сприяє формуванню глибоких знань з фізики.

7. Моделювання сили тяжіння. Роботи можуть бути використанні для моделювання руху об'єктів полі сили тяжіння. Наприклад, студенти можуть створювати роботизовані системи для моделювання руху планет або супутників навколо Землі. Це допоможе вивчити закони Кеплера та Ньютона.

8. Дослідження опору повітря. Використовуючи легкі роботи, які рухаються через повітря, учні можуть вимірювати і аналізувати опір повітря при різних швидкостях. Це дає змогу досліджувати вплив аеродинаміки на рух об'єктів.

9. Вивчення маятникового руху. Робот може бути використаний для автоматизації вимірювань руху маятника. Учні можуть аналізувати період коливань залежно від довжини нитки та сили тяжіння. Це допомагає зрозуміти гармонічний рух і вивчити основні принципи коливань.

10. Моделювання електричних кіл. Роботи, що включають базові елементи електричних кіл (резистор, конденсатор, котушки), можуть допомогти учням розуміти основи електротехніки. Вони можуть програмувати робота для регулювання напруги або струму в колі та вимірювати результати.

- Активне навчання: Учні виконують ролі дослідників і розробників, що дає їм змогу вчитися через експерименти та розв'язання реальних проблем.

- Проблемно-орієнтоване навчання: Використовується підхід, коли для вирішення проблеми, учні повинні застосовувати знання з фізики, розв'язуючи його на практиці.

Важливі етапи цього методу:

1. Постановка проблеми: Вчитель ставить завдання. Що вимагає використання фізичних знань і робототехніки.

2. Проєктування та експерименти: Учні розробляють робота, налаштовують його й перевіряють різні варіанти виконання завдання, аналізуючи фізичні аспекти

3. Рефлексія: Після проведення експериментів учні аналізують помилки та можливі вдосконалення.

Оскільки, як зазначалося, творчість забезпечує в учнів мотивацію до пізнання, викликає в них цікавість та розвиває різнобічне бачення різних проблем, а конструктивно-технічна діяльність є її складовою, то, на нашу думку, саме ефективність останньої сприяє активізації пізнавальної діяльності, покращенню та стабілізації успішності учнів на уроках з фізики[3;5].

Використання елементів робототехніки при вивченні фізики в школі перш за все допомагає ширше розкрити закономірності тих процесів, що вивчаються, створює можливості для ознайомлення учнів із методами наукових досліджень, розвиває інтерес до техніки, виробляє конструкторські здібності, стимулює допитливість. Крім того, знайомство з конструктивно-технічною діяльністю сприяє вивченню робототехніки, привчає учнів до конструювання, виготовлення приладів (не тільки вміти відтворювати, але й створювати зовсім нові), розвиває корисні вміння та навички, знайомить учнів з новими галузями науки, а також із новими професіями.

Конструювання робототехнічних приладів у шкільному фізичному експерименті сприяє формуванню позитивних якостей, адже в учнів виробляються конструкторсько-інженерні здібності.

Використання приладів створених у процесі технічної діяльності в системі шкільного фізичного експерименту сприяє ефективному розв'язанню багатьох дидактичних завдань, а саме:

- 1) формуванню початкових уявлень про фізичні явища;
- 2) формуванню фізичних понять;
- 3) установленню залежності між величинами;
- 4) ознайомленню учнів із сучасними фізичними методами дослідження, із прикладами практичного використання фізичних законів у інших галузях науки та техніки;
- 5) вивченню основних принципів різних технологічних процесів;
- 6) створенню сприятливих умов для формування практичних умінь та навичок.

Застосування елементів технічної творчості в поєднанні з іншими комплексами навчального обладнання створює можливості для ефективного проведення дослідів, пояснення принципів дії приладів та устаткування, зручності їхнього використання, значного скорочення часу для підготовки та проведення дослідів, використання навчальних робототехнічних приладів при

вивченні різних питань курсу фізики, при проведенні позакласної роботи та факультативних занять [47;59].

У зв'язку з теперішнім розвитком освіти актуальною темою є впровадження STEM-освіти, що охопило багато провідних країн. Українські школи також зацікавлені в цьому, адже однією з основ такої освіти є досліджувана діяльність. До її складу входять конструювання, приладобудування та робототехніка.

Заняття робототехнікою забезпечують:

1) ефективність вивчення та засвоєння матеріалу із предмету, здатність висловлювати свої думки чітко, переконливо, посилаючись на відомі закони фізики та додаткові джерела інформації;

2) схильність до аналітичної діяльності, винахідливості, прагнення до глибокого вивчення конструювання і досконалого знання радіоелектронних приладів та засобів робототехніки;

3) уміння приймати правильні рішення з врахуванням усіх можливих факторів, бажання вивчити технологію виробництва, досягти розуміння можливостей технологічних процесів;

4) уміння використовувати сучасну обчислювальну техніку, вільно володіти математичним апаратом, прагнення до створення цікавого й нового [65].

За допомогою цієї діяльності учні розширюють свій кругозір, розкривають свій творчий потенціал, пізнають нові фізичні терміни та деталі, аналізують, порівнюють побачені процеси з фізичними явищами та закономірностями, навчаються працювати в колективі та самостійно, практично мислять, усвідомлюють цінність побаченого та засвоюють нову інформацію, проявляють інтерес до фізики, активно розвиваються, прагнуть до створення чогось нового, намагаються розв'язати поставлені завдання, подолати труднощі, що виникли з складанням деталей, інтенсивно уявляють та фантазують, розвивають свої практичні вміння та навички.. Діти починають краще розуміти фізику, при цьому самі бажаючи навчатись та досягати нових вершин.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АДАПТУВАННЯ ЗАСОБІВ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ У ПРОЦЕС НАВЧАННЯ ФІЗИКИ УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

2.1. Опис впровадження робототехнічних засобів у навчальний процес

Конструктори LEGO® Education. Компанія LEGO® (LEGO® Education) розробила на основі конструктора для дітей, набір якій містить деталі, двигуни, різноманітні датчики, програмований мікрокомп'ютер та методичні матеріали. Також компанією було створено програмне забезпечення для мікрокомп'ютера у вигляді блок схем, до речі даний вигляд чудово підходить для школярів початкових класів, оскільки є відносно простим і зрозумілим і водночас розвиває логічне мислення у дітей. В даному програмному забезпеченні кожен учень має можливість самостійно програмувати і навчатись, оскільки в програмі є мануал – систематизований підбір навчальних матеріалів, які в захоплюючій формі знайомлять з навчальним матеріалом. Вік учнів, які навчаються за цими програмами від 3-17 років. Також Міністерством освіти і науки України підтвердило відповідність педагогічним вимогам та рекомендує в закладах освіти України навчальні конструктори LEGO® Education (свідоцтво №06/34 від 27. 06. 2018р.).

Компанія «Інноваційні освітні рішення» розробила такі методики викладання робототехніки на основі набору Mindstorms EV3 Education:

- «Програма курсу за вибором «Робототехніка» для учнів 8-9 класів» (схвалено для використання в загальноосвітніх навчальних закладах комісією з трудового навчання і креслення Науково-методичної Ради з питань освіти Міністерства освіти і науки України (лист №22.1/12-Г-199 від 10.04.2018);
- навчальний посібник «Технології і дизайн на основі LEGO» для 1-го класу НУШ (схвалено для використання у закладах освіти комісією з

педагогіки та методики початкового навчання Науково-методичної ради з питань освіти Міністерства освіти і науки України (лист ДНУ «Інституту модернізації змісту освіти» від 02.09.2018 р. № 22.1/12-Г-817).

Також компанія LEGO® Education впровадила ще один вид курсу Developer, 3D моделювання та розробка ігор.

Під час його учні будуть освоювати 3D дизайн і створювати ігри. Він призначений для дітей віком від 13 років і включає у себе 38 занять. Діти будуть вчитись проєктувати в програмі Fusion 360 19 занять, пройдуть шлях від простих креслень до складних рухомих механізмів. Інші 19 занять розробка ігор. Учнів познайомлять з основами мови програмування C# а також навчать працювати в середовищі програмування MonoDevelop та VisualStudio.

Завдяки освітнім програмам від LEGO® Education, вже більше ніж у 200 школах України діти у STEM-форматі вивчають предмети природничо-наукового і технічного напрямку, створюють власні проєкти в рамках міжнародної програми FIRST® LEGO® League та World Robot Olympiad, здобуваючи нагороди на Всеукраїнських олімпіадах і чемпіонатах з робототехніки. За допомогою програм від LEGO® Education діти мають змогу оволодіти передовими навичками XXI століття [15].

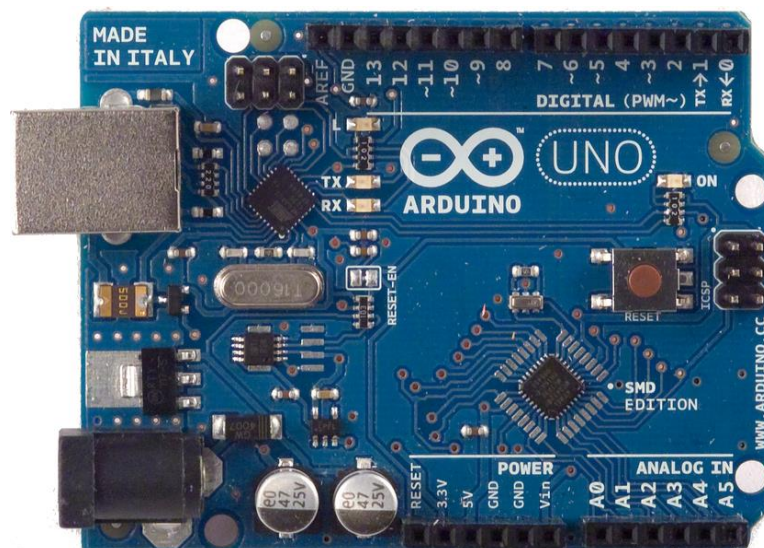


Рис. 2.1. Плата Arduino Uno

Платформа Arduino. Ще один напрямок освітньої робототехніки це програмування за допомогою апаратно-обчислювальної платформи «**Arduino**»,

основним компонентами якої є плата мікроконтролера (можна сказати міні процесор), а також входи на вхідні та вихідні дані, та середовище програмування «Arduino IDE».

Arduino – це платформа створена для розробок різноманітних електронних пристроїв. Має можливість зчитувати з навколишнього середовища інформацію за допомогою додаткових модулів, а також керувати світло діодами, моторами, сервомоторами, тощо.

Мікроконтролер на платі програмується за допомогою мови програмування Arduino (це мова програмування заснована на C та C++ тільки з обмеженим функціоналом) та середовищем для програмування Arduino IDE, яке складається з вбудованого текстового редактора програмного коду, області виведення тексту, панелі інструментів. Завантаження скетчу (програми) відбувається досить просто, за допомогою USB. Скетч пишеться у текстовому редакторі, що має інструменти вирізки, вставки, зміни тексту, пошуку.

На даний час існує багато модулів для плат Arduino, відрізняються вони за призначенням (датчики вологості, температури, світлості, тиску, відстані, тощо). Також сама плата Arduino має різноманітні модифікації (модифікації стосуються розмірів плат та функціоналу).

Роботу над проектами за допомогою Arduino можна організувати так:

- **Організаційно-підготовчий етап**

На цьому етапі учнями чи студентами описується мета та завдання.

