

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка**

**Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики та методики її навчання**

Кваліфікаційна робота

**МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ НА УРОКАХ
ФІЗИКИ**

**Спеціальність 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)
Освітня програма «Середня освіта (Фізика та астрономія, математика)»**

Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Авраменка Олександра Ярославовича

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат педагогічних наук, доцент
Корсун Ігор Васильович

РЕЦЕНЗЕНТ:
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри інформаційних
технологій і програмування
УДУ імені Михайла Драгоманова
Твердохліб Ігор Анатолійович

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ.....	6
1.1. Поняття та можливості інтернету речей.....	6
1.2. Перспективи застосування IoT у шкільному курсі фізики	10
<i>Висновки до РОЗДІЛУ 1</i>	14
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ІОТ НА УРОКАХ ФІЗИКИ.....	17
2.1. Організація уроків із використанням IoT	17
2.2. Приклади навчальних завдань і експериментів з IoT.....	23
<i>Висновки до РОЗДІЛУ 2</i>	31
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІОТ У НАВЧАННЯ ФІЗИКИ.....	34
3.1. Проведення педагогічного експерименту	34
3.2. Аналіз результатів і узагальнення	41
<i>Висновки до РОЗДІЛУ 3</i>	45
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50
ДОДАТКИ.....	52

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку науки і техніки спостерігається стрімке зростання впливу цифрових технологій на всі аспекти людської діяльності. Однією з провідних інноваційних тенденцій є становлення та швидке поширення концепції Інтернету речей (IoT), яка забезпечує взаємодію фізичних об'єктів через мережу та створює нові можливості для збору, обробки й аналізу даних. У сфері освіти, особливо природничо-наукової, ця технологічна трансформація формує нові умови та інструменти для розвитку учнівських компетентностей, розуміння фізичних процесів і вдосконалення їхніх дослідницьких навичок. Актуальність цього дослідження зумовлюється кількома ключовими аспектами. По-перше, фізика як прикладна наука нерозривно пов'язана з експериментальними дослідженнями, і застосування IoT-пристроїв значно розширює можливості вимірювань, підвищує точність результатів, а також робить експериментальний процес більш наочним і інтерактивним.

По-друге, сучасні освітні стандарти передбачають розвиток STEM-компетентностей, де учні здобувають практичний досвід роботи із цифровими сенсорами, датчиками та мікроконтролерами.

По-третє, IoT-технології сприяють формуванню в учнів критичного мислення, здатності аналізувати дані і робити висновки, а також практичного застосування цифрових інструментів для дослідження реальних фізичних явищ.

Метою роботи є обґрунтування доцільності впровадження та розробка методичних підходів щодо використання технологій Інтернету речей у викладанні фізики в закладах загальної середньої освіти.

Для досягнення поставленої мети визначено такі **завдання**:

- розкрити сутність технологій Інтернету речей і проаналізувати їх потенціал у контексті освітнього процесу.
- вивчити можливості IoT-технологій у шкільному викладанні фізики та визначити дидактичні напрями їх застосування.

- розробити методичні рекомендації та конкретні приклади використання IoT-пристроїв на уроках фізики.

Об’єктом дослідження є освітній процес у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження становить використання технологій Інтернету речей як одного з інструментів підвищення ефективності навчання фізики.

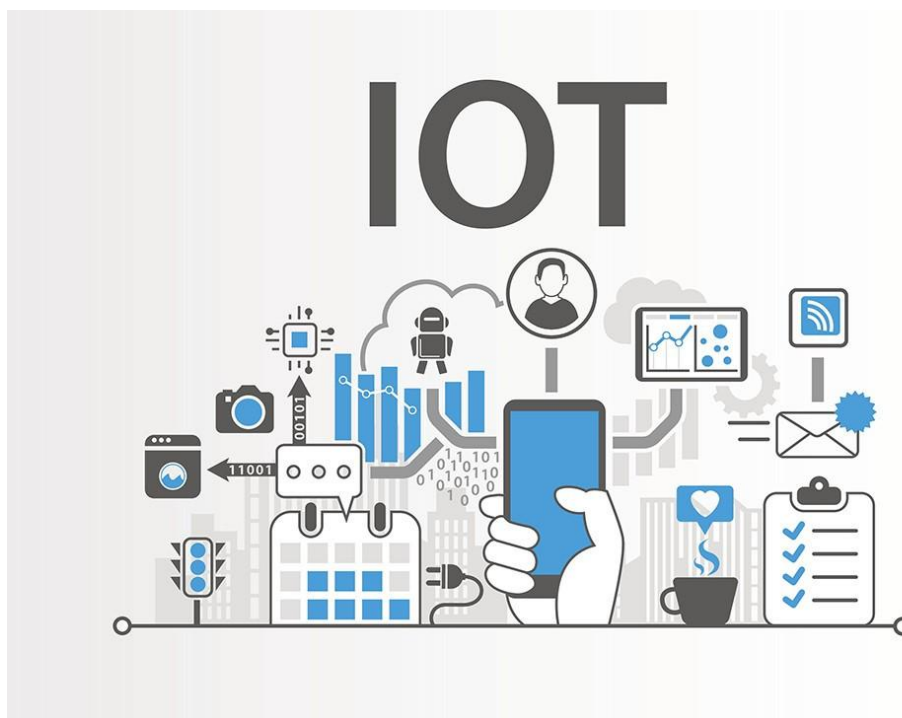
Під час виконання роботи використовувалися загальнонаукові та спеціальні методи: аналіз і синтез наукової й методичної літератури, систематизація та узагальнення матеріалів, педагогічне моделювання, спостереження за освітнім процесом, а також елементи експериментальної діяльності із залученням IoT-пристроїв.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що вперше обґрунтовано можливості інтеграції IoT-технологій у навчальний процес із фізики й адаптовано ці технології для шкільних потреб. З’ясовано, що використання Інтернету речей сприяє підвищенню інтересу учнів до вивчення фізики, кращому засвоєнню фізичних законів завдяки практичним експериментам і роботі з реальними даними.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці методичних матеріалів, які можуть бути використані вчителями фізики під час підготовки та проведення уроків, лабораторних робіт, STEM-проектів і факультативних занять. Запропоновані приклади можуть стати основою для створення навчальних модулів, спрямованих на розвиток цифрових та дослідницьких компетентностей учнів.

Обсяг і структура магістерської роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, рисунків, таблиць, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Інтернет речей (ІоТ) — одна з ключових технологій сучасної цифрової епохи, яка значною мірою впливає на різні сфери діяльності людини, зокрема освіту та вивчення природничих дисциплін. Це поняття охоплює глобальну мережу фізичних об'єктів, оснащених датчиками, мікроконтролерами, модульними програмними рішеннями та засобами зв'язку. Ці об'єкти здатні взаємодіяти між собою та з користувачем без потреби у прямому втручанні людини. На відміну від традиційних інформаційних систем, ІоТ перетворює звичайні предмети на «розумні» пристрої, здатні збирати дані, аналізувати їх у режимі реального часу і передавати результати на інші пристрої або у хмарне середовище.



Ідея Інтернету речей вперше пролунала у виступі Пітера Т. Льюїса в 1985 році, проте її концепція почала активно розвиватися лише у 1990-х, із появою перших прототипів автоматизованих мережевих пристроїв. Завдяки прогресу в бездротових технологіях, здешевленню датчиків, поширенню мікроконтролерів та розвитку хмарних сервісів, IoT отримав динамічний розвиток у всьому світі.

Сьогодні кількість підключених до інтернету пристроїв перевищує сім мільярдів, а прогнози свідчать про зростання цього показника до понад 25 мільярдів до 2030 року. Це демонструє масштабність і незворотність переходу до нових технологічних реалій, у яких взаємодія пристроїв стає так само важливою, як і комунікація між людьми. IoT знаходить застосування у багатьох сферах: від споживчих рішень типу розумних будинків до складних промислових систем, медичних платформ моніторингу стану пацієнтів, управління містами, логістики та навіть військових розробок.

Популярність IoT пояснюється його доведеними перевагами — автоматизацією процесів і можливістю глибокого аналізу даних. Завдяки таким системам можна безперервно отримувати об'єктивну інформацію, що дозволяє значно покращити керування різноманітними процесами. У соціальному вимірі Інтернет речей сприяє підвищенню рівня безпеки, покращенню якості життя й підвищенню екологічної ефективності. Наприклад, за рахунок оптимізації споживання енергії та грамотного управління транспортними потоками можна суттєво зменшити обсяг викидів вуглецю.

Стандартна IoT-система складається з кількох рівнів. На першому — сенсори для збору даних про фізичні параметри: температуру, тиск, яскравість освітлення, вологість, швидкість руху чи інші показники. Ці дані передаються до локальних мікроконтролерів або шлюзів, які виконують попередню обробку і надсилають результати на сервери чи у хмарні платформи. Подальший аналіз проводиться із використанням алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту. Це дозволяє генерувати прогнози, встановлювати закономірності та приймати автоматизовані рішення. Отримані результати відображаються через веб-інтерфейси, мобільні додатки чи спеціалізовані панелі управління. Така структура підтримує гнучкість і масштабованість системи, що дає змогу впроваджувати IoT у найрізноманітніших сферах.

Особливої уваги заслуговує потенціал Інтернету речей (IoT) як інноваційного освітнього інструмента, здатного кардинально змінити підходи до навчання та викладання, зокрема у точних науках, таких як фізика.

Впровадження IoT у навчальний процес відкриває перед учителями та учнями нові педагогічні горизонти, адже воно надає можливість перетворювати традиційні лабораторні заняття на інтерактивні та автоматизовані дослідження, що максимально імітують реальні життєві умови. Застосування IoT-пристроїв дозволяє зробити освітній процес більш динамічним, інтегруючи взаємодію учнів із сучасними технологіями — від збору даних із реальних сенсорів до їхнього комплексного аналізу з подальшим створенням графіків, порівнянням результатів і формулюванням висновків. Такий підхід трансформує не лише формат проведення занять, але й саму освітню парадигму, зміщуючи акцент у бік практикоорієнтованого і дослідницького навчання.

