

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЄКТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ФІЗИКИ В УМОВАХ STEM-ОСВІТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАТФОРМИ ARDUINO**

**Мацюк Віктор Михайлович**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її навчання,  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,  
mvm279@i.ua

**Крижановський Сергій Юрійович**

аспірант спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,  
kryzhanovskyj.s@gmail.com

Сучасна система навчання спрямована на те, щоб орієнтувати людину в залежності від стимулів і оцінок соціуму. На даному етапі розвитку суспільства у більшості країн особливо потрібними є спеціалісти у галузі робототехніки, програмування, проєктування, кібернетики і т. п. Завдяки стрімкому розвитку технологій появляються нові професії, щоразу частіше виникає необхідність залучення спеціалістів STEM. STEM-освіта зорієнтована саме на глибоке прикладне вивчення чотирьох основоположних напрямків: природничі науки (Science), технології (Technology), технічна творчість (Engineering) та математика (Mathematics). Тому зараз STEM являється одним із основних освітніх трендів у світі. Фізика, мабуть, як ніяка інша наука має безпосередню практичну спрямованість. Урок фізики характеризується чи не найбільшою наближеністю до життєдіяльності людей. Розвитку дослідницького і науково-технічного потенціалу школярів, виробленню у них навиків критичного, інноваційного і творчого мислення, комунікативних компетенцій і навиків командної роботи сприяє міждисциплінарний проєктний підхід до навчання.

Навчальні проєкти є ефективним засобом формування предметної і ключових компетентностей, які вже тривалий час впроваджуються у шкільну практику. Слід відмітити, що цей вид діяльності увійшов до програми з фізики як обов'язковий [2].

На уроках фізики учні повинні не тільки зачувати теорії і формули, але і уміти виготовляти моделі технічних пристроїв і процесів, щоб можна було на власному досвіді побачити, як працюють закони фізики у реальному житті. В процесі конструювання діти працюють і головою і руками, перевіряючи свої розрахунки у реальності. Використання STEM-технологій для виконання навчальних проєктів на уроках фізики сприяє покращенню якості освіти, залученню учнів до світу науки.

Вважаємо, що на STEM-уроках доцільно застосовувати платформу Arduino і її аналоги, які використовуються в курсі робототехніки. Платформа Arduino підключається до комп'ютера або ноутбука, а також може бути приєднана до мобільного телефона за допомогою технології OTG через USB-кабель передачі даних. Повне освоєння платформи Arduino вимагає від учнів постановки конкретних цілей і задач на уроці, написання програми у безкоштовному середовищі Arduino IDE. Освоєння програмування в середовищі Arduino IDE і подальше сукупне використання програми і датчиків для вимірювання фізичних величин в лабораторному практикумі дозволяє сформувати в учнів компетентності, необхідні для інженерних професій. Отримані за допомогою датчиків дані можна

аналізувати традиційним для фізичного практикуму способом, формуючи навички проведення фізичного експерименту.

Сигнал від датчиків можна направляти в інші схеми і конструкції, що сприятиме створенню учнівських проєктів в галузі технічного конструювання і автоматики.

Як приклади навчальних проєктів з використання платформи Arduino можна запропонувати такі:

1. Дослідження обертального руху.
2. Конструювання датчика рівня рідини в посудині.
3. Дослідження властивостей гумових надувних кульок.
4. Конструювання автоматичного ліхтаря вуличного освітлення.
5. Конструювання приладу для вимірювання ємності конденсатора.
6. Дослідження магнітного поля Землі.
7. Визначення радіуса Землі.

Цікавим є навчальний проєкт «Дослідження властивостей гумових надувних кульок», який можна запропонувати для виконання під час вивчення розділу «Молекулярна фізика та термодинаміка» в курсі фізики 10 класу. Використання платформи Arduino в поєднанні з відеоаналізом значно підвищить ефективність виконання даного проєкту.

Даний проєкт викликає інтерес оскільки, якщо дві гумові кульки надути до різних розмірів, з'єднати трубкою з краном і потім його відкрити, то на перший погляд можна подумати, що більша кулька зменшиться, а менша збільшиться. І такий випадок можливий. Але може бути і навпаки, менша кулька зменшиться, а більша надується ще більше. Для пояснення такої поведінки кульок необхідно дослідити залежність тиску в середині кульки від її розміру (радіусу або об'єму).