- **Конструкторський етап**

Учасники проекту систематизують та відображають необхідні складові пристрою, здійснюють побудову схеми підключення модулів та інших складових до плати Arduino, а також розробляють програмне забезпечення для роботи пристрою.

- **Технологічний етап**

Під час даного етапу учні здійснюють підключення усіх компонентів пристрою, завантажують скетч, а також будують корпус до пристрою. Перевіряють пристрій на помилки в коді та дефекти корпусу.

- **Заключний етап**

На даному етапі учасники проєкту роблять висновки про даний прилад, а також аналізують його технічні можливості з тими, які були поставлені перед початком виконання роботи над ним.

Отож, використання проєктів з Arduino дає змогу учням працювати з високими технологіями, вчитись логічно мислити, а також здобути початкові уміння в програмуванні. Дана платформа є більш складною порівняно з LEGO® Education, тому на мій погляд, доцільно було б впроваджувати ці платформи в освітній процес для вивчення фізики, розпочинаючи саме з 7 класу. Водночас за допомогою програмного середовища Arduino IDE можна створювати складні та якісні програми.

2.2 Апаратне забезпечення «ГЕКСАПОДА» як засіб вивчення фізичних процесів

Гексапод (Hexapod)- це механічний транспортний засіб, який має 6 ніжок. Хоча достатньо 2-3 ніжок для стабільної стійкості певної платформи чи робота, але з 6 ніжками платформа чи робот має велику гнучкість і дуже хорошу стійкість, навіть якщо вийде декілька ніжок з ладу він все ж буде на ходу.



Рис. 2.2 Приклад платформи «Гексапод»

Плата **Arduino** – це апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання. Основним елементом, якої є плата мікроконтролера з елементами вводу та виводу. Для роботи плати використовується багато фізичних процесів та явищ. Учні при роботі з платою дізналися і повторили що таке кварцовий резонатор та його принцип роботи, лінійний стабілізатор, модуль пам'яті, резистор, конденсатор, тощо [2].

Основні характеристики **Arduino Nano**:

- Напруга живлення 5 В;
- Вхідне живлення 7-12 В (рекомендовано);
- Кількість цифрових виходів – 14;
- Кількість аналогових виходів – 8;
- Максимальний струм цифрового виходу 40 мА;
- Флеш-пам'ять 32Кб;
- Оперативна пам'ять 2Кб;
- EEPROM 1 Кб;
- Частота 16 МГц;
- Розмір 19x42 мм;
- Маса 7г.

Сервомотор – це привід, у якого вал обертання може стати на заданий кут або задавати певну швидкість обертання. На рис 2.3. зображено вигляд в

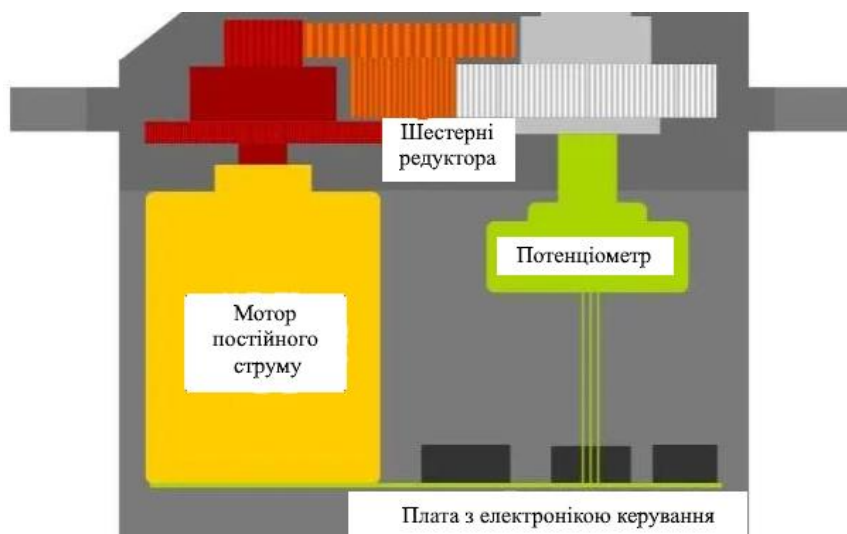


Рис. 2.3. Будова сервомотора в перерізі

перерізі.

Як можна побачити, він складається з мотору постійного струму, редуктора, потенціометра та плати керування. В ньому використовується явище переходу електричної енергії в механічну. За допомогою редукторів використовується ще одне фундаментальне явище в фізиці, «золоте правило механіки».

Потенціометр виконує завдання датчика, він подає сигнал на плату керування при зміні положення вала. Від потенціометра виходить 3 проводи. Два з них живлять сервомотор, а третій використовується для подачі сигналу на плату керування. Сервомотор отримує сигнал заданого значення, після того порівнює значення з значенням на потенціометрі, і в випадку розбіжності блок керування прагне підтримувати задане значення, щоб воно при можливості співпадало з значенням, яке поступило з потенціометра.

Основні характеристики сервомотора:

- Маса: 55 г;
- Розміри: 40,7-19,7 - 42,9 мм;
- Швидкість роботи: 0,17 с/60 градусів (при напрузі 4,8 В без навантаження);
- Швидкість роботи: 0,14 с/60 градусів (при напрузі 6 В без навантаження);
- Навантаження на валові: 9,4 кг/см (4,8 В), 11 кг/см (6 В);
- Робоча напруга: 4,8-7 В;
- Робоча температура: 0-55 °С.

Модуль пасивний (п'єзогучномовець) – пристрій, у якому відбувається перетворення електричних коливань в звукові. За допомогою нього можна оснастити прилад звуковою сигналізацією.

Основні характеристики:

- Діапазон випромінюваних часто 2-5 кГц;
- Робоча напруга від 3-5 В;

- Розміри плати 33x20 мм.

DC-DC step-down XL4005 – понижувальний конвертор, за допомогою цієї плати можна регулювати вихідну напругу в певному діапазоні. Це дає можливість від одного джерела забезпечити живленням декілька компонентів з різними напругами. При не правильному підключенні можна спостерігати втрати електроенергії, які на пряму залежать від співвідношення вхідної і вихідної напруг. За рахунок того, що пристрій працює у імпульсному режимі, він має високий ККД і на відмінну від інших типів перетворювачів не потребує додаткового тепловідведення. Пристрій обладнаний тепловим захистом. При використуванні понижувального конвертора потрібно враховувати те, що напруга на виході не може перевищувати напругу на вході.

В DC-DC мікросхемі понижується напруга за рахунок широти імпульсної модуляції (ШІМ) схема керування виробляється прямокутними імпульсами, з постійною частотою, або постійним періодом. Ці імпульси показані на рис. 2.4.

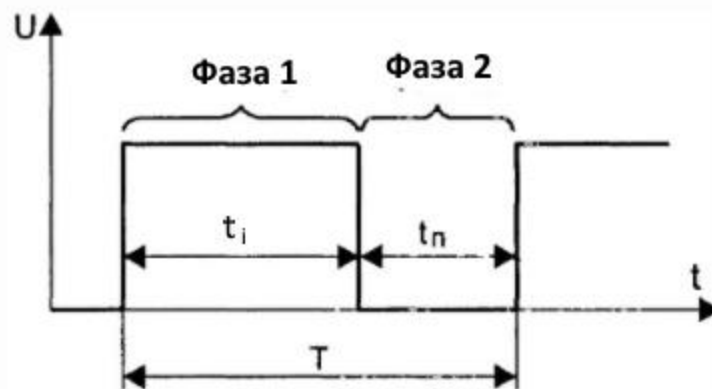


Рис. 2.4. Імпульси керування

Там t_i - час імпульсу, транзистор відкритий, t_n - час паузи, транзистор закритий.

Співвідношення t_i/T називається коефіцієнтом заповнення. Та позначається буквою D і виражається у відсотках, або просто в числах.

Таким чином D можна змінювати від 0-1. При значенні $D=1$ ключовий транзистор знаходиться в стані повної провідності, а при $D=0$ в закритому стані. Відповідно можна здогадатись що при $D=50\%$ вихідна напруга буде відрізнятись від вхідної в 2 рази. Очевидно, що регулювання вихідної напруги відбувається за рахунок зміни ширини керуючого імпульсу [3].

Основні характеристики DC-DC перетворювача:

- Вихідна напруга: 0,8-30 В;
- Вихідний струм: 0-5 А;
- Вхідна напруга: 5-32 В;
- Діапазон температур: -40-+85 С;
- Ефективність: 96%;
- Захист: коротке замикання: (граничний струм 8А);
- Потужність: 75 Вт;
- Розмір: 54x24x12 мм;
- Частота: 300 Гц.

16-канальний PWM контролер PCA9685 – контролер для підключення 16-ти сервомоторів або світлодіодів до плати Arduino, використовуючи всього 2 сигнальні дроти. Конструкція дозволяє каскадувати та керувати 992 сервомоторами або світлодіодами. В ньому використовується передача сигналу від Arduino на різній частоті [19].

Особливості конструкції:

- на платі встановлено додаткові резистори по кожному з виходів для зручного підключення світлодіодів;
- живлення 3,3 В;
- можливість підключення сервомоторів з напругою 6 В;
- 6-розрядна I2C адреса;
- регульована частота ШІМ до 1 кГц;
- 12 бітове керування по кожному з каналів;
- налаштовується вихід – дровий або ж з відкритим стоком;
- окремий вхід джерела живлення сервомоторів або світло діоді.

Потенціометр – це змінний резистор із 3-ма виводами, один із яких рухомий, що використовується як змінний опір. В даному проєкті використовується як елемент керування. Оскільки запрограмовано при якому опорі виконувати певну дію. а при якому знаходитись у стані спокою.

2.3. Електронні складники механічного маніпулятора.

Основою електронної частини маніпулятора є плата **Arduino** (рис. 2.5.). Це апаратно обчислювальна платформа для новачків та професіоналів в

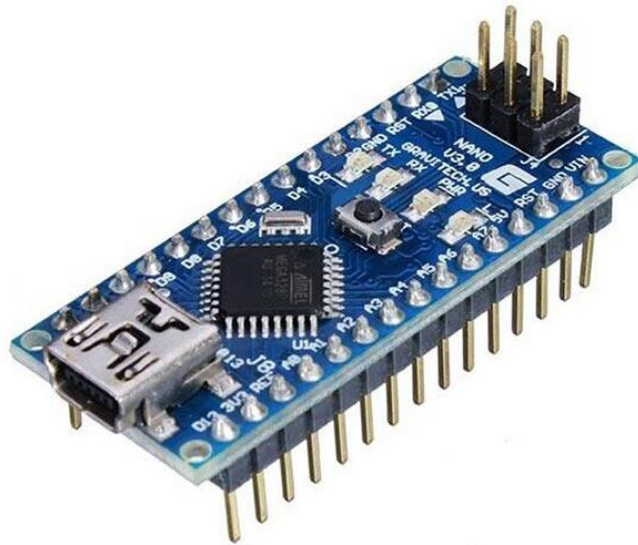


Рис. 2.5. Зображення Arduino Nano

конструюванні. Основною її частиною є плата мікроконтролера з елементами вводу та виводу. В платі використовуються різноманітні фізичні процеси та явища. Учні познайомилися з такими компонентами як кварцовий резонатор та модуль пам'яті, повторили що таке резистор, конденсатор, та лінійний стабілізатор тощо.