З урахуванням того, що більшість законів фізики спрямовані на вивчення поведінки об'єктів в умовах конкретного середовища, можливість точного вимірювання параметрів цього середовища за допомогою IoT-сенсорів значно підвищує ефективність навчального процесу. Учні можуть брати участь у проведенні експериментів, які раніше були недосяжними через відсутність необхідного обладнання або технічних ресурсів. Наприклад, можна легко реалізувати такі завдання, як вимірювання температури в різних точках приміщення, моніторинг змін тиску або вологості повітря, визначення швидкості руху об'єкта, спостереження за динамікою освітленості чи рівнем шуму. Усе це здійснюється за допомогою недорогих і водночас доступних IoT-компонентів. Такі технологічні інновації не лише полегшують виконання експериментів, але й підвищують мотивацію школярів до навчання, забезпечуючи більш наочне і інтерактивне засвоєння нового матеріалу.

Крім того, впровадження IoT у шкільний курс фізики сприяє розвитку ключових компетентностей, які набувають все більшого значення у сучасному цифровому суспільстві. Робота з IoT-пристроями включає в себе освоєння основ програмування, навички аналізу даних і використання сучасних інженерних рішень. Заняття з такими технологіями формують у майбутніх фахівців здатність логічно мислити, вирішувати прикладні задачі та розбиратися у складних технічних процесах — усе те, що необхідно для

успішного функціонування в умовах вимогливого ринку праці. Крім того, отримані знання та вміння допоможуть молодому поколінню орієнтуватися у сучасних трендах: працювати із сенсорними мережами, застосовувати хмарні платформи, забезпечувати інформаційну безпеку та використовувати можливості штучного інтелекту.

Ще одним важливим аспектом є інтеграція IoT-технологій із концепцією STEM-освіти, яка базується на поєднанні природничих наук, технологій, інженерії та математики. Використання мікроконтролерів, сенсорних приладів та платформ для збереження і обробки даних створює міждисциплінарний підхід до навчання і дозволяє пов'язати теоретичний матеріал із його практичною реалізацією. Таким чином, Інтернет речей виступає не просто як технічний інструмент, а перетворюється на потужний освітній ресурс. Завдяки йому стає можливим модернізувати викладання фізики, орієнтуючи його на практичну корисність [14].

1.2. Перспективи застосування IoT у шкільному курсі фізики

Швидкий розвиток сучасних цифрових технологій, зокрема появлення таких інноваційних рішень, як інтернет речей (IoT), відкриває нові перспективи для кардинального переформатування підходів до організації та реалізації освітнього процесу. Технологія IoT уже затвердила свої позиції як одна з найбільш інноваційних і швидкозростаючих галузей у сфері інформаційних технологій, знаходячи застосування практично в усіх сферах людської діяльності. Її вплив проявляється в таких напрямках, як медицина, транспорт, сільське господарство, різні аспекти промисловості, системи безпеки, маркетингові стратегії, екологічний моніторинг і, безсумнівно, освіта. Основною концепцією цієї технології є розробка глобальної мережі взаємопов'язаних пристроїв, оснащених датчиками, сенсорами та бездротовими модулями для передачі даних. Ці пристрої, що отримали назву «розумні» через свою автономність, здатні самостійно зчитувати параметри навколишнього середовища, адаптувати алгоритми своєї роботи на основі одержаних даних і забезпечувати координацію між собою без постійної участі людини.

Особлива увага приділяється потенціалу застосування IoT у сфері загальної середньої освіти, а саме в процесі викладання фізики в школах. Інтеграція подібних технологій у навчальний процес відкриває значний простір для його вдосконалення. Наповнення освітнього контенту інноваційними елементами сприяє поглибленому розумінню концепцій і явищ, пропонуючи унікальні можливості для візуалізації та практичної перевірки теоретичних знань через експерименти. Використовуючи інтернет речей, можна піднести проведення лабораторних робіт та експериментів на новий рівень: зробити їх не лише безпечними та інтерактивними, але й максимально наближеними до умов реальної науково-дослідної діяльності чи прикладної інженерії. За допомогою IoT вчитель отримує унікальний інструмент для того, щоб зробити фізику не лише зрозумілішою для учнів, а й більш цікавою, формуючи у школярів міцнішу мотивацію до вивчення науки та технічних дисциплін.

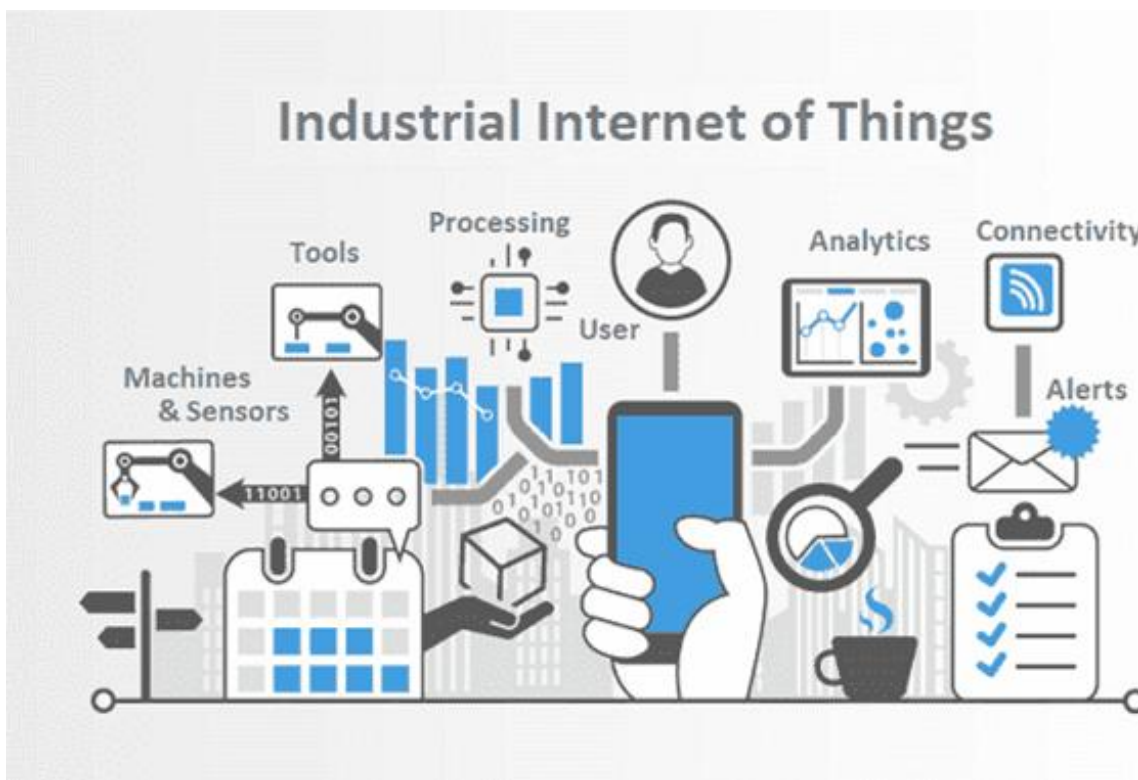


Рис 1.2. Основи інтернету речей [7]

Однією з основних переваг використання IoT у вивченні фізики є автоматизований збір даних за допомогою різноманітних сенсорних пристроїв. У традиційних лабораторних роботах виміри часто здійснюються вручну, що забирає багато часу та може призводити до помилок через людський фактор. Використання цифрових сенсорів для визначення параметрів, таких як температура, вологість, рівень освітлення, прискорення, магнітне поле, тиск або електричний струм, дає змогу учням працювати з високоточною інформацією. Дані цих сенсорів передаються на мобільні пристрої або комп'ютери в режимі реального часу. Завдяки такому підходу зменшується ймовірність помилок у результатах експериментів, а школярі отримують цінний досвід роботи з великими масивами даних. Це також спрощує аналіз результатів через доступність таблиць, побудову графіків і виявлення закономірностей на основі автоматично сформованих тенденцій.

Іншим важливим аспектом впровадження IoT у школах є трансформація підходів до виконання навчальних проєктів у рамках STEM-освіти. Залучення «розумних» пристроїв дозволяє інтегрувати фізику з іншими науками, такими як інформатика, математика, технології та навіть біологія. Наприклад,

створення проєкту на кшталт «розумної теплиці» дає змогу учням аналізувати властивості ґрунту і мікроклімат теплиці, вивчати принципи вирощування рослин, програмувати функціональні можливості сенсорів і виконувати розрахунки для розробки керувальних систем. Такі проєкти змінюють фізику з теоретичної дисципліни на інструмент для вирішення практичних завдань. Учні не тільки застосовують теоретичні знання на практиці, а й набувають важливого досвіду роботи над реальними прикладними викликами.

Ще однією важливою перспективою використання технологій IoT у шкільному курсі фізики стає можливість проведення розширених цифрових експериментів. Завдяки автономності IoT-пристроїв, які можуть тривалий час функціонувати незалежно, учителі й учні отримують доступ до даних навіть за межами класу. Це відкриває нові горизонти для довготривалих спостережень за такими фізичними явищами, як добові або тижневі зміни температури, вологості, освітленості чи атмосферного тиску. Також це дає змогу аналізувати рівень шуму або споживання електроенергії різними пристроями. Такі можливості значно перевершують традиційні шкільні лабораторії, де подібні дослідження були б недосяжними. Завдяки IoT навіть звичайна школа може надавати доступ до таких сучасних методів вивчення фізичних явищ [11]

Ще одним перспективним напрямком є використання технологій Інтернету речей (IoT) для вивчення розділів фізики, пов'язаних із хвильовими процесами та мережевою взаємодією. Оскільки IoT базується на принципах роботи електромагнітних хвиль, радіозв'язку, мережевих протоколів і хмарних платформ, це надає учням унікальну можливість не лише зрозуміти теорію передачі хвиль, але й проводити її практичне дослідження. Це включає аналіз поширення хвиль у середовищі, їхніх частотних характеристик, процесів затухання сигналів і взаємодії з різними матеріалами. Такий практичний підхід дозволяє глибше осмислити принципи роботи сучасних бездротових технологій, як-от Wi-Fi, Bluetooth, NFC чи мобільного зв'язку, перетворюючи абстрактні знання на корисний практичний досвід.

Особливу увагу варто приділити інтеграції IoT у розвиток навичок програмування серед учнів. Застосовуючи мікроконтролери, сенсори та платформи на кшталт Arduino, ESP8266 чи Raspberry Pi, школярі можуть використовувати свої знання з фізики для створення власних «розумних» пристроїв. У процесі таких проєктів вони вивчають принципи подачі напруги, функціонування електричних кіл, взаємодію струму і опору, перетворюючи отримані теоретичні знання в інженерні рішення. Це трансформує фізику із суто теоретичної науки у прикладну дисципліну, яка розширює горизонти інтеграції з інженерією.