Дослідження властивостей гумових надувних кульок в рамках навчального процесу з фізики вже розглядалося. Наприклад, в роботі [4] для дослідження залежності тиску в середині кульки від її радіусу, автори вимірюють радіус кульки, який знаходять, попередньо вимірявши довжину кола поперечного перерізу кульки за допомогою мірної стрічки. Тиск вимірюють за допомогою датчика для вимірювання тиску. В статті [3] для спрощення вимірювання розмірів кульки пропонується процес надування кульки знімати на відео. А розміри кульки визначати за допомогою програми Tracker, а за ними знаходити її об'єм, оскільки не завжди кулька є ідеально круглою. Одночасно за допомогою цифрової вимірювальної системи фіксувати значення тиску в кульці. Далі значення об'єму кульки і тиску співставляються в електронних таблицях. Для точного співставлення використовується світлодіод і вимірювання сили струму в ньому. Даний спосіб вимагає наявності дороговартісного обладнання – цифрової вимірювальної системи.

Замінивши цифрову вимірювальну систему на платформу Arduino, можна значно здешевити обладнання і розширити спектр вмінь і навичок, що формуються під час виконання даного проєкту.

Для вимірювання тиску в кульці необхідно використати датчик тиску приєднаний до контролера Arduino. А для вимірювання об'єму потрібно записати відео процесу надування кульки за допомогою цифрової камери, наприклад,

смартфону, а потім провести відеоаналіз за допомогою програми Tracker. Tracker – це інструмент для аналізу та моделювання відео. Для того, щоб точно співставити вимірний тиск з обчисленим об’ємом використовується світлодіод. Вмикання світлодіода також записується на відео і одночасно вимірюється сила струму в ньому за допомогою датчика сили струму, приєднаного до контролера Arduino. Синхронізація відбувається по моменту ввімкнення світлодіода. Обчислення можна виконувати в електронних таблицях. Отримавши залежність тиску від об’єму, можна пояснити дивну поведінку кульок.

Формування пізнавальної, інформаційної, комунікативної компетентностей учнів буде успішним, якщо організувати проєктну і дослідницьку діяльність під час вивчення фізики як систему, яка враховує інтеграцію природничих знань і забезпечує поетапність та можливість розвитку учнів по індивідуальних траєкторіях [1].

Фізика, як шкільний предмет, володіє достатньо великим потенціалом різносторонньої реалізації STEM-підходів і застосуванню STEM-технологій на уроках завдяки широкому впровадженню проєктного методу і STEM-проєктів, зокрема. Тому особливо актуальними зараз є розробка і удосконалення відповідних методик і програм навчання з використанням різноманітних обчислювальних платформ, зокрема, Arduino.

### Список використаних джерел

1. Мацюк В. М. Використання методу проєктів в умовах дистанційного навчання фізики. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*: Матеріали V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, (м. Тернопіль, 30 квітня, 2020). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2020. С. 57–58. URL: <http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/arhive/4.05.2020edit.pdf#page=57> (дата звернення: 20.03.2023).
2. Навчальні програми для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень). «Фізика і астрономія». Затверджено Міністерством освіти і науки України (наказ 1539 від 24.11.2017. URL: [https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna\\_%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-i-astronomiya-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lyashenka-o-i.doc](https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna_%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-i-astronomiya-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lyashenka-o-i.doc) (дата звернення: 20.03.2023).
3. Holovko M., Kryzhanovskyi S., Matsyuk V. Using digital technologies to study the behavior of rubber balloons. *Physics Education*. 2022. № 6, vol. 57. P. 065004. URL: 10.1088/1361–6552/ac8466 (дата звернення: 21.03.2023).
4. Ješková Z., Featonby D., Feková V. Balloons revisited. *Physics Education*. 2012. №. 4, vol. 47. P. 392. URL: 10.1088/0031-9120/47/4/392 (дата звернення: 21.03.2023).