Основні характеристики **Arduino Nano**:

- Напруга живлення: 5В;
- Вхідне живлення: 7-12В (рекомендовано);
- Кількість цифрових виходів: – 14;
- Кількість аналогових виходів: – 8;
- Флеш-пам'ять: 32Кб;
- Оперативна пам'ять: 2Кб;
- Максимальний струм цифрового виходу: 40 мА;
- EEPROM: 1 Кб;
- Частота: 16 МГц;
- Розмір: 19x42 мм;

- Вага: 7г.

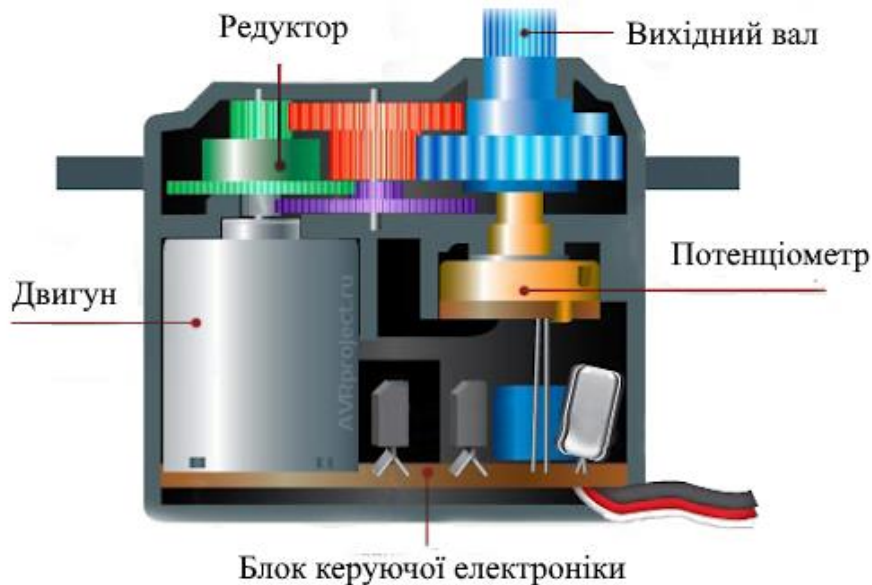


Рис. 2.6. Зображення вузлів сервомотора

Сервомотор – це пристрій який може повертати свій вал на зазначений кут, а також обертатися з певною швидкістю обертання. Будову сервомотора зображено на рис. 2.6. Як бачимо він складається з блоку керування, де розміщена електроніка, яка отримує сигнал та порівнює його з значенням потенціометра, потенціометр в свою чергу закріплений до вихідного валу. Відповідно якщо сигнал, який поступив до блоку керування не співпадає з значенням потенціометра, сигнал починає подаватися до двигуна доти, поки значення сигналу та потенціометра не будуть рівні. В сервомоторі також використовуються редуктор, який перетворює велику швидкість мотора в малу, чим збільшує момент сили. До сервомотора підключається 3 проводи, перший зазвичай чорний або коричневий це земля, другий червоний відповідає +5 В, третій відповідає сигналові, він жовтого або помаранчевого кольору.

В роботі сервомотора використовуються явище переходу електричної енергії в механічну. Золоте правило механіки використовується у редукторі. В потенціометрі використовується закон Ома.

Під час роботи ми використовували два типи **сервомоторів**:

- Сервомотор MG995;
- Сервомотор SG90.

Основні характеристики **MG995**:

- Живлення: 4.8-7.2 В;
- Момент сили: 13 кг/см (4.8 В);
- Кут повороту між крайніми точками: ;
- Швидкість без навантаження: 0.17 с/ (4.8 В);
- Вага: 69 г;
- Довжина проводів: 30 см;
- Розміри: 40x19x43 мм.

Основні характеристики **Сервомотора SG90**:

- Живлення: 4,8-6 В;
- Момент сили: 1,2-1,4 кг/см (4,8 В);
- Швидкість без навантаження: 0,12 с/ (4.8 В);;
- Мертва зона: 7мкс;
- Вага: 9 г.

Потенціометр є змінним резистором, який має три виводи та використовується як подільник напруги. Електричний струм проходить між кінцями контактів, а потрібну напругу можна отримати з рухомого повзунка. Свого часу потенціометри були дуже популярні майже у всій радіоелектроніці.

Конструкція потенціометра дуже проста, основним елементом якої є резистивний елемент (метал який має великий опір) ковзного контакту, який має змогу рухатись по всій протяжності резистивного елементу, 3-х клем, які приєднанні до обох кінців елементу та ковзного контакту, елементу, що рухає



ковзний контакт, та корпусу. На рисунку 2.7 зображено лінійний потенціометр.

Характеристика потенціометра WH148 В1К:

- Метод встановлення: монтаж кріль отвори;
- Потужність: 0.125 Вт;
- Опір: 1кОм;
- Точність: 200%

Рис. 2.7. Вигляд лінійного потенціометра

2.4 Приклади уроків з використанням робототехніки

Електронний конструктор Arduino - це зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв. Програмується на спеціальній мові програмування, який заснований на C / C ++. Роботу створеного алгоритму учні можуть перевірити на фізичному пристрої. Платформа Arduino дозволяє не просто збирати всілякі електронні пристрої та їх програмувати, але і проводити 81 експериментальні і дослідні лабораторні роботи, що стимулюють пізнавальну активність учнів. В заняття повинні входити такі основні принципи навчання:

1) принцип Парето. у якому 80% уроку - це практика. Де кожен учень відповідає за свій результат і працює зі своїм набором (персональний комп'ютер та набір Arduino);

2) наочність. Кожен учень бачить результат роботи свого коду. Звідси приходить і мотивація і розуміння програмування. Програма не залишається десь в комп'ютері, вона виконується, і робот або пристрій виконує поставлену задачу;

3) один урок - один пристрій. В кінці кожного уроку, кожен учень матиме, може спочатку і простий, але робочий пристрій. Сигналізацію або парктроник, тобто щось цікаве і корисне. Це дає мотивацію довести програму до кінця;

4) горизонтальна підзвітність. В кінці уроку діти завжди бачать, у кого пристрій працює, а кому ще потрібно постаратися. Це дозволяє підвищувати мотивацію кожної дитини і його прагнення до знань.

РОЗДІЛ 3

РОБОТОТЕХНІЧНІ ПЛАТФОРМИ ЯК ЗАСОБИ МОТИВАЦІЇ ЗОБУВАЧІВ ОСВІТИ ДО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

3.1. Методичні особливості використання платформи в освітньому процесі з фізики.

Також підхід до вивчення фізики буде дещо іншим, автор не позиціонував себе як соціально вищим, а натомість був для них колегою, який дещо краще знає про предмет фізики

При роботі над проектом учні ознайомлюватимуться із такими поняттями:

- електричний сигнал та його види;
- трансформатор;
- акумулятор;
- перетворення енергії.

Електричний сигнал

Сигнал – це змінна фізична величина, що використовується для пересилання інформації, світлового потоку, сили струму, тощо, що використовується для перенесення даних.

Електричний сигнал- це перенесення даних за допомогою зміни фізичної величини: електричного струму, заряду, магнітного потоку чи напруги. Розрізняють дві групи сигналів.

Детерміновані, це такі сигнали, значення яких можна передбачити в будь який момент часу, абсолютно точно. Такі сигнали не несуть нової інформації, проте вони можуть бути використані як тестові сигнали при дослідженнях різних електричних кіл.

Випадкові, це такі сигнали, значення яких у будь-який момент часу не можливо передбачити. Випадковими сигналами є різні електромагнітні коливання природного та промислового походження, а також сигнали інших джерел сигналів, які перешкоджають заданому. Вони бувають корисними та ті, які заважають(шум).

Електричні сигнали поділяються на такі типи:

Аналогові – неперервні у часі та на множинні значень;

Квантові – неперервні у часі та дискретні на множині значень;

Цифрові – дискретні в часі та на множенні значень;

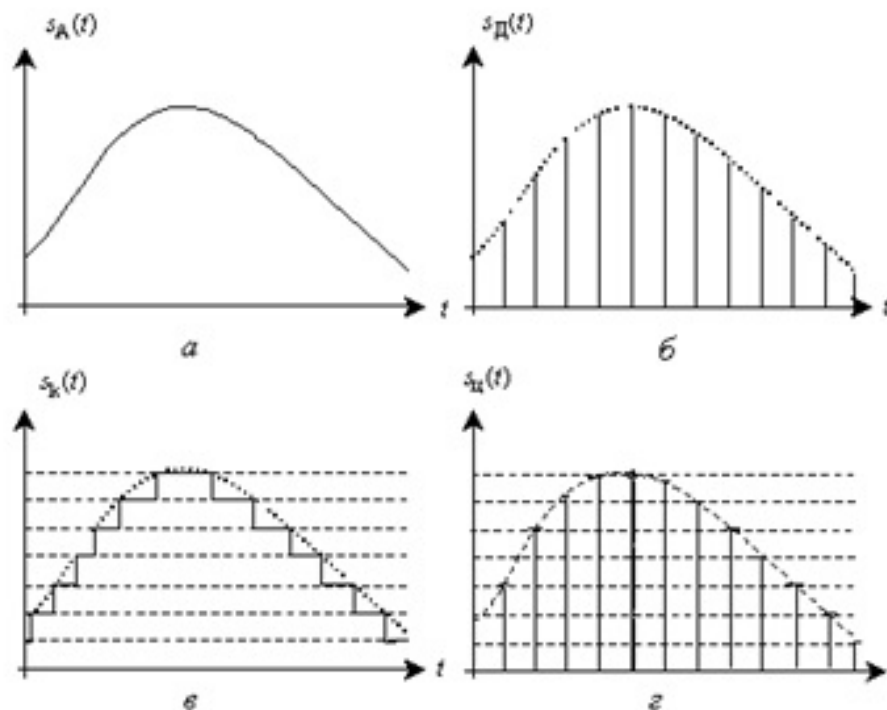


Рис. 3.1. Вигляд одного і того ж сигналу в залежності від його типу. (а) аналоговий, (б) дискретний, (в) квантовий, (г) цифровий.

Найбільш поширеними є цифрові сигнали та аналогові. Способи пересилання, обробки, зберігання та відтворення інформації між ними різняться докорінно. Тому в інформаційній електроніці виділяють такі два напрями, аналогову та цифрову електроніку. Аналогова та цифрова електроніка – це два напрями інформаційної електроніки. В залежності від проміжку часу, протягом якого існує сигнал, його розрізняють на імпульсний та довготривалий

(неперервний). Неперервний сигнал теоретично існує, якщо проміжок часу достатньо тривалий.

Імпульсні сигнали – в такому випадку сигнал триває дуже маленький проміжок часу.

Трансформатор

У 1831 році англійським вченим, фізиком, Михайлом Фарадеєм при проведенні дослідження електричного кола, було відкрито явище електромагнітної індукції, що лежить в основі роботи трансформатора. Патент на трансформатор було запатентовано Яблочковим П. М. 30 листопада 1876 року, але його трансформатор був з розімкнутим осердям, у вигляді стержня на який намотувались обмотки. Вже у 1885 року угорськими інженерами було розроблено трансформатор із замкнутим магнітопроводом, що зіграло велике значення у подальшому розвитку конструкції трансформатора. Хоча трансформатори мали великий недолік, вони сильно грілись, але дану проблему було вирішено наприкінці 1880-х років Джорджем Свінберном. Він розташував трансформатори у керамічних посудинах, заповнених оливою, це суттєво підвищило ізоляцію обмоток.