Не менш важливим аспектом є підвищення рівня безпеки під час проведення експериментів у шкільній лабораторії завдяки використанню IoT-пристроїв. Наприклад, цифрові технології дозволяють контролювати такі параметри, як напруга в електричних схемах або температура нагрівальних елементів, забезпечуючи дистанційний моніторинг небезпечних процесів. Крім того, можна відстежувати рівень освітлення в приміщенні чи концентрацію шкідливих речовин у повітрі. Це дає змогу виконувати складні або потенційно ризиковані експерименти безпечно: учні можуть спостерігати за ними онлайн, не наближаючись до обладнання.

Іншою важливою перевагою використання IoT у навчанні є сприяння розвитку цифрової грамотності, що є однією з ключових компетенцій за стандартами Нової української школи. Учні мають навчитися взаємодіяти із сучасними технічними системами, аналізувати великі обсяги даних, розуміти принципи функціонування цифрових технологій та враховувати ризики безпеки. Працюючи з IoT-пристроями, школярі стикаються з темами кібербезпеки та вчаться усвідомлювати проблеми захисту й передачі персональних даних. Усе це органічно вплітається у вивчення фізичних явищ, доповнюючи традиційний підхід сучасними технологічними аспектами [2]

Висновки до РОЗДІЛУ 1

У першому розділі здійснено докладний аналіз концепції інтернету речей та його потенціалу як революційного інструменту у викладанні фізики. Інтернет речей являє собою глобальну інфраструктуру взаємопов'язаних пристроїв, оснащених сенсорами, датчиками та системами обробки даних. Ці пристрої можуть автономно виконувати збір, передачу, зберігання і аналіз інформації, що дозволяє автоматизувати чисельні процеси та оптимізувати прийняття рішень. Завдяки цим унікальним характеристикам IoT виступає невід'ємним елементом модернізації навчального процесу.

Глибокий аналіз показав, що використання технологій IoT не обмежується лише промисловістю, сферою транспорту чи медициною. Його вплив охоплює також освітній сектор. Одна з ключових переваг застосування IoT у навчальних цілях — це можливість забезпечення високої точності проведення експериментальних вимірювань, автоматизація збору великих масивів даних, а також оперативна візуалізація результатів у реальному часі. Особливо це актуально для фізики у школі, де традиційні лабораторні практикуми часто ускладнені обмеженнями в часі, ресурсах чи обладнанні. IoT дає змогу долати ці бар'єри, надаючи школярам можливість глибше занурюватися у вивчення фізичних явищ та систематично аналізувати зміну показників і залежності між різними параметрами.

Інтеграція IoT у навчальний процес відкриває широкі перспективи завдяки формату STEM-проектів, які об'єднують фізику, математику, технології та інформатику. Такі проєкти дозволяють учням застосовувати теоретичні знання на практиці, створюючи, наприклад, «розумні теплиці» чи «розумні кімнати». Тут діти можуть вимірювати температуру, вологість, рівень освітленості, налаштовувати параметри роботи сенсорів і здійснювати аналіз отриманих даних. Виконання подібних завдань сприяє розвитку креативного та критичного мислення, допомагає удосконалювати навички досліджень, програмування і конструювання. Важливо також зазначити, що така діяльність

формує навички, які є критично значущими для сучасної цифрової економіки та суспільства, де технології займають провідну роль.

Ще однією вагомою перевагою застосування IoT у фізиці є можливість дистанційного експериментування. Технологія сенсорів і хмарних сервісів дозволяє проводити моніторинг фізичних процесів у реальному часі навіть за відсутності учнів чи викладачів у лабораторії. Таке рішення ефективно для виконання довгострокових спостережень або досліджень, наприклад, змін температури протягом доби чи коливань рівня шуму в середовищі. Це не лише сприяє розвитку аналітичних здібностей молоді, але й допомагає їм зрозуміти основи бездротових мереж і принципи функціонування сучасних цифрових систем.

Не можна не згадати про важливість формування цифрових компетенцій завдяки включенню IoT-технологій у шкільну програму фізики. Учні освоюють основи програмування, налаштовують мікроконтролери, аналізують дані та дотримуються принципів інформаційної безпеки й конфіденційності. У світі, де цифровізація зачіпає всі аспекти життя та професійної діяльності, подібні навички стають невід'ємними для досягнення успіху. Інтеграція IoT дає можливість поєднати вивчення базисних природничо-наукових законів із прикладними знаннями роботи з технологічними платформами.

Серед багатьох переваг впровадження технологій Інтернету речей (Internet of Things, IoT) у навчальний процес особливо виділяється підвищення рівня безпеки. Завдяки використанню дистанційних сенсорів, «розумних» пристроїв та автоматизованих систем моніторингу можна ефективно контролювати потенційно небезпечні ситуації, які можуть виникнути під час лабораторних занять або експериментів. Це, у свою чергу, дозволяє мінімізувати ризики травматизму та забезпечити більш комфортні умови для навчання. Окрім цього, IoT сприяє більш персоналізованому підходу до освітнього процесу, адже учні отримують можливість працювати над унікальними проєктами, налаштовувати та створювати пристрої, орієнтуючись на свої інтереси і потреби. Такий підхід не лише підвищує мотивацію учнів, але

й стимулює їх до більш активної пізнавальної діяльності. Результати дослідження свідчать про те, що Інтернет речей є потужним інноваційним засобом для викладання фізики. Його інтеграція у шкільний навчальний процес дозволяє об'єднувати теоретичне вивчення із практичними завданнями, сприяючи розвитку важливих навичок. За допомогою IoT експерименти стають більш наочними та доступними, що значно підвищує рівень розуміння складних концептів. Одночасно така методика сприяє розвитку міжпредметних компетентностей учнів, допомагаючи їм інтегрувати знання з фізики з іншими галузями науки й техніки. Крім того, впровадження IoT формує цифрову грамотність, яка є необхідною в умовах сучасного інформаційного суспільства. Цей технологічний підхід відповідає провідним тенденціям цифровізації освіти та забезпечує підготовку учнів до професійної діяльності у світі цифрових технологій.

Отже, впровадження IoT у навчальний процес із фізики не лише покращує якість здобутих знань і сприяє ефективнішому засвоєнню матеріалу, але й значно розширює перспективи сучасного освітнього середовища. Його використання дозволяє учням розвивати дослідницькі компетентності, креативне мислення та здобувати практичні навички, необхідні для майбутнього професійного життя. Інтернет речей стає ключовим компонентом модернізації освіти, відкриваючи нові горизонти для творчого самовираження школярів і сприяючи їх професійному становленню як частини науково-технічного прогресу.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ІОТ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

2.1. Організація уроків із використанням ІоТ

Стрімкий розвиток цифрових технологій, серед яких особливе місце належить Інтернету речей (Internet of Things, IoT), стає одним із визначальних чинників, що трансформують сучасну освітню систему. Інтернет речей, який є однією з найшвидше прогресуючих галузей інформаційних технологій, вже демонструє значний вплив на широкий спектр суспільного життя. Ця технологія активно змінює такі напрями, як медицина, право, охорона довкілля, агрономія, промисловість, туризм, транспортна інфраструктура та, звичайно ж, освітній процес. Суть IoT полягає у створенні глобальної мережі розумних пристроїв, які оснащені сенсорами, датчиками, модулями зв'язку та алгоритмами автоматизованого обміну даними. Здатність цих систем функціонувати автономно, аналізуючи сигнали навколишнього середовища для прийняття рішень без втручання людини, робить їх унікальним інструментом в багатьох сферах.

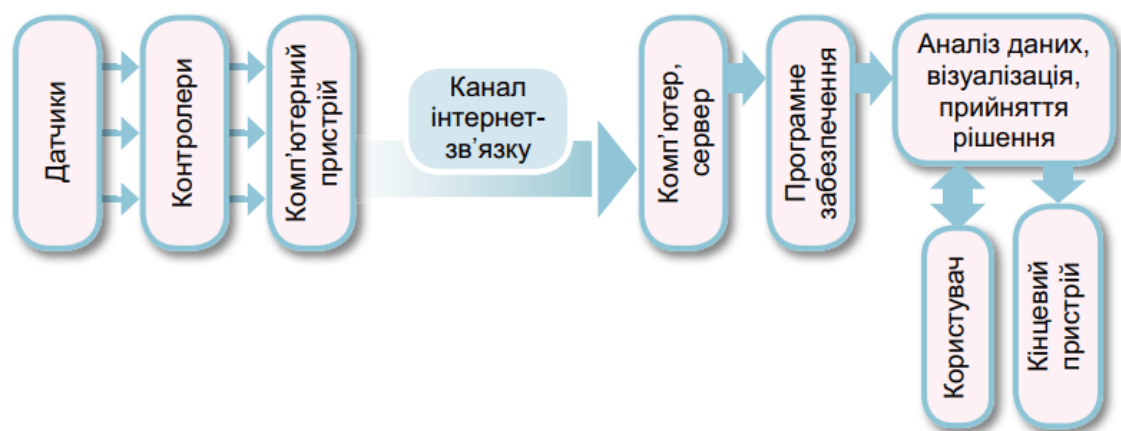


Рис 2.1. Інтернет речей [6]

Ще кілька років тому ідея створення інтерактивних пристроїв, здатних обмінюватися інформацією між собою безпосередньо, здавалася лише фантазією з наукової фантастики. Проте реалії сьогодення демонструють нам не лише технічну можливість такої взаємодії, але й її широке практичне впровадження. Вражаючим прикладом можна назвати розвиток автономного транспорту, представленого такими компаніями, як Tesla Motors, Volvo та General Motors. Цю революцію не оминула і освітня галузь, яка за допомогою

IoT знаходить нові шляхи підвищення ефективності навчального процесу. Особливо ці зміни помітні у природничо-математичних дисциплінах, таких як фізика. Інтеграція IoT-технологій дає змогу автоматизувати певну частину експериментальної роботи, зокрема робочі процеси вимірювання й аналізу даних. Учні отримують можливість проводити дослідження у реальному часі, обробляти великі масиви інформації і застосовувати знання в умовах реальних практичних завдань.

Світова тенденція цифровізації всіх сфер діяльності, в якій «цифрова економіка» стала основним драйвером змін, також безпосередньо впливає на освіту. Українські навчальні заклади активно долучаються до цих процесів завдяки впровадженню електронного навчання, використанню хмарних технологій та мережових рішень. Сьогодні близько тридцяти мільярдів пристроїв IoT продукують величезну кількість інформації, забезпечуючи її обмін через персональні, локальні та глобальні бездротові мережі [13].

При організації IoT-уроків важливо враховувати всі ключові елементи цієї технології:

1. Пристрої збору даних, які включають різноманітні сенсори та датчики — від модулів температурного чи світлового вимірювання до комплексних пристроїв фіксації руху або зміни атмосферного тиску.
2. Мережеві компоненти, серед яких широко використовуються Wi-Fi, Bluetooth та інші платформи передачі даних для забезпечення синхронізації обладнання.
3. Хмарні сервіси для збереження інформації, проведення аналітики та реалізації моніторингу у реальному часі.
4. Туманні обчислення, що дозволяють здійснювати обробку даних на пристроях безпосередньо на краю мережі до їх передачі у хмарне сховище.
5. Інструменти програмування, такі як Python, JavaScript або блоковідні редактори на кшталт Blockly для інтерактивної роботи з технологічними платформами (наприклад, MCU-пристроями).

Усе це потрібно враховувати під час розробки уроку, адже використання IoT передбачає інтеграцію роботи з реальними даними, мережевою інфраструктурою та автономними системами.

Етапи підготовки до проведення уроку із застосуванням IoT.

Організація такого уроку починається з ретельного підготовчого етапу, який включає наступні кроки:

Постановка навчальної мети:

- визначення фізичного явища, яке буде досліджуватися (наприклад, теплопровідність, освітленість, прискорення чи тиск);
- аналіз необхідності використання певних сенсорів;
- окреслення компетентностей, які будуть формуватися: природничих, інформаційних, технологічних, аналітичних.

Вибір технічного обладнання:

- мікроконтролери (такі як Arduino, ESP32, Micro:bit);
- сенсори (для вимірювання температури, вологості, руху, магнітного поля, освітленості, прискорення);
- модулі для забезпечення зв'язку;
- відповідне програмне забезпечення.

Налагодження мереж та хмарних сервісів:

- забезпечення стабільного доступу до Інтернету;
- обрання платформи для збереження й обробки даних (зокрема Google Sheets, MQTT чи ThingSpeak);
- тестування процесу передачі даних для уникнення збоїв.

Розробка інструкцій для учнів:

- створення протоколів експериментів для чіткої організації роботи;
- розробка покрокового алгоритму для підключення обладнання;
- інформування про правила безпеки, особливо щодо захисту персональних даних.

Структура уроку, орієнтованого на використання технологій IoT, вирізняється своєю продуманою організацією, яка гармонійно поєднує

навчальні завдання із технічними аспектами та формує цілісне інтегроване освітнє середовище (див. рис.2.2). Такий підхід дозволяє не лише відчутно підвищити інтерес учнів до предмета, а й закласти основи для розвитку їхніх цифрових, аналітичних і критичних навичок.

Урок розпочинається з **презентації проблемного завдання**. Учитель демонструє, як за допомогою технологій IoT можна знайти ефективне рішення. Наприклад, проєкт *«Розумна теплиця»* інтегрує знання з різних дисциплін — фізики, біології, хімії, географії та інформатики. Учні на практичному досвіді бачать реальні приклади застосування фізики у сучасному світі, що значно посилює їхню мотивацію та зацікавлення предметом.

Цей етап спрямований на *створення базових технічних знань і навичок*, необхідних для роботи з IoT-пристроями. Учні знайомляться з основами:

- підключення та налаштування датчиків і сенсорів;
- програмування мікроконтролерів;
- взаємодії з хмарними сервісами для збору й аналізу даних;
- правил дотримання кібербезпеки.

Окрему увагу слід зосередити на питаннях захисту персональної інформації, адже IoT-пристрої збирають значні масиви даних. Учні необхідно навчити розуміти, які дані збираються, як вони використовуються та яким чином забезпечується їх конфіденційність.

Проведення експерименту. Центальною частиною уроку стає практична робота, яка передбачає *застосування IoT-пристроїв у реальних умовах*. Цей етап включає:

- реєстрацію показників у режимі реального часу;
- автоматизоване занесення отриманих результатів;
- візуалізацію даних у вигляді графіків чи діаграм;
- роботу у групах над спільним завданням.

Можливі приклади практичних завдань: *створення мініатюрної метеостанції у класі, дослідження теплового режиму приміщень, аналіз рухових параметрів за допомогою акселерометрів чи вимірювання світлової*

інтенсивності у різних зонах приміщення. Такий формат дозволяє учням оволодівати практичними навичками через активну взаємодію з технікою [5].

Після завершення експериментальної роботи учні переходять до ***аналізу отриманих даних***. Вони:

- співвідносять експериментальні значення із теоретичними величинами;
- оцінюють можливі похибки вимірювань;
- формулюють висновки щодо отриманих результатів.

Точність даних, яку забезпечують IoT-сенсори, підвищує довіру до експерименту та наближає навчальний процес до сучасної наукової практики.

Завершальний етап уроку присвячений ***колективній презентації досягнутих результатів***. Кожна група демонструє свої висновки, ділиться труднощами, які постали під час виконання завдання, та пропонує ідеї для вдосконалення методик експерименту. Обговорюються також аспекти інформаційної безпеки і значення етичного використання IoT-технологій.

IoT Одним із ключових аспектів організації уроків із впровадженням інтернету речей (IoT) є забезпечення інформаційної безпеки. Пристрої IoT збирають великі обсяги даних, включаючи особисту інформацію та дані з навколишнього середовища, які можуть використовуватися не лише для навчання, а й для потенційно шкідливих цілей. Учні мають усвідомлювати такі важливі аспекти: які саме дані збирає пристрій; кому ці дані передаються; як гарантується їх конфіденційність; що таке цифровий слід чи "тінь"; які ризики приховує підключення до мережі. Викладання цифрової грамотності має бути невід'ємною частиною занять, пов'язаних із технологіями IoT [16].

IoT-технології ідеально вписуються у формат групової діяльності. Учасники команди можуть виконувати різні ролі: інженер з підключення — відповідає за технічний аспект роботи пристроїв; аналітик — займається обробкою даних, створенням графіків і візуалізацій; програміст — працює над налаштуванням і оптимізацією системи; дослідник — розробляє гіпотези та аналізує результати; презентатор — представляє підсумки роботи всієї

команди. Такий формат сприяє формуванню ключових компетентностей, необхідних у контексті STEM-освіти.

Організація уроків із використанням IoT є багатограним процесом, який вимагає врахування технічних, педагогічних, інформаційних та етичних нюансів. Ці технології дають змогу: підвищити мотивацію учнів; забезпечити точність проведених експериментів; формувати цифрову та дослідницьку компетентності; розвивати критичне й проєктне мислення; поєднувати шкільне навчання з актуальними запитами сучасного цифрового суспільства. Застосування IoT на заняттях з фізики створює сучасне, інтерактивне освітнє середовище. Тут учні не лише засвоюють фізичні закони, але й навчаються використовувати їх для вирішення практичних інженерних задач, моделюють реальні процеси та набувають цінного досвіду роботи з інноваційними технологіями [10].

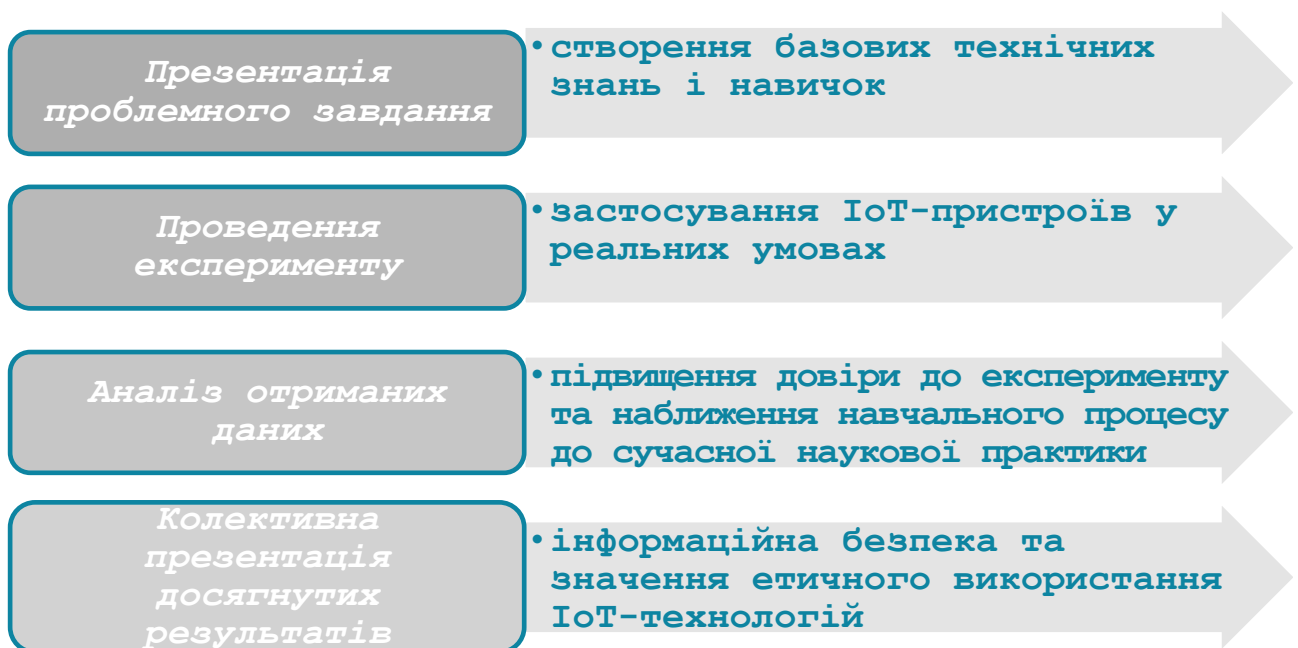


Рис 2.2. Структура уроку, орієнтованого на використання технологій IoT

2.2. Приклади навчальних завдань і експериментів з IoT

Використання технологій Інтернету речей на уроках фізики відкриває широкі можливості для організації сучасного навчального експерименту. На відміну від традиційних дослідів, де учні здебільшого працюють із мінімальною кількістю вимірювальних приладів і фіксують дані вручну, IoT-пристрої дозволяють здійснювати довготривалі автоматичні вимірювання, збирати великі масиви даних і проводити їх аналіз у хмарних сервісах. Це дає змогу учням не лише спостерігати фізичні явища, а й моделювати реальні технологічні процеси, подібні до тих, що функціонують у сучасній промисловості, енергетиці чи системах автоматизації. Нижче подано розгорнуті приклади завдань і експериментів, які можуть бути інтегровані в навчальний процес.