Винахід трансформатора мав велике значення у так званій «війні струмів» протистоянні Томаса Едісона та Ніколи Тесли, який стверджував краще використовувати, змінний чи постійний. До речі вона тривала понад 100 років, і закінчилась фактично 2007 року. Її є свої переваги використання що змінного що постійного струму. Постійний струм краще використовувати у електроніці, і він більш безпечніший. А от змінний краще використовувати при передачі електроенергії на великі відстані та в побутовій техніці. Отож далі про трансформатор.

Винахід трансформатора зацікавив вчених до розвитку та більш змістовного вивчення змінного струму. У 1889 р Добровольський розробив перший трифазний трансформатор, а уже у 1891 році на виставці у Франкфурті

продемонстрував високовольтну передачу електричного струму на 175 км. За допомогою трифазного генератора потужністю 230 кВт при напрузі 95В. також у 1891 році Нікола Тесла винайшов резонансний трансформатор для генерування високої напруги при високій частоті.

Будова трансформатора

Найпростіший трансформатор складається: з осердя на яке намотано дві обмотки, на одну обмотку підключено джерело змінного струму (первинна обмотка), інша обмотка живить навантажувач (вторинна обмотка). Струм у первинній обмотці створює змінний магнітний потік який призводить до появи ЕРС у вторинній обмотці, оскільки обмотки мають спільне осердя, співвідношення напруг на первинній та вторинній обмотках прямо пропорційне кількості витків, та обернено пропорційне силам струмів. Таким чином напруга на первинній та вторинній обмотці залежить від кількості витків на них.

У реальних трансформаторах під час передачі струму між обмотками виникають втрати. Однією з причин з причин втрат є активний опір який виникає при нагріванні трансформатора і збільшується з збільшенням його температури. Також такі ефекти як скін-ефект, та ефект близькості теж збільшують опір провідника та як наслідок збільшують втрати. І ще однією основною причиною втрат, є струм Фуко, змінне магнітне поле в середині породжує змінне вихрове електричне поле, яке викликає додаткові вихрові струми, при навантаженні даний тип втрат є найбільшим. За для зменшення струмів Фуко в трансформаторі, використовують осердя з багатьох тонких пластин.

Види трансформаторів:

- силовий трансформатор;
- автотрансформатор;
- узгоджувальні трансформатори;
- вимірювальні трансформатори;

- імпульсні трансформатори;
- резонансний трансформатор.

Застосування:

Використовують трансформатори для великого підвищення напруги, яку підвищують за для передачі електроенергії на великі відстані, при цьому струми в колі максимально малі. З міркувань безпеки в побуті використовують набагато менші напруги, при великих напругах збільшується вірогідність пробою. Тому для найбільш вигідного транспортування використовують багаторазово силові трансформатори. У електричній мережі використовують три фази, й відповідно застосовують трифазні трансформатори, або групу з трьох однофазних трансформаторів, з'єднаних за схемами зірка або трикутник, у трифазного трансформатора осердя спільне. Враховуючи те що ККД трансформаторів велике, й рівне 99%, на підстанціях використовують масляне охолодження трансформаторів оскільки при перетворенні потужності 1 ГВт на трансформаторі може виділятися тепла потужність до 10 МВт. Трансформатори повітряного охолодження використовують в мережах 220 В, та 380 В і то при відносно малих потужностях.

Також трансформатори широко використовувались в минулому в телевізорах, оскільки та потрібно було використовувати напруги у діапазонах від 5 В до 1-3 кВ. А також використовуються у різноманітній сучасній електроніці. Від комп'ютерів до блоків живлення в зарядних пристроях. А також в знятті високочастотних перешкод в підсилювачі звуку.

Акумулятор

Електричний акумулятор – це джерело електричного струму багаторазової дії, яке може накопичувати та віддавати електричний струм. Електричний акумулятор належить до хімічних вторинних джерел струму. Принцип дії акумулятора полягає у використанні зворотної хімічної реакції. Наприклад кислотні акумулятори накопичують хімічну енергію внаслідок вище сказаних процесів, між електролітом та електродами, а віддають електричну

енергію, будучи гальванічними елементами. Акумулятор можливо знову зарядити пропустивши струм в зворотному напрямку до того який при розряді.

Історія створення акумулятора. У 1749 році Бенжеміном Франкліном вперше було використане слово «батарея», що описувало конденсатори які були сполучені між собою. Ці конденсатори мали такий вигляд: це були скляні колби покриті тонким металом з обох сторін, дані конденсатори заряджалися за допомогою електростатистичного генератора «електрофорної машини», і розряджалися за допомогою контакту електродів.

Сполучивши у «батарею» конденсатори, винахідник домогся збільшення сили заряду, він використав це слово, тому що в ті часи «групи з двох або більше однакових об'єктів які функціонують разом, так називали». І лише у 1800 році було винайдено першу батарейку Александро Вольтом яка мала назву «Вольтів стовп» лише

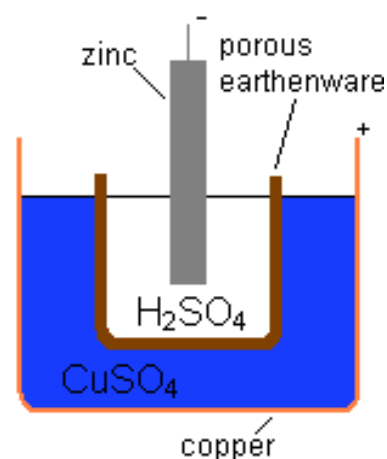


Рис. 3.2. Вигляд комірки Деніелла

згодом було виявлено що струм у батареї виникає за рахунок хімічної реакції. Комірка Деніелла стала першим практичним джерелом електричної енергії. Вона складалась з мідної банки у яку було наповнено розчином сульфату міді, у який заповнювався не глазурований глиняний контейнер, наповнений сульфатною кислотою та вставлений цинковий електрод, глиняний контейнер був пористим що давало змогу проходити іонам через нього і водночас не давало розчинам змішуватись. Вигляд «комірки Деніелла» зображений на рис. 3.2.

Характеристики акумуляторів

Ємність акумулятора – характеристика максимально можливого корисного заряду, що віддається споживачеві при мінімально допустимій напрузі. В системі СІ ємність акумулятора визначається в кулонах. Але на практиці використовують позасистемну одиницю $A \cdot год$ $1 A \cdot год = 3600$ кулон.

При низьких температурах характеристики будь-яких акумуляторів падають. А також при від'ємних температурах не можливо заряджати акумулятор.

Акумулятори широко застосовуються у всіх галузях та в побуті, на транспорті, різноманітних гаджетах, штучних супутниках, тощо. На сьогоднішній день існує дуже багато видів акумуляторів, найпоширеніші з яких: кислотні та лужні [5].

Перетворення енергії

Для початку розглянемо закон збереження енергії, енергія не виникає з нічого та не зникає в нікуди, вона може перетворюватися з одної форми в іншу. Наприклад: стиснувши пружину хлопчик затратив певну енергію для цього, але дана енергія перейшла в енергію пружності, тобто відразу коли хлопчик відпустить її вона повернеться у свій стан спокою. Даний закон унеможливорює вічний двигун першого роду, тому що неможливо перейти з ізотермічного в адіабатний стан, або навпаки без втрати енергії. Закон було відкрито різними вченими для різних видів енергії Лейбніц – для кінетичної, Пойнтінг для електромагнітної енергії, Джоуль для внутрішньої.

Одним із перших експериментів, що підтверджували закон збереження енергії, був дослід Жозефа-луї Гейс-Люсака, проведений у 1807. Дослідом він намагався довести, що теплоємність газу залежить від об'єму, він вивчав розширення газу в пустоту і помітив закономірність, що температура не змінюється, на той час йому не вдалося пояснити цей факт. Також в ХІХ ст. багатьма експериментами було показано, що електричний струм може мати різні типи впливу, такі закономірності спонукали М. Фарадея зробити такі висновки, що різні прояви сили матерії мають спільне походження, тобто мають змогу перетворюватися одна в одну. Дана точка зору була передвісником закону збереження енергії.

Першою роботою де вдалося встановити зв'язок між виконаною роботою та теплотою провів Садіо Карно. У 1824 році ним було опубліковано статтю «Роздуми про рушійну силу вогню та про машини здатні розвивати цю силу».

Саме Джеймсоном Джоулем було встановлено кількісну складову закону. Він поміщав у посудину соленоїд із залізним осердям, що обертався в полі електромагніта, він визначив скільки теплоти виділяється під час тертя, у випадках замкненої та розімкненої обмоток електромагніта. Провівши порівняння він зробив такі висновки, що кількість теплоти пропорційна квадратові сили струму. За деякий час він удосконалив свою установку, в перших дослідах котушка оберталась за рахунок дії сили винахідника, а він змінив це на вантаж який падає, за допомогою цього йому вдалося зв'язати величину тепла яке виділилося зі зміною енергії вантажу. Згодом вченому вдалося визначити те що, незалежно від методу переходу роботи в тепло, кількість теплоти завжди пропорційна роботі яка була виконана.

Германом Гельмгольцом було теж доведено закон збереження енергії, але він пішов іншим шляхом, він відштовхувався від того що не існує вічних двигунів, його міркування брали початок з механістичної концепції будови матерії, представляючи її великою кількістю матеріальних точок, що мають взаємодію між собою, в наслідок центральних сил. Згодом він звів усі сил та виділив два їхні два типи, сили рухомих тіл та сили напруженості, сьогодні це розуміють інакше, як кінетична та потенціальна енергія. Поняття енергія виникло лише у другій половині XIX ст.. і то лише через те що, поняття сили вже було введено у ньютонівській механіці. Розуміння про енергію яку трактують сьогодні було введено у 1807 році, а вже у 1852 році Томсоном було введено визначення про енергію, у його роботі «Динамічна теорія тепла».

Закон збереження механічної енергії трактується так – у замкненій системі частинок, повна енергія, що є сумою потенціальної та кінетичної енергій, не залежить від часу (є інтегралом руху). Закон збереження механічної енергії справедливий замкнутим системам, за таких умов коли зовнішні поля не діють та не взаємодіють з системою. Системи для яких виконується закон збереження механічної енергії називається консервативними. Закон не виконується для сили тертя оскільки за наявності сили тертя виконується перетворення механічної енергії в теплову.

У термодинаміці закон збереження енергії має такий вигляд, енергія в ізольованій системі зберігає сталу величину при усіх змінах що відбуваються у самій системі, або те що писалось вище, енергія не може з'явитися не звідки та зникнути в нікуди.

Енергію одного виду можна перетворити в енергію іншого виду, наприклад, теплову енергію можна перетворити в механічну, а хімічну в теплову. Нам відомо що атоми зв'язані між собою хімічними зв'язками, для того щоб його розірвати потрібно затратити певну енергію. В різних молекулах зв'язок між атомами різний, тобто для того щоб розірвати його потрібно прикладати різну силу. Наприклад, зв'язок між молекулами більший чим зв'язок карбону у вугіллі й атомів кисню в молекулі кисню, тому при горінні виділяється сполука вуглекислого газу та енергія яка може бути передана воді, яка у свою чергу перетвориться в пару й своєю енергією почне рухати турбіну генератора, який створить електричний струм який можна буде перетворити в механічний рух за допомогою мотора [16].

3.2 Методичні особливості використання механічного маніпулятора в освітньому процесі з фізики.

Під час проходження практики проєкт було апробовано серед учнів 11 класу.