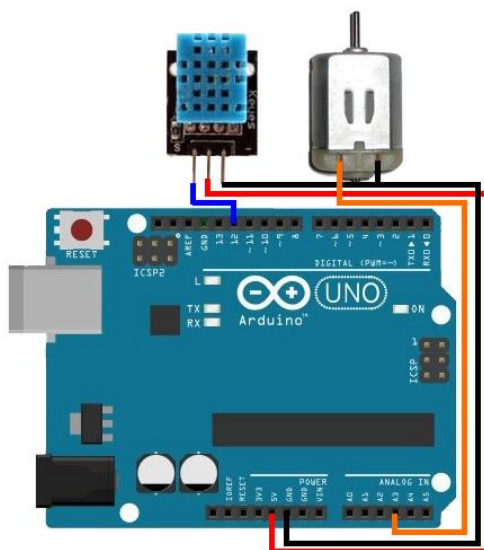


Рис. 2.3. Технічна реалізація технології контролю температури

Одним із найбільш доступних та ефективних є *експеримент із дослідження температурного розподілу в приміщенні за допомогою IoT-датчиків*. Метою цього завдання є вивчення нерівномірності нагрівання повітря у класі та чинників, що на це впливають. Учні отримують кілька бездротових датчиків температури та розміщують їх у різних точках: біля батареї, на підвіконні, у центрі класу, під стелею і біля дверей. Дані автоматично передаються до хмарної платформи, де формується графік змін температури в кожній точці. Учні порівнюють криві й роблять висновки про теплові потоки,

місця втрат тепла, роботу системи вентиляції. Цей експеримент не лише поглиблює розуміння явищ теплопровідності та конвекції, а й формує практичне бачення того, як організовується енергоефективність приміщень [9]. На рис. 2.3 продемонстровано, як реалізується технологія контролю температури технічно.

Іншим експериментом, пов'язаним із тепловими явищами, є *вивчення теплопровідності різних матеріалів*. Для цього використовують набір пластин (металевих, скляних, дерев'яних) та IoT-датчики температури, що фіксують швидкість їх нагрівання. Учні прикладають до пластин джерело тепла та відслідковують, наскільки швидко підвищується температура в кожному випадку. Отримані графіки дають змогу визначити коефіцієнт теплопровідності та порівняти властивості матеріалів.

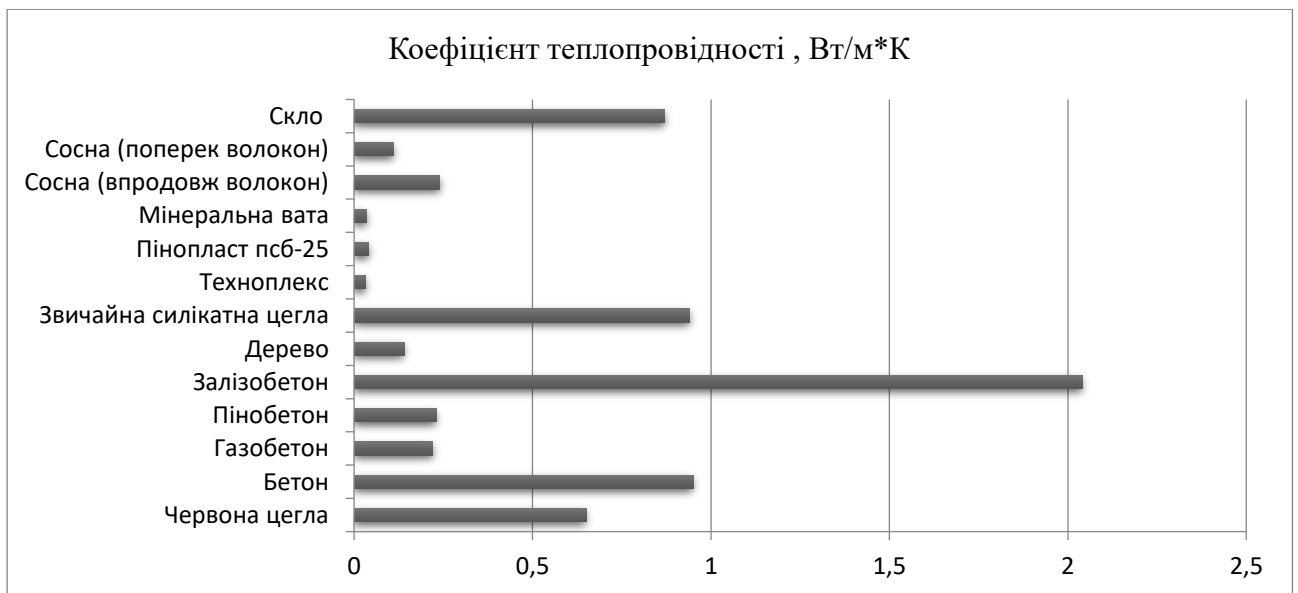


Рис 2.4. Діаграма вивчення теплопровідності різних матеріалів

Це завдання особливо актуальне для учнів, які цікавляться інженерією та матеріалознавством, оскільки демонструє, на що орієнтуються фахівці при виборі матеріалів для технічних конструкцій. Після проведення експерименту учні можуть створювати наочні діаграми порівняння результатів (див. рис. 2.4).

Використання акселерометрів у рамках шкільних дослідів із механіки значно розширює можливості вимірювань. Наприклад, у завданні «Дослідження руху тіла похилою площиною» акселерометр (див. рис.2.5) кріпиться на іграшковому автомобілі, який рухається по похилій поверхні. Учні

отримують дані про прискорення в реальному часі, що дозволяє будувати графік $a(t)$, визначати силу тертя, оцінювати вплив кута нахилу на рух. Дослідження можна ускладнити, змінюючи матеріал поверхні або масу автомобіля, що перетворює експеримент на повноцінне наукове моделювання.

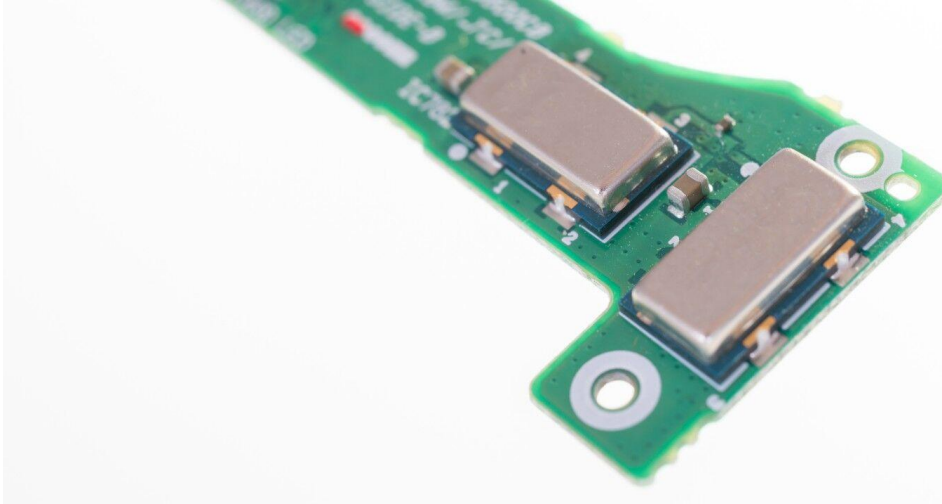


Рис 2.5. Використання акселерометрів у рамках шкільних дослідів із механіки

Ще більш наочним є дослідження вільних коливань за допомогою акселерометра або гіроскопа. Сенсор кріплять до маятника або гойдалки, після чого учні розгойдують систему та фіксують коливальний рух. На графіках видно амплітуду, період та енергію коливань, а також поступове загасання системи. Це дозволяє на практиці продемонструвати залежність періоду від довжини маятника, а також роль опору середовища. На рис. 2.6 продемонстровано залежність періоду від амплітуди затухаючих коливань. Експеримент є особливо цінним тим, що дає точні цифрові дані, які неможливо отримати візуально або вручну [3].

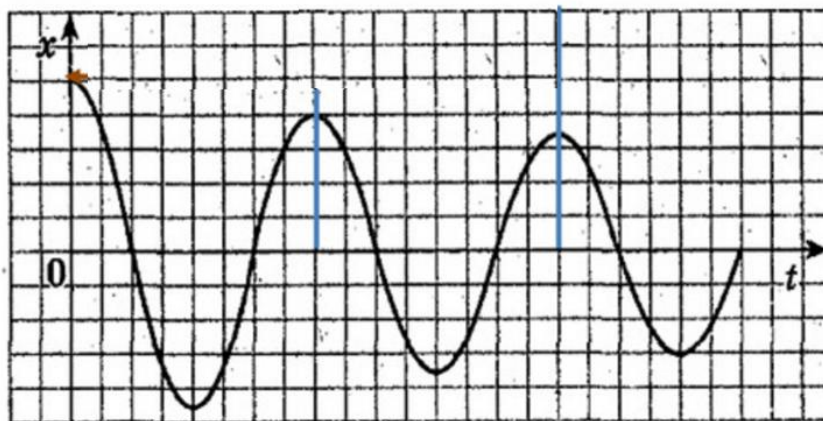


Рис 2.6. Інтернет речей [6]

Одним із найцікавіших IoT-дослідів в оптиці є дослідження освітленості (див. рис.2.7). У завданні «Побудова карти освітленості приміщення» учні використовують кілька датчиків освітлення та переміщують їх по класу. Усі дані збираються автоматично, а система будує дво- або тривимірну карту, що показує, у яких зонах класу найменше світла. Це допомагає учням зрозуміти практичну значущість законів оптики, а також створює підґрунтя для проєктів, пов'язаних із модернізацією шкільного освітлення. Інший експеримент — «Дослідження залежності опору фотоопору від освітленості», де учні спрямовують на датчик світло різної інтенсивності, змінюють відстань або використовують світлофільтри. Система автоматично вимірює опір і будує характеристику фотоелемента.

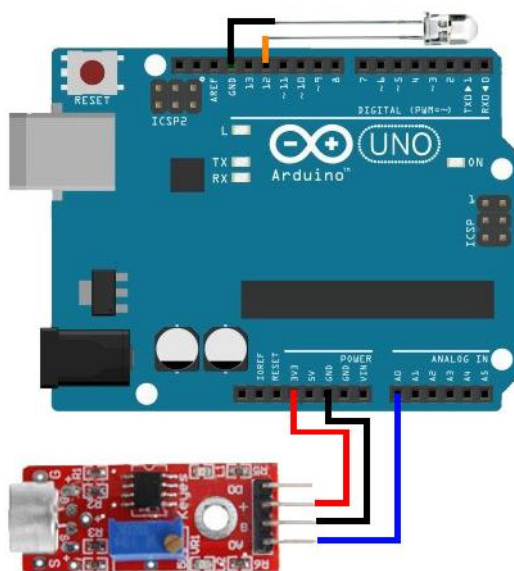


Рис 2.7. Схема реалізації «розумного світла»

У темі атмосферних явищ можна використовувати IoT-метеостанції (див. рис.2.8). У завданні «Спостереження за добовими змінами атмосферного тиску» датчик тиску фіксує значення кожні п'ять хвилин, а учні аналізують коливання протягом 24 годин. На основі графіків вони роблять висновки про циклічність атмосферних процесів, порівнюють дані з прогнозом погоди та пояснюють зміни з точки зору фізичних законів. Значною перевагою експерименту є можливість тривалих вимірювань, які учні можуть продовжувати протягом тижня чи навіть місяця.

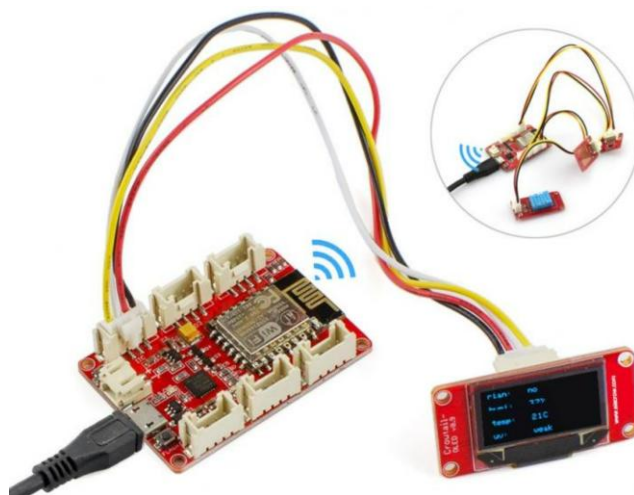


Рис 2.8. IoT-метеостанції

Особливий інтерес викликають завдання з вологості ґрунту (див. рис.2.9). В експерименті «Вивчення швидкості випаровування води із ґрунту» учні встановлюють у горщик з рослиною IoT-датчик вологості та спостерігають, як змінюється водовміст протягом доби. Значення вологості, температури, освітленості та інші параметри зберігаються в хмарі. На основі даних учні визначають, як швидкість висихання залежить від температури повітря, сонячного освітлення чи вентиляції приміщення. Це дає можливість розширити експеримент до міждисциплінарного STEM-проєкту та створити систему автоматичного поливу.



Рис 2.9. Вивчення швидкості випаровування води із ґрунту

В електриці застосування IoT дозволяє проводити точні дослідження вольт-амперних характеристик. У завданні «Побудова ВАХ резистора» учні використовують IoT-модуль, що вимірює напругу й силу струму в електричному колі, і змінюють напругу, спостерігаючи за зміною струму. Система автоматично будує графік, учні аналізують його лінійність і визначають опір згідно із законом Ома. Можна дослідити і нелінійні елементи — наприклад, лампу розжарювання або світлодіод, щоб показати, що їхні характеристики відрізняються від резисторів. Це дозволяє прив'язати фізичні поняття до реальних побутових приладів.

Особливо важливими є дослід з магнітним полем. У завданні «Вимірювання магнітного поля Землі» учні використовують IoT-магнітометр (див. рис.2.10) і переміщують його по території школи. Вони фіксують, як змінюється величина магнітної індукції в різних місцях — біля металевих конструкцій, комп'ютерів, колон із дротами. Учні встановлюють залежність магнітного поля від типу поверхні та роблять висновки щодо впливу технічних об'єктів на природні поля [12].



Рис 2.10. IoT-магнітометр

Цікавим є експеримент «Дослідження акустичних хвиль за допомогою IoT-датчика шуму», де учні вимірюють рівень шуму в різних частинах школи: у класі, коридорі, спортзалі (див. рис.2.11). Дані дозволяють визначити, у яких зонах рівень шуму перевищує нормативи, як змінюється звук протягом дня, і які фізичні чинники впливають на інтенсивність звуку. На основі цього учні

можуть запропонувати інженерні рішення щодо зниження шумового навантаження.

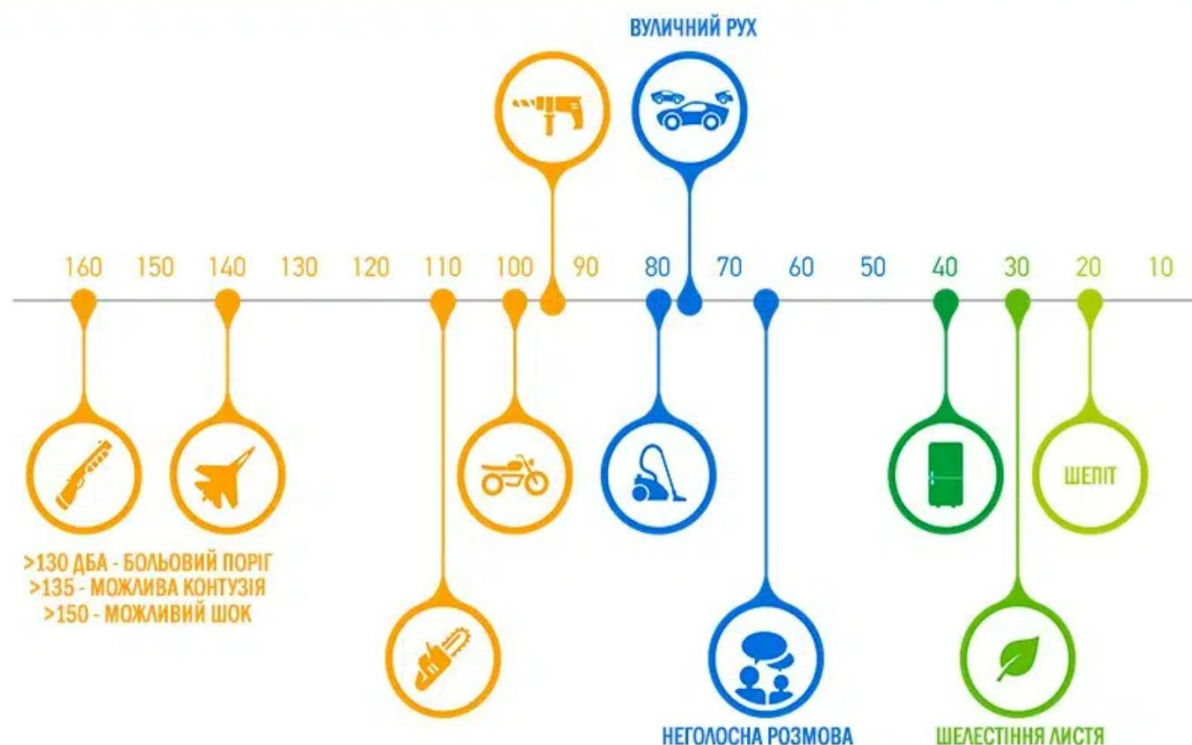


Рис 2.11. Шумове забруднення (дБА)

Окрему групу становлять комплексні завдання, що інтегрують кілька сенсорів та утворюють цілісну систему. Одним із найпоширеніших є проєкт «Розумний клас», де учні встановлюють датчики CO₂, вологості, шуму, освітленості та температури. Мета — дослідити, як змінюється мікроклімат під час уроків, і які фактори впливають на комфорт і працездатність. Датчики збирають дані протягом дня, після чого учні аналізують їх та створюють рекомендації щодо вентиляції, регулювання освітлення або використання зволожувачів. Цей проєкт демонструє реальне застосування фізики у житті та виховує інженерне мислення.

Таким чином, детальні приклади завдань та експериментів з IoT свідчать, що ці технології значно розширюють можливості шкільного фізичного експерименту. Вони роблять уроки сучасними, наочними й ефективними, сприяють розвитку дослідницьких навичок, критичного мислення та технічної творчості. Учні отримують досвід роботи з реальними цифровими даними, вчаться аналізувати та інтерпретувати їх, приймають рішення на основі

об'єктивних вимірювань і бачать, як фізичні закони діють у реальних технологічних системах. Саме така форма навчання відповідає вимогам сучасної освіти та потребам суспільства, яке швидко переходить до цифрової трансформації.

Доречно проводити і STEM-проекти із використанням IoT. У Додатку 1 можна переглянути проєкт, який є моделлю електронної гри на пам'ять та реакцію «Повтори ритм». Пристрій генерує випадкову послідовність світлових (синіх) та звукових сигналів, а завдання гравця — відтворити цю послідовність, натискаючи на сенсор (або кнопку) з дотриманням точних часових інтервалів між натисканнями.

Прикладом іншого проєкту є можливість реалізації системи ручного керування трьома сервоприводами за допомогою аналогового джойстика з кнопкою (див. Додаток 2).

Висновки до РОЗДІЛУ 2

У другому розділі було проведено аналіз методики застосування технологій Інтернету речей (IoT) у навчальному процесі з фізики. Це дало змогу визначити дидактичний потенціал IoT та особливості його практичного використання в сучасному освітньому середовищі. Було розглянуто порядок організації уроків із залученням IoT, наведено приклади навчальних завдань і експериментів, що сприяли формуванню цілісного уявлення про інтеграцію цифрових сенсорних систем у традиційні моделі навчання для досягнення більшої ефективності й наукової точності освітнього процесу.

Аналіз підтвердив, що впровадження IoT на уроках фізики значно розширює можливості розвитку експериментальних навичок і дослідницької культури в учнів. Завдяки технології забезпечується оперативне вимірювання фізичних величин, автоматизована фіксація результатів і їхня миттєва візуалізація, що підвищує точність даних і створює оптимальні умови для детального аналізу фізичних явищ. Учні отримують доступ до більшого обсягу експериментальних даних у режимі реального часу, що сприяє розвитку умінь аналізувати інформацію, знаходити закономірності, порівнювати результати та робити обґрунтовані висновки.