Під час роботи над проєктом учнями було засвоєно такі поняття:

- Золоте правило механіки.
- Електричний сигнал.
- Перетворення енергії.
- Важелі.
- Зубчасті передачі.
- Закон Ома.

«Золоте правило» механіки.

Архімедом було встановлено на досліді те, що при використанні простих механізмів ми або виграємо у силі на скільки, на скільки програємо у відстані,

або навпаки. Але більш чітко воно було встановлене Галілеєм. Він виявив що при дії тертя воно не справедливе, тобто «золоте правило» механіки справедливо тоді коли силами тертя можна знехтувати.

Протягом великого проміжку часу «золоте правило» механіки розглядалось як самостійний закон природи. Але з відкриттям закону збереження енергії вияснили що воно являється одним із проявів даного закону.

Виграш у роботі не можна отримати використовуючи прості механізми.

$$A = FS$$

З формули роботи можна зробити висновок що при використанні «золотого правила» механіки робота не змінюється. Адже при зменшенні відстані в два рази сила збільшується у два рази [39].

Електричний сигнал

Сигнал – це зміна фізичної величини яка використовується для передачі інформації. Інформація передається зміною напруги, сили струму, світлового потоку, магнітного поля, тощо.

Електричний сигнал це перенесення даних за рахунок зміни фізичної величини, такої як електричний струм, заряд, магнітний потік, напруга. Розрізняють дві групи сигналів.

Випадкові, це такі сигнали значення яких передбачити неможливо в будь який момент часу. До таких сигналів можна віднести: природні сигнали, та ті які створені людиною. Вони бувають корисними, та шкідливими (шум).

Детерміновані - це сигнали значення, яких можна передбачити в будь який момент часу. Такі сигнали не мають у собі нової інформації, але можуть бути використанні як пробні сигнали при дослідженнях різноманітних компонент. Також за рахунок них і передається різноманітна потрібна інформація.

Електричні сигнали бувають:

Дискретними – сигналами називають дискретні у часі та неперервні на множенні значень;

Аналоговими – неперервні у часі та на множенні значень;

Цифровими – дискретні у часі та на множенні значень;

Квантовими – неперервні у часі та дискретні на множенні значень.

Найпоширеніші сигнали це аналоговий та цифровий. Методи комунікації між ними докорінно відрізняються. Тому в електроніці виділяють два напрямки, аналогову та цифрову електроніку.

Аналогові сигнали мають такі переваги над дискретними:

- У аналогових сигналах відсутня невизначеність між відліками.
- Швидкість обробки та передачі даних у аналогових сигналах більша

Вони зазвичай використовується у радіо-телекомунікаційних системах та системах автоматичного керування, тощо.

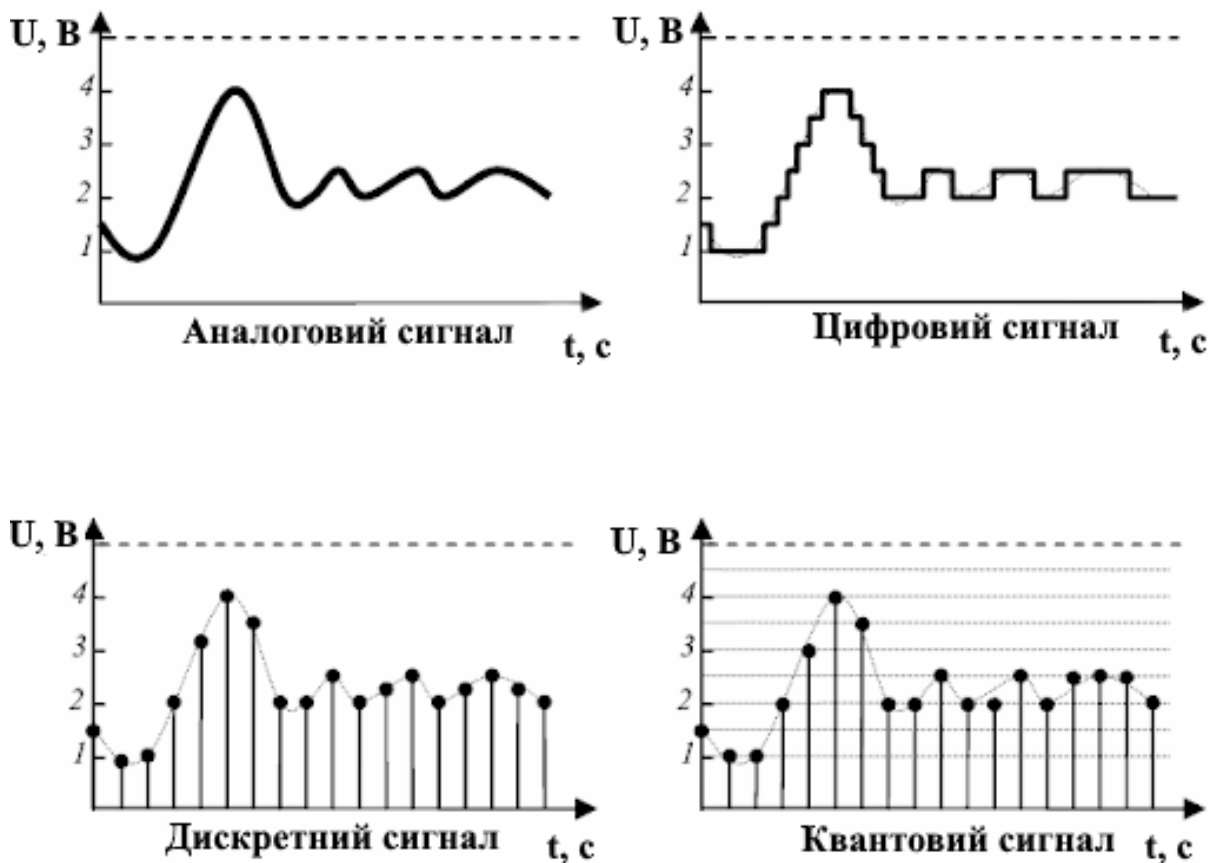


Рис. 3.4. Зображення графічних залежностей різних сигналів

Цифрові сигнали мають такі переваги над аналоговими:

- Кращий захист від дії шумів, та перешкод;
- Певні відхилення від дозволених значень не впливають на цифровий сигнал, оскільки в цифровому сигналові завжди існують зони

допустимих значень.

- Якісніша передача;
- Довге зберігання без втрат;
- Дозволяє складнішу та багатоступеневу обробку;
- Цифрові пристрої простіші в експлуатації. Поведінка цифрових сигналів на багато краще розраховується та прогнозується .

Перетворення енергії

Для того щоб поглибитись в процес перетворення будь якої енергії потрібно дізнатись що таке закон збереження енергії.

Він формулюється так: енергія не може виникнути ні звідки та подітись в нікуди. Наприклад: діти грають у футбол і хлопчик сильно штовхнув м'яча від чого він полетів у гору, він полетів за рахунок сили пружності і набув певної енергії, але з кожною секундою швидкість м'яча зменшується й відповідно енергія також, енергія переходить в потенціальну енергію. Цей закон унеможлиблює існування вічного двигуна першого роду, бо неможливий процес переходу з ізотермічного в адіабатний стан, або з адіабатного в ізотермічний без втрати енергії. Даний закон відкрили декілька вчених у різних видах енергії, Пойтінг для електромагнітної енергії, Джоуль для внутрішньої, Лейбніц для кінетичної.

Першим експериментом який підтверджував закон збереження енергії, був дослід Жозефа-луї Гейс-Люсака, проведений у 1807. Дослідом він намагався довести, що теплоємність газу залежить від об'єму, він досліджував розширення газу в пустоту і помітив закономірність, що температура не змінюється, хоча на той час він не домігся пояснити це. У XIX ст.. М. Фарадей провів експерименти, в яких виявив що електричний струм може мати різні типи впливу, такі закономірності його спонукали до таких висновків, різні прояви сили матерії мають спільне походження, тобто мають змогу перетворюватися в одна в одну. Це були перші передвісники закону збереження енергії.

У 1824 році Садіо Карно було опубліковано статтю «Роздуми про рушійну силу вогню та про машини, які здатні розвивати ці сили», де вперше вдалося встановити зв'язок між виконаною роботою та теплотою.

Джоулем було встановлене кількісну складову закону. Він розмістив у посудині соленоїд, в якого було залізне осердя, що оберталося у полі електромагніта. Він визначив скільки теплота виділяється при терті у двох випадках, коли обмотка електромагніта замкнена та розімкнена. Провівши обчислення, він зробив такі висновки, що кількість теплоти пропорційна квадрату сили струму. З часом він удосконалив установку та зробив так, щоб котушку обертав вантаж, який падав під дією тяжіння. За рахунок цього йому вдалося зв'язати величину тепла, яке виділилося з зміною енергії вантажу. Також він визначив, що незалежно від методу переходу роботи в тепло, кількість теплоти завжди пропорційна роботі, яка була виконана.

Германом Гельмгольцом було теж доведено закон збереження енергії. Він відштовхувався від того, що вічних двигунів не існує. Він міркував, відштовхуючись від механічної концепції будови матерії, уявляючи її великою кількістю матеріальних точок, що мають взаємодію між собою, внаслідок центральних сил. З часом він звів усі сил у два типи: сили рухомих тіл та сили напруженості. Сьогодні ці сили називаються потенціальною та кінетичною енергіями. Розуміння енергії виникло в другій половині XIX ст., внаслідок того що поняття сили було вже використано у ньютонівській механіці.

Закон збереження механічної енергії трактується так – у замкненій системі частинок повна енергія, що є сумою потенціальної та кінетичної енергій, не залежить від часу (є інтегралом руху). Закон збереження механічної енергії справедливий замкнутим системам за таких умов, коли зовнішні поля не діють та не взаємодіють з системою. Системи, для яких виконується закон збереження механічної енергії називається консервативними. Закон не виконується для сили тертя, оскільки за наявності сили тертя виконується перетворення механічної енергії в теплову.

Термодинаміка тлумачить так закон збереження: енергія в ізольованій системі зберігає сталу величину при усіх змінах, що відбуваються в самій системі, або енергія не може з'явитись не звідки та подітись в нікуди.

Енергію одного типу можна перетворити в енергію іншого типу, наприклад, електричну енергію можна перетворити в механічну, або механічну в теплову, або хімічну в механічну. Наприклад, прикладом перетворення електричної енергії в механічну є двигун який обертається під дією електричного струму. Або прикладом перетворення хімічної енергії в теплову є горіння [27].

Важелі

Важіль являється простим механізмом. В основному застосовується для підйому вантажів, але існують і інші методи його застосування. Наприклад, систему важелів використовують для вирівнювання ваги тіла у важільних вагах.

«Механічні проблеми» це один із перших трактатів доби Арістотеля. В ньому детально розглядалась проблема важеля. Важіль використовувався з давніх часів людьми. Але саме Архімеду вдалося повністю зрозуміти принцип дії цього механізму. Саме йому належить крилатий вислів: «дайте мені точку опори і я переверну Землю».

Принцип дії важеля базується на законах статички. Рівновага тіл відбувається тоді, коли алгебраїчна сума добутків сили на плече важеля рівна нулю.

$$\sum_i F_i L_i = 0 \quad (1)$$

Де F_i - прикладена сила, L_i - відповідне плече. Сили потрібно брати з знаком «+», якщо вони повертають плече за годинниковою стрілкою і відповідно з знаком «-», якщо проти, або навпаки. Враховуючи знаки можна переписати формул 1.

$$F_1 L_1 = F_2 L_2 \quad (2)$$

З формули бачимо, що для того щоб отримати виграш у силі, тобто підняти більший вантаж застосовуючи при цьому меншу силу, потрібно цю силу прикласти до довшого плеча.

Важелі бувають трьох типів:

У важеля першого типу точка прикладання сили може лежати з різних сторін від точки опори. Одна із сил намагається повернути важіль проти годинникової стрілки, інша проти. Для виграшу в силі потрібно, щоб плече, на якому знаходиться вантаж, було коротшим того, до якого прикладається сила.

У важелі другого типу дві точки прикладання сили знаходяться з однієї сторони відносно опори, щоб підняти вантаж потрібно направити силу в гору. Приклад таких важелів лом, возик з одним колесом.

У важелі третього типу дві точки прикладання сили з однієї сторони відносно опори, але навантаження має більше плече. В такому випадку потрібно прикласти більше сили, ніж навантаження.

Виграш у швидкості

У металевих знаряддях використовується виграш у швидкості за рахунок того, що одне плече більше за інше при повороті на певний кут. Більше плече долає більшу відстань, відповідно за одиницю часу проходить більшу відстань. Математично це можна записати так:

$$\frac{V_1}{L_1} = \frac{V_2}{L_2} \quad (3)$$

V - швидкість, L - довжина плеча.

Таким чином, при прикладенні сили на менший кінець і, змушуючи його рухатись, можна досягти високої швидкості на довшому кінці [2].

Зубчасті передачі

Зубчасті передачі називають механізм, що складається з частин (дві зубчасті колеса та стійка), в якому передача руху відбувається за рахунок механічного зачепу зубців вхідного колеса з зубцями вихідного. Зубчасті колеса мають виступи та впадини, такої форми щоб зубці одного колеса

входили в падини іншого. Шестернею називають зубчасте колесо з меншою кількістю зубів, а інше колесом. При рівній кількості зубців – шестерню називають вхідним колесом[29].

Зубчасті передачі призначенні для різноманітної передачі обертального руху та перетворення його в поступальний і навпаки.

Вони мають такі переваги:

- Висока надійність;
- Великій діапазон навантажень;
- Компактність.
- Великий діапазон передатного відношення.

Недоліки:

- Високі вимоги до точності виробництва;
- Потрібно постійно змащувати;
- Шум при великих швидкостях.

Зубчасті передачі класифікують:

За формою профілю зубців:

- Циклоїдальний профіль;
- Круговий профіль;
- Евольвентні.

За взаємним розміщенням осей валів:

- З паралельними осями рис 3.5;
- З осями які перетинаються рис 3.6;
- З мимобіжними осями рис 3.7.

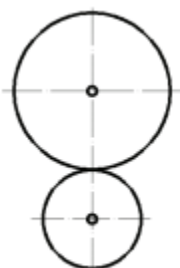


Рис 3.5. Паралельне розміщення осей

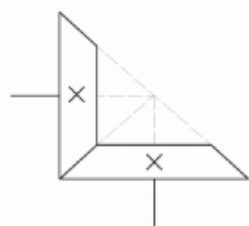


Рис 3.6. Осі перетинаються



Рис 3.7. Мимобіжне розміщення осей

За формую зубців

- Прямозубі рис 3.8;
- Косо зубі рис 3.9;
- Шевронні рис 3.10.

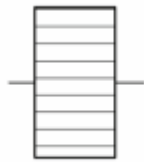


Рис 3.8. Прямозуба форма

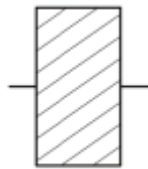


Рис 3.9. Косо зуба форма

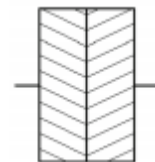


Рис 3.10 Шевронна форма

За конструктивним оформленням:

- Закриті;
- Відкриті.

За коловою швидкістю:

- Тихохідні – $V \leq 3$ м/с;
- Середньохідні – $V \leq 3-15$ м/с;
- Швидкохідні – $V > 15$ м/с [28].

Закон Ома

Закон Ома – твердження про пропорційність сили струму до напруги та обернено пропорційність до опору провідника. Встановлений Георгом Омом в 1826 році. Закон справедливий при не надто великих напругах. Якщо закон Ома справедливий, тоді вольт-амперна характеристика має лінійну залежність.

У своїх напрацюваннях Ом записав закон в наступному вигляді:

$$X = \frac{a}{b + l} \quad (4)$$

X - покази гальванометра (в сучасних позначеннях сила струму I), \mathcal{E} величина, яка характеризує властивості джерела напруги, постійна в великих значеннях і незалежна від величини струму (в сучасній літературі електрорушійна сила ЕРС), l – довжина з'єднаних проводів (в сучасній літературі зовнішній опір R), b – параметр який характеризує властивості усієї електричної схеми (в сучасних уявленнях, параметр, який характеризує внутрішній опір r). Отож у сучасному вигляді формула має такий вигляд:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad (5)$$

- \mathcal{E} – ЕРС, В;
- I – Сила струму в колі, А;
- R – Опір зовнішніх елементів кола, Ом;
- r – Внутрішній опір джерела живлення, Ом.

Із закону Ома повного кола випливає наступне:

При $r \ll R$ сила струму в колі обернено пропорційна до його опору, а джерело в деяких випадках може бути названим джерелом напруги

$r \gg R$ сила струму не залежить від властивостей зовнішнього кола (від величини напруги) і джерело може бути названим джерелом струму.

Вираз формули 6 також часто називають законом Ома:

$$U = IR \quad (6)$$

Де U напруга, або зміна потенціалів.

Таким чином, електрорушійна сила в замкненому колі, по якому тече струм виходячи з формул (5), (6) записується:

$$\mathcal{E} = Ir + IR = U(r) + U(R) \quad (7)$$

Тобто сума спадів напруг у внутрішньому опорі джерела струму та в зовнішньому колі рівна ЕРС джерела. Останній член в рівнянні (7) спеціалісти називають «напругою на затискачах», оскільки саме цей показ показує

вольтметр, який вимірює напругу між початком та кінцем кола. В такому випадку значення завжди менше значення ЕРС.

$$I = \frac{U}{R} \quad (8)$$

Саме такий вигляд має закон Ома для ділянки кола.

Причому опір визначається з формули (9):

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (9)$$

Закон Ома в змінному струмі

Закон Ома можна описати у змінному струмі, ввівши ємнісну та індуктивну складові, під час проходження змінного струму крізь конденсатор, сила струму починає випереджати на фазу напругу, а у випадку індуктивного елемента сила струму починає відставати від напруги на фазу. Але в обох випадках амплітуда змінного струму є пропорційною до амплітуди прикладеної напруги. Математично це записано у формулі (10) з веденим імпедансом:

$$U = IZ \quad (10)$$

Де U – амплітуда змінної напруги, I – амплітуда змінного струму, Z – імпеданс. Імпеданс являється комплексним опором, який позначається в переважності Z і вимірюється в Омах.

Імпеданс визначається:

$$Z = R + iX \quad (11)$$

Де R – активний опір, X – реактивний опір[3] .

Проектування та виготовлення механічного маніпулятора для роботизованих платформ сприяє ефективному розв'язанню багатьох дидактичних завдань, а саме:

- 1) формуванню початкових уявлень про фізичні явища;
- 2) формуванню фізичних понять;
- 3) установленню залежності між величинами;

4) ознайомленню учнів із сучасними фізичними методами дослідження, із прикладами практичного використання фізичних законів у різних галузях науки та техніки;

5) вивченню основних принципів різних технологічних процесів;

6) створенню сприятливих умов для формування практичних умінь та навичок.

ВИСНОВКИ

Впровадження елементів конструктивно-технічної творчості в поєднанні з використанням інших комплексів навчального обладнання забезпечує можливість ефективного проведення фізичного експерименту, пояснення принципів дії приладів та устаткування. Проектування та виготовлення платформи «Гексапод» та механічного маніпулятора для роботизованих платформ сприяє формуванню початкових уявлень про фізичні явища, установленню залежності між величинами, ознайомленню учнів із сучасними фізичними методами дослідження, із прикладами практичного використання фізичних законів у різних галузях науки та техніки. Мотивує до ознайомлення з основними принципами різних технологічних процесів, забезпечує сприятливі умови для формування практичних умінь та навичок.

У роботі проаналізовано можливості та ефективність використання засобів STEM-технологій в освітньому процесі. Запропоновано методичні рекомендації щодо використання платформи «Гексапод» і механічного маніпулятора для мотивації здобувачів освіти до вивчення фізики. Адаптація вивчення фізики до вимог сучасного розвитку техніки актуалізує проблему гармонічного впровадження робототехніки в освітній процес та позаурочну роботу. Успішне використання нових засобів і методик вимагає подальшого їх дослідження та апробації з метою удосконалення та підвищення їх ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. 3D МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ [Електронний ресурс]. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/vmf/wp-content/uploads/sites/17/modeljuvannja-v-osvitnomu-procesi.pdf>. (дата звернення 11.10.2024)
2. Arduino Products [Електронний ресурс]. URL: <https://www.arduino.cc/en/main/products>. (дата звернення 05.08.2024)
3. Education Platforms for Learning [Електронний ресурс]. – URL: <https://educationplatform.com.ua>. (дата звернення 12.07.2024)
4. Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots [Electronic resource]. URL: https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_2018_Industrial_Robots.pdf. (дата звернення 05.08.2024)
5. Finn, Bernard S. (2002, September). Origin of Electrical Power. National Museum of American History. Процитовано 2012-08-29.
6. Mackay, A. L. (1991). Archimedes ca 287–212 BC. A Dictionary of scientific quotations. London: Taylor and Francis. с. 11. ISBN 978-0-7503-0106-0
7. Meeth L. R. Interdisciplinary Studies: Integration of Knowledge and Experience. Lois Richard Meeth. Change. 1978. № 10. С. 6–9.
8. Darrigol, O. Electrodynamics from Ampère to Einstein, Oxford University Press, 2000. ISBN 0-19-850594-9.
9. STEM-освіта – Інститут модернізації змісту освіти [Електронний ресурс]. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita>. (дата звернення 10.08.2024)
10. Sung Eun Jung & Eun-sok Won, Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children [Electronic resource]. Sustainability, 2018, 10, 905; doi: 10.3390/su10040905 URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/4/905/htm>. (дата звернення 05.11.2024)
11. Vorpal Robotics [Електронний ресурс] – URL: https://vorpalrobotics.com/wiki/index.php/Vorpal_Robotics. (дата звернення

20.10.2024)

12. Барна О.В., Балик Н.Р. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі [Електронний ресурс]. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес: збірник матеріалів І регіональної науково-практичної вебконференції, м. Тернопіль, 24 травня 2017 р. Тернопіль: ТОКІППО, 2017. С. 3-8. URL: <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/handle/123456789/4559>. (дата звернення

12.08.2024)

13. Британська компанія Spacebit відправляє на Місяць схожий на павука місяцехід [Електронний ресурс] – URL: <https://root-nation.com/ua/news-ua/it-news-ua/ua-spacebit-asagumo-moon-2021>. (дата звернення 06.11.2024)

14. ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ФІЗИЦІ [Електронний ресурс] – URL: <http://www.konferenciaonline.org.ua/arhiv-konferenciy/arhiv-konferenciy02-04-2019>. (дата звернення 15.07.2024)