Особливу увагу розділ приділяє методичним аспектам організації уроків із використанням IoT-обладнання. Показано, що ефективність таких занять залежить передусім від ретельної підготовки: вибору відповідного обладнання, перевірки функціональності сенсорів, визначення оптимальних цифрових платформ для збору й аналізу даних. Важливо враховувати педагогічний аспект — побудова уроку має бути такою, щоб технологія слугувала додатковим інструментом для вирішення навчальних задач, а не заміняла процес мислення учнів. Таким чином, впровадження IoT вимагає гармонійного поєднання традиційних методів викладання з сучасними цифровими підходами, забезпечуючи інтерактивне дослідницько-орієнтоване навчання.

Практичні приклади, наведені в розділі, демонструють, що IoT суттєво розширює спектр можливостей фізичних експериментів. Наприклад, сенсори

температури, вологості, освітленості, прискорення чи магнітного поля можуть бути використані для моделювання різноманітних фізичних процесів — від механічного руху до електромагнетизму та теплопередачі. Однією з ключових переваг IoT-експериментів є їхня доступність і варіативність: вони можуть виконуватись як у класичній лабораторії, так і в позакласних умовах. Це сприяє розширенню освітнього простору та підсилює міждисциплінарний характер завдань. Крім того, можливість мережевої інтеграції IoT забезпечує спільний доступ до даних, відкриваючи перспективи для групових проєктів, колективного аналізу результатів і розвитку комунікативних навичок.

Підводячи підсумки, можна стверджувати, що впровадження IoT у навчання фізики відповідає актуальним тенденціям STEM-освіти та сприяє формуванню в учнів ключових компетентностей, таких як інформаційно-цифрова грамотність, математичні здібності, природничо-наукові знання, інженерний творчий підхід і володіння технологіями. Інтеграція цих інновацій не лише стимулює зацікавленість учнів дисципліною, але й сприяє практикоорієнтованості навчального процесу, наближаючи його до реальних завдань науки і техніки.

Разом із широкими перспективами використання Інтернету речей (IoT) у навчальному середовищі, його впровадження у шкільну освіту потребує врахування цілої низки важливих організаційних і технічних аспектів. Першочергово варто звернути увагу на доступність необхідного обладнання й технологій для навчальних закладів, що є ключовою умовою для забезпечення рівного доступу до інноваційних методик. Не менш важливим є рівень цифрової компетентності педагогічних працівників, адже їх здатність ефективно використовувати новітні інструменти суттєво впливає на якість освітнього процесу. Успішна інтеграція таких технологій також залежить від наявності сучасної цифрової інфраструктури в школах, включно зі швидким інтернетом і технічно обладнаними аудиторіями. Окрім того, варто врахувати готовність учнів долати виклики, пов'язані з роботою зі складними системами

збору й аналізу даних, оскільки це вимагає не лише базових цифрових навичок, а й розвитку аналітичного та критичного мислення.

Однак такі виклики, хоча й вагомі, можуть бути поступово подолані шляхом поетапного впровадження цифрових рішень у навчання. Досягти цього можна завдяки розробці стратегій підвищення кваліфікації педагогів через організацію спеціалізованих тренінгів та курсів. Водночас необхідно створювати адаптовані методичні рекомендації, які враховуватимуть унікальні особливості українських освітніх реалій та стан матеріально-технічної бази навчальних закладів.

У підсумку аналіз другого розділу демонструє, що використання IoT у викладанні фізики є надзвичайно перспективним кроком до модернізації шкільного навчання. Цей методологічний підхід гармонійно поєднує в собі традиційні експериментальні підходи з потенціалом сучасних технічних досягнень. Інтеграція IoT дозволяє створювати навчальне середовище, яке є більш динамічним, інноваційним та науково обґрунтованим. У такому середовищі учні не лише отримують ґрунтовні знання з фізики, але й розвивають універсальні компетентності, необхідні для задоволення вимог цифрового суспільства. Цей підхід сприяє формуванню висококваліфікованих випускників, здатних адаптуватися до швидко змінюваних технологічних умов сучасного життя.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІОТ У НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

3.1. Проведення педагогічного експерименту

У межах цього дослідження проведено педагогічний експеримент, метою якого було оцінити ефективність впровадження технологій інтернету речей у навчальний процес із фізики. Застосування ІоТ у школах розглядається як перспективний напрям модернізації освітньої діяльності, адже ці технології надають можливість працювати з реальними даними, проводити вимірювання в режимі реального часу, аналізувати фізичні явища на основі точних показників і посилювати практичну складову навчання. Інтеграція таких технологій є актуальною через необхідність формування дослідницьких компетентностей у школярів, що відповідає вимогам сучасної освіти. У зв'язку з цим експеримент не лише досліджував зміни в рівні знань, а й оцінював здатність учнів використовувати інноваційне обладнання, застосовувати теоретичні знання на практиці, працювати з цифровими даними та робити науково обґрунтовані висновки.

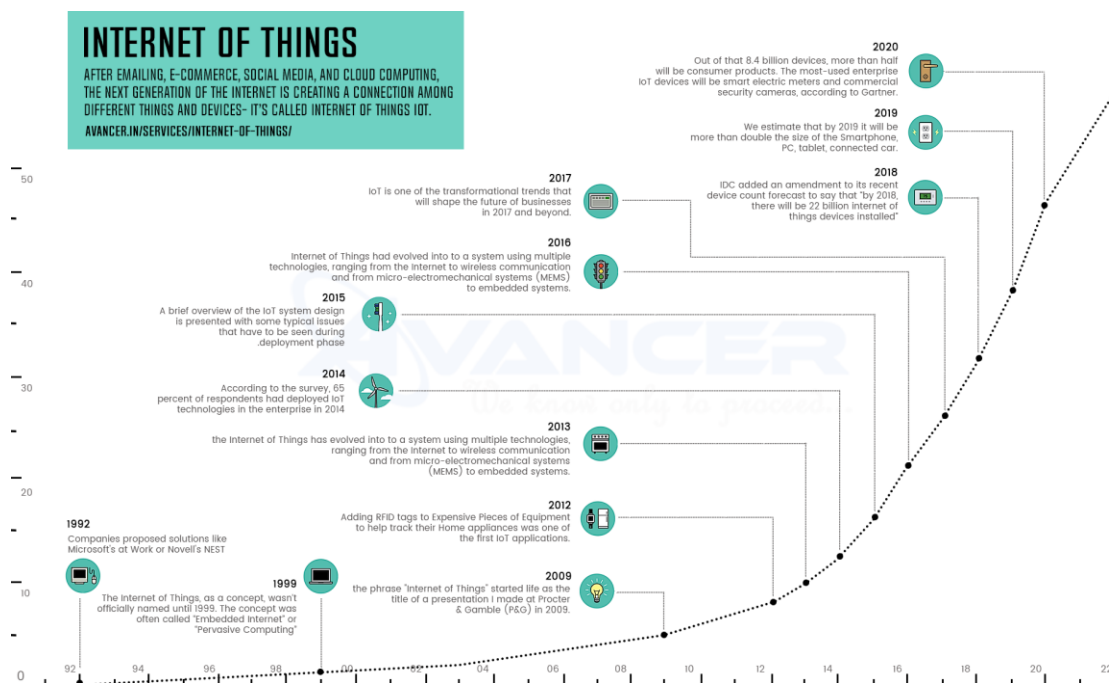


Рис 3.1. Інтернет захопить світ [7]

Експеримент проводився у закладі загальної середньої освіти серед учнів, які вивчають розділи фізики, пов'язані з вимірюваннями, тепловими явищами,

механічними процесами та електричними величинами. До участі були залучені дві групи учнів із подібними показниками за кількістю, віком, середньою успішністю та загальним рівнем підготовленості. Учні експериментальної групи навчались із використанням технологій IoT, тоді як у контрольній групі застосовувались традиційні методики. Такий підхід дозволив порівняти результати обох способів навчання й оцінити вплив IoT на розвиток компетентностей школярів.

Перед стартом основного впливу проведено констатувальний етап, спрямований на визначення базового рівня знань і практичних навичок учнів. Для цього застосовувалися вступне тестування з ключових тем шкільного курсу фізики та кілька традиційних лабораторних робіт для оцінки навичок користування вимірювальними приладами, проведення обчислень і тлумачення отриманих результатів. Крім того, учні заповнювали анкети для з'ясування їхнього ставлення до експериментальної діяльності, інтересу до сучасних технологій і готовності працювати з цифровими пристроями та сенсорами. Спостереження за виконанням завдань допомогло зрозуміти, наскільки вони вміють планувати дослідження, організовувати роботу в команді, формувати гіпотези й робити висновки.

Результати на початковому етапі показали, що більшість учнів мали лише загальні теоретичні знання та недостатньо розвинені практичні уміння. Вони могли пояснити основні закономірності фізики, але відчували труднощі зі створенням графіків, аналізом залежностей і поясненням розбіжностей у результатах вимірювань. Хоча значна частина учнів цікавилась сучасними технологіями, досвід роботи з датчиками, мікроконтролерами й цифровими платформами залишався мінімальним. Це створило сприятливі умови для впровадження IoT-технологій як засобу посилення практичної спрямованості занять.

На формувальному етапі активно використовувалися технології Інтернету речей у процесі навчання фізики. Школярі експериментальної групи працювали із сенсорами температури, тиску, вологості, освітленості та руху, з'єднаними з

мікроконтролерами Arduino або ESP32. Зібрані дані передавалися через Wi-Fi модулі на онлайн-платформи й відображалися у вигляді графіків, що демонстрували динаміку процесів. Такий підхід дозволяв не лише ознайомитися з окремими вимірюваннями, а й аналізувати їх у контексті розвитку явищ.

Лабораторні роботи, проведені із залученням технологій IoT, суттєво відрізнялися від традиційних не лише змістом, а й можливостями, які вони відкривали для учнів. Завдяки цим інноваціям школярі отримали змогу в режимі реального часу спостерігати процеси, які раніше вони могли уявляти лише теоретично. Наприклад, учні фіксували зміну температури при нагріванні або охолодженні тіл, спостерігали коливання тиску при відкритті дверей у приміщенні чи аналізували, як зі зростанням відстані до джерела світла поступово зменшується освітленість. Замість традиційного використання готових таблиць із даними вони самостійно збирали початкову інформацію, обробляли її, аналізували та візуалізували у вигляді графіків. Така активна форма участі сприяла розвитку критичного мислення та навичок роботи з реальними числовими засадами.