15. Інноваційні Освітні Рішення [Електронний ресурс] – URL: <http://ies.org.ua/wp-content/uploads/2019/04/ies2019>. (дата звернення 24.08.2024)

16. Клименко В. В. Механізми розвитку творчості. Обдарована дитина, 2003. №1. С. 2-11. (дата звернення 09.09.2024)

17. Лозова В.І. Цілісний підхід до формування пізнавальної активності школярів. Харків: ОВС, 2000. 164 с. (дата звернення 18.09.2024)

18. Мартинюк О.С. Освітня робототехніка: реалії сьогодення, досвід впровадження, перспективи розвитку. *Науково-дослідна робота в системі підготовки фахівців-педагогів у природничій, технологічній і комп'ютерній галузях*: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (21-22 вересня 2023 р.). Запоріжжя: БДПУ. 2023. С.107-109. (дата звернення 05.08.2024)

19. Мартинюк О. С., Грабець Н.Б. Робототехніка як міждисциплінарний напрям впровадження STEM-технологій в освітній галузі. *Міжпредметні зв'язки природничо-математичних дисциплін в освітньому процесі*: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції

(10-12 березня 2021 року) / укладачі Н.А. Головіна, Г.П.Кобель, О.С. Мартинюк, Луцьк : Вежа-Друк, 2020. С. 98-104. (дата звернення 01.09.2024)

20. Мартинюк О. С. Особливості підготовки здобувачів освіти з використанням STEM-проектів. *Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті: збірник матеріалів XVII-ї Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції, 20-27 червня 2024 року* / Відп. ред. М. І. Садовий. Кропивницький. С.129-131. (дата звернення 26.10.2024)

21. Мар'яненко Л. В. Психологічні умови формування пізнавальної активності слабовстигаючих старшокласників : дис. ... канд. психол. наук : 19.00.07. Київ. 1992. 201 с. (дата звернення 05.11.2024)

22. Навчальні схеми [Електронний ресурс] – URL: <https://www.instructables.com/circuits>. (дата звернення 20.11.2024)

23. ОГЛЯД ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ ARDUINO NANO 3.0 У ВИЩІЙ ШКОЛІ [Електронний ресурс] – URL: https://www.researchgate.net/publication/331467348_OGLAD_TA_PERSPEKTIVI_VIKORISTANNA_PLATFORMI_ARDUINO_NANO_30_U_VISIJ_SKOLI. (дата звернення 11.10.2024)

24. Позиції України в рейтингу країн світу за Індексом глобальної конкурентоспроможності 2017-2018 [Електронний ресурс] URL: <http://edclub.com.ua/analityka/pozyciya-ukrayiny-v-reytyngu-krayin-svitu-za-indeksomglobalnoyi-konkurentospromozhnosti-2>. (дата звернення 03.11.2024)

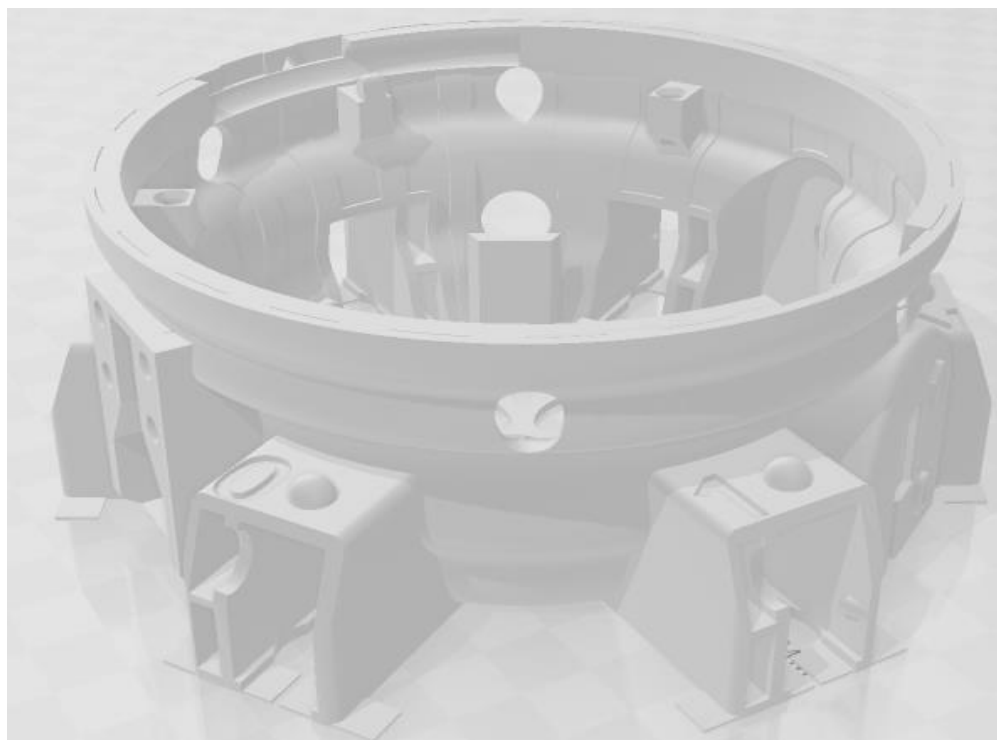
25. Проектування [Електронний ресурс] – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Проектування>. (дата звернення 29.09.2024)

26. Робототехніка [Електронний ресурс] – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Робототехніка>. (дата звернення 13.10.2024)

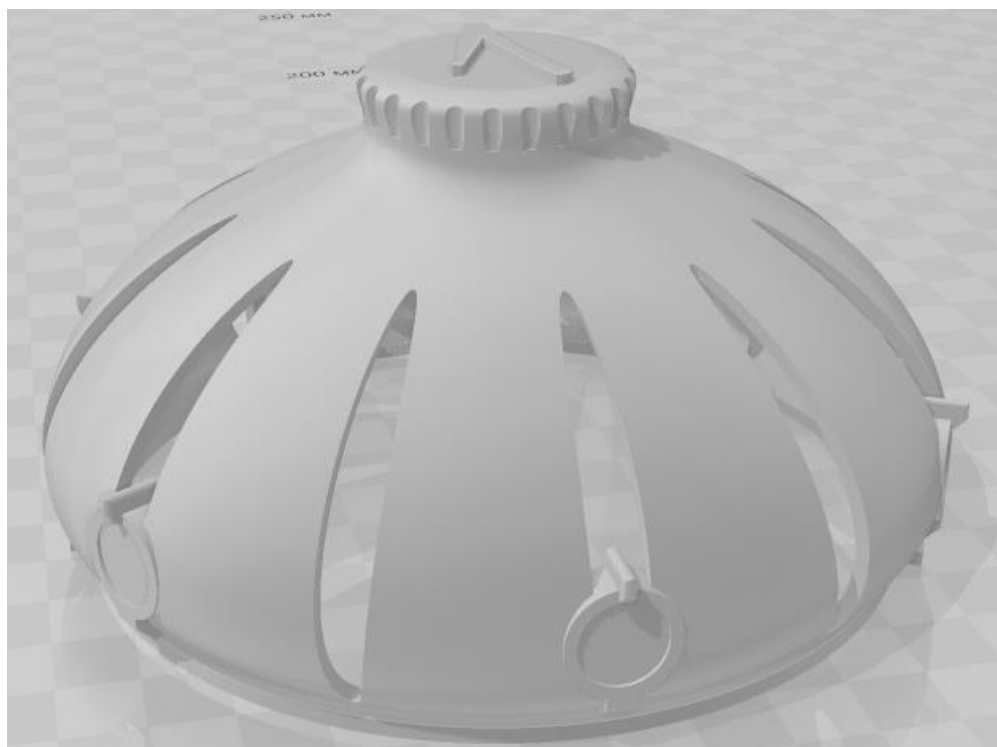
27. РОБОТО-ТЕХНІЧНІ ПЛАТФОРМИ ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ [Електронний ресурс] – URL: <http://www.konferenciaonline.org.ua/arhiv-konferenciy/arhiv-konferenciy10-12-2020>. (дата звернення 13.10.2024)

28. ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ [Електронний ресурс] – URL:
<http://www.konferenciaonline.org.ua/arhiv-konferency/arhiv-konferency06-03-2019>. (дата звернення 26.10.2024)

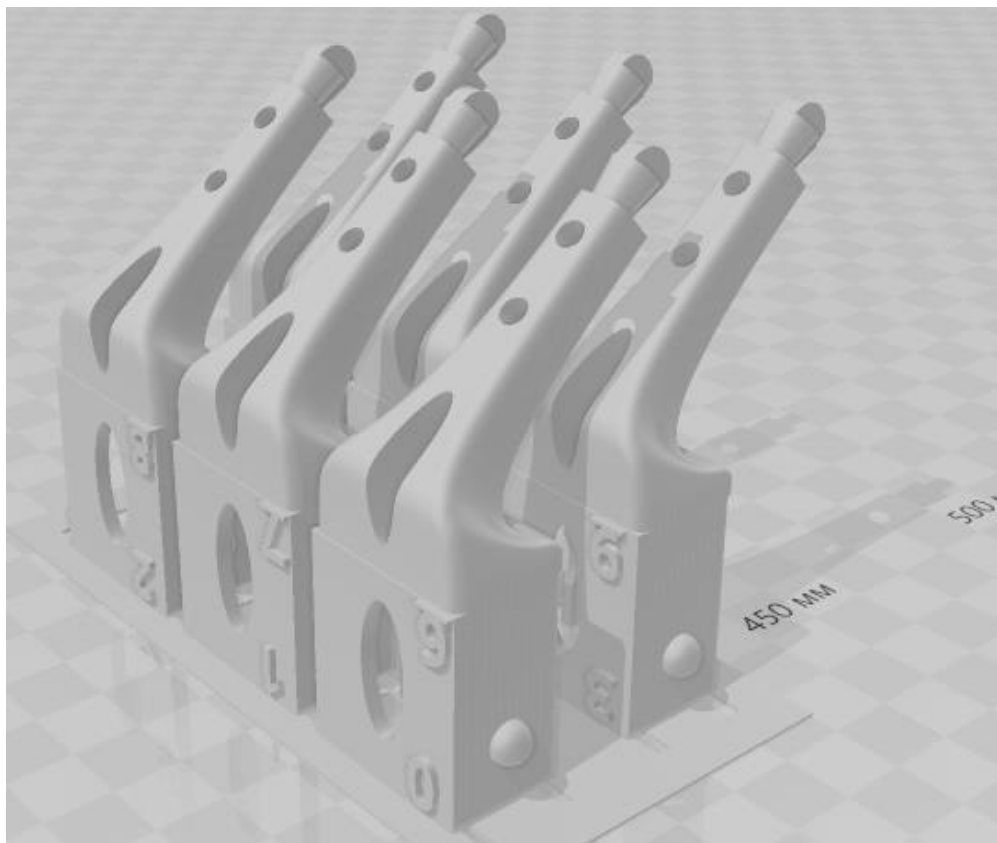
ДОДАТКИ



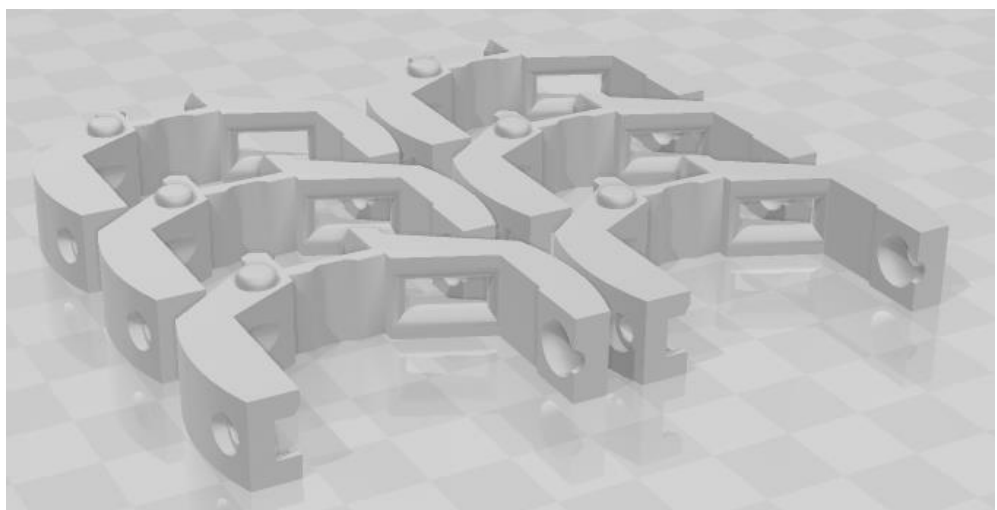
Додаток 1. Шасі



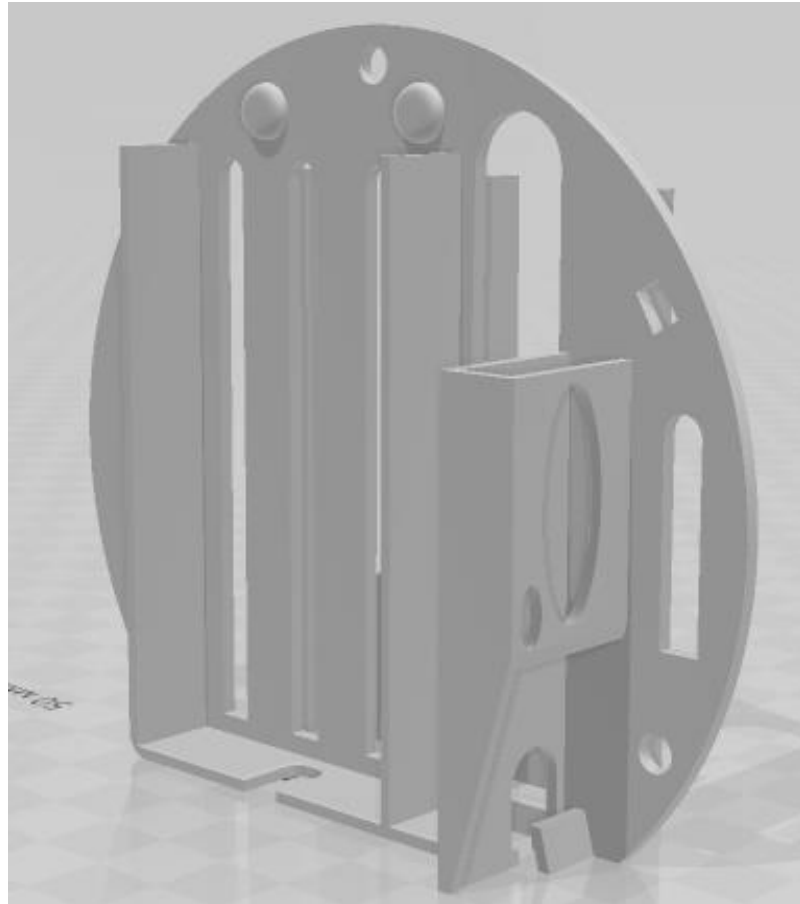
Додаток 2. Кришка



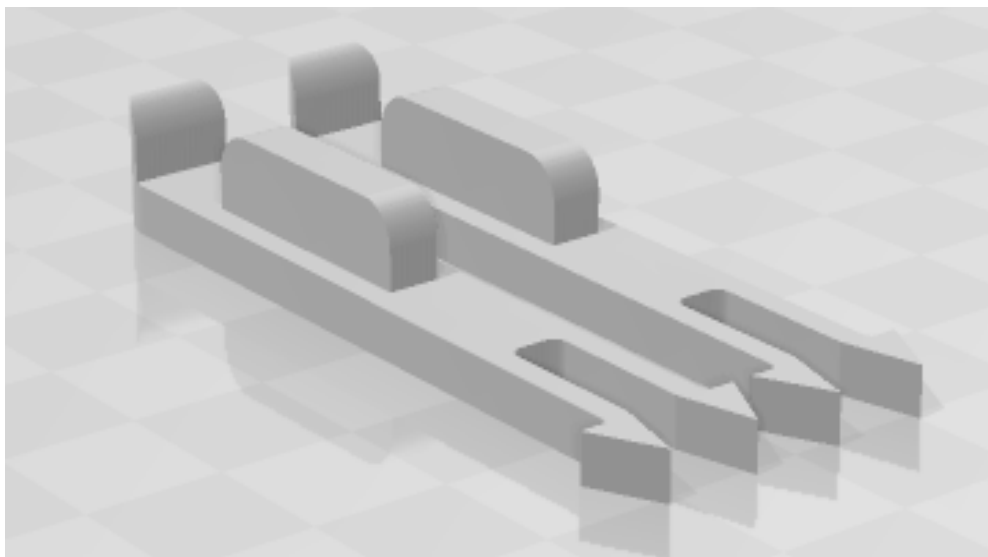
Додаток 3. Ніжки



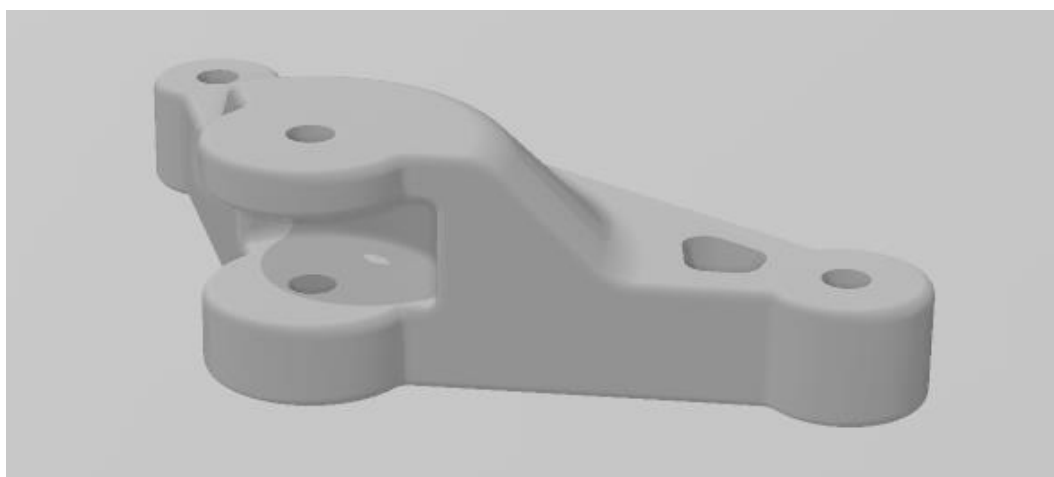
Додаток 4. Фіксатори



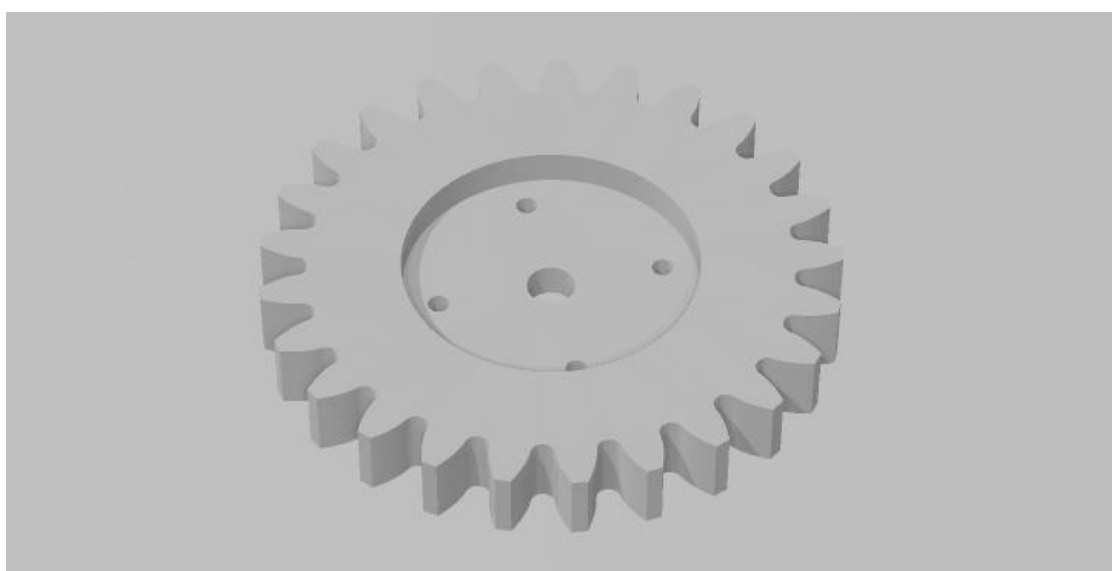
Додаток 5. Тримач плат



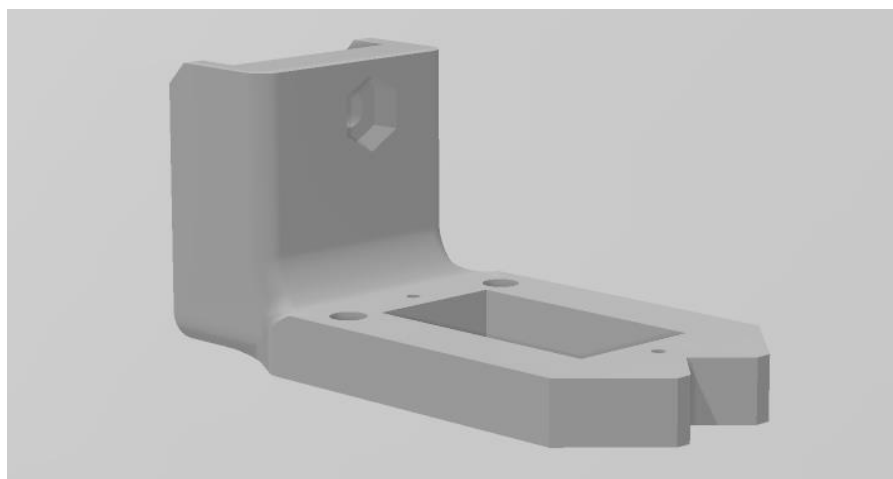
Додаток 6. Фіксатори



Додаток 6. Плече



Додаток 7. Шестерням під сервомотор



Додаток 8. Тримач захвату

Програмний код до ГЕКСАПОДА завантажений на google.drive, посилання для перегляду та вивантаження: «https://drive.google.com/file/d/1D5JJYsHkKOr_Uh1OqS5DRDISWn1HFgMU/view?usp=sharing»

Програмний код до Пульта керування завантажений на google.drive, посилання для перегляду та вивантаження: «<https://docs.google.com/document/d/1rDjc-cd-YNyPIsGPP0p-QCthciB4fu4Rszd7JXndYM/edit?usp=sharing>»