Значний акцент було зроблено і на міні-дослідженнях, які стали важливою частиною формувального етапу навчання. Ці дослідження виконувалися як індивідуально, так і групами, даючи учням простір для творчості та самостійності. Теми для проєктів обиралися з низки актуальних і зрозумілих завдань, серед яких були: спостереження зміни температури протягом доби, аналіз рівня освітленості в різних зонах класу, визначення змін вологості залежно від кількості людей у кімнаті чи вивчення коливальних рухів за допомогою сенсора руху. У процесі виконання робіт школярі ставили собі конкретну мету, визначали методологію дослідження, формували гіпотези, проводили вимірювання й опрацьовували дані. Окрім цього, вони вчилися робити аргументовані висновки на основі результатів своїх спостережень. Застосування IoT-технологій значно підвищувало мотивацію учнів, адже на

виході вони отримували практичний результат своєї діяльності, а не абстрактні приклади.

На завершальному етапі проєкту було здійснено контрольне оцінювання знань і сформованих практичних навичок учнів. Обидві групи – експериментальна та контрольна – отримали однаковий набір завдань: тестові питання, лабораторні роботи і ситуаційні задачі, які вимагали аналізу та інтерпретації даних. Порівняння результатів продемонструвало помітне зростання показників у експериментальній групі порівняно з контрольною. Учні, які працювали з IoT-пристроями, виявили кращі здібності до побудови графіків, визнання зв'язків між фізичними величинами, пояснення експериментальних даних і формулювання загальних висновків. Крім технічних умінь, вони також показали високу зацікавленість у дослідницькій діяльності та готовність застосовувати здобуті знання для вирішення практичних завдань [15].

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що інтеграція IoT-технологій у навчальний процес фізики є дієвим засобом підвищення його якості. Використання Інтернету речей не лише сприяє поглибленню розуміння теоретичного матеріалу, але й розвиває важливі практичні, дослідницькі та цифрові компетенції. Саме ці навички мають велике значення для сучасної молоді, яка готується до викликів майбутнього. Проведений експеримент довів доцільність та перспективність подальшого розширення застосування цифрових технологій у системі шкільної фізики, що відкриває нові горизонти для вдосконалення освітнього процесу загалом.

Педагогічний експеримент проводився серед учнів 7 класу загальноосвітньої школи з метою оцінки ефективності впровадження технологій Інтернету речей (IoT) у навчальному процесі з фізики. У дослідженні брали участь дві групи: експериментальна, що складалася з 16 учнів і використовувала IoT-пристрої під час навчання, та контрольна, яка складалася з 15 учнів і навчалася за традиційними методиками. Основними завданнями дослідження було визначення впливу використання IoT на якість

засвоєння фізичних понять, розвиток практичних навичок і формування у школярів дослідницької компетентності. Експеримент тривав один семестр і охоплював теми механічного руху, теплових явищ та електричного струму.

На початковому етапі проводилася діагностика рівня знань та вмінь учнів обох груп за допомогою вхідного тестування, лабораторних робіт, спостережень за виконанням практичних завдань, а також анкетування для оцінки мотивації до навчання та експериментальної діяльності. Початкові результати показали, що більшість учнів володіли базовим теоретичним матеріалом, проте їхні практичні навички, зокрема обробка експериментальних даних і побудова графіків, були недостатньо розвиненими. Виявлено також слабку здатність до аналітичного осмислення результатів спостережень і вимірювань.

На основному етапі експериментальна група виконувала лабораторні і практичні завдання із залученням IoT-пристроїв. Використовувалися датчики температури, освітленості та руху, підключені до мікроконтролерів Arduino, які автоматично передавали отримані дані на планшети чи комп'ютери для подальшого аналізу в реальному часі. Школярі проводили вимірювання, будували графіки залежностей фізичних величин, аналізували результати та робили висновки. Лабораторні роботи охоплювали дослідження зміни температури під час нагрівання й охолодження тіл, аналіз залежності швидкості руху від часу і вивчення електричного струму в різних умовах. Виконання завдань як індивідуально, так і колективно сприяло формуванню співпраці, комунікативних навичок і уміння працювати в команді.

Контрольна група виконувала аналогічні завдання традиційними методами з використанням класичних вимірювальних приладів, таких як термометри, амперметри та секундоміри. Дані обробляли вручну, що потребувало більше часу і зменшувало мотивацію до аналізу. Крім того, традиційна методика не дозволяла учням спостерігати динаміку змін фізичних параметрів у реальному часі, що ускладнювало глибоку аналітичну обробку результатів [1].

Особлива увага приділялася розвитку аналітичного мислення та дослідницьких навичок учнів. Використання IoT-технологій дозволило школярам слідкувати за змінами фізичних величин у реальному часі, оцінювати точність вимірювань і аналізувати похибки експериментів. Це стимулювало їх до формулювання гіпотез, активного обговорення результатів і підвищувало рівень зацікавленості у навчальному матеріалі. Учні експериментальної групи демонстрували високу залученість і самостійність: вони ставили уточнювальні питання, брали участь у дискусіях та активно використовували нові знання на практиці.

Для оцінювання ефективності проведеного експерименту було застосовано всебічне підсумкове тестування, яке включало декілька важливих компонентів, таких як: виконання тестових завдань на перевірку розуміння теоретичних понять, оцінювання виконаних лабораторних робіт і практичних завдань. Крім того, додатково здійснювалося спостереження за рівнем мотивації та активністю учнів у ході навчального процесу. Зібрані результати дозволили провести докладне порівняння між групами за такими критеріями, як глибина засвоєння навчального матеріалу, точність виконання лабораторних експериментів, розвиток аналітичних здібностей та ступінь зацікавленості учнів у процесі навчання.

У ході експерименту було виявлено, що учні експериментальної групи демонстрували значно вищий рівень залученості до освітнього процесу. Вони показували більш точні результати у вимірюваннях, краще орієнтувалися у швидкій обробці та аналізі отриманих даних, а також активно брали участь у дискусіях і формулюванні висновків. Інтеграція IoT-технологій відіграла важливу роль у розвитку інформаційно-цифрових компетентностей школярів, сприяла формуванню навичок практичної роботи з сучасними інноваційними приладами й забезпечила підвищення загальної ефективності навчання фізики в умовах сучасної школи.

Заклучний етап експерименту зосереджувався на узагальненні та аналізі досягнутих результатів. Проводилося докладне порівняння навчальних

досягнень контрольної та експериментальної груп із метою вивчення ефективності використання технологій Інтернету речей у навчальному процесі. Особливу увагу було приділено оцінюванню рівня сформованості практичних умінь, дослідницьких компетентностей та мотивації учнів до навчання. Отримані результати педагогічного експерименту підтвердили доцільність і ефективність впровадження IoT-технологій у процес викладання фізики. Завдяки їм вдалося суттєво покращити якість освітнього процесу і розвинути ключові компетентності учнів 7 класу, які мають вирішальне значення для їхнього подальшого навчання та успіху [4].

3.2. Аналіз результатів і узагальнення

Після завершення педагогічного експерименту в цьому класі було здійснено детальний аналіз його результатів з метою оцінити ефективність впровадження технології IoT у навчальному процесі, зокрема під час вивчення фізики. Дослідження охоплювало три ключові розділи: механічний рух, теплові явища та електричний струм. Учасниками експерименту стали дві групи учнів: експериментальна група, що складалася з 16 учнів, навчання яких велося із застосуванням пристроїв IoT, та контрольна група у кількості 15 учнів, які опановували матеріал традиційними методами. Для об'єктивної оцінки успішності навчання були використані різноманітні інструменти: тестування, виконання лабораторних і практичних робіт, спостереження за пізнавальною активністю учнів, а також анкетування для вивчення рівня їхньої мотивації.

Під час вивчення теми «Механічний рух» учні експериментальної групи використовували сучасні технологічні засоби, такі як датчики руху та акселерометри, підключені до платформи Arduino. Ці прилади передавали дані у цифровому вигляді на планшети, що дозволяло учням негайно будувати графіки залежностей швидкості та прискорення від часу. Така робота сприяла не лише візуалізації результатів, а й швидкому виявленню помилок у вимірюваннях. Школярі могли обговорювати похибки вимірювань і співставляти результати різних дослідів, що поглиблювало їхнє розуміння теми. Водночас учні контрольної групи виконували подібні завдання, використовуючи традиційні інструменти: секундоміри та рулетки. Це значно ускладнювало отримання точних даних, збільшувало тривалість роботи та обмежувало можливість детального аналізу. Різниця в розв'язанні завдань була помітною як у якісному аналізі отриманих результатів, так і в середніх оцінках за лабораторні роботи.

При вивченні теми "Теплові явища" експериментальна група працювала з датчиками температури та вологості, що дало їм змогу спостерігати зміну температури нагрітих або охолоджених тіл у реальному часі. Це дозволяло оцінити залежність швидкості теплового обміну від матеріалу тіла чи площі

його поверхні. Учні створювали графіки температурних змін від часу, визначали середню швидкість нагрівання й аналізували отримані результати для різних об'єктів. Таке застосування IoT технологій значно розширювало можливості для аналізу фізичних явищ. У той же час контрольна група виконувала аналогічну роботу, користуючись виключно термометрами і здійснюючи запис даних вручну, що суттєво знижувало точність вимірювань і обмежувало рівень деталізації висновків.

В рамках вивчення теми "Електричний струм" учні експериментальної групи використовували датчики струму та напруги для визначення залежності сили струму від опору в електричних ланцюгах. Завдяки IoT пристроям результати вимірювань фіксувалися автоматично у цифровому форматі, що давало змогу побудувати точні графіки залежностей і зробити висновки значно швидше. Контрольна ж група виконувала аналогічні завдання за допомогою амперметрів і вольтметрів, однак процес вимірювань і наступна обробка даних займали більше часу, а отримані результати часто мали нижчу точність. Такий підхід вимагав додаткових зусиль і часу на проведення самостійного аналізу.

Для наочного порівняння успішності обох груп наведено результати підсумкового тестування та лабораторних робіт (12-бальна шкала):

Таблиця 3.1 Успішність обох груп

Група	Вхідне тестування	Підсумкове тестування	Лабораторні роботи	Практичні завдання
Контрольна (15 учнів)	6,2	7,8	6,5	7,2
Експериментальна (16 учнів)	6,1	10,3	10,0	10,5

Як засвідчує таблиця, експериментальна група показала суттєве покращення результатів у всіх видах діяльності. Середній бал підсумкового тестування зріс на 4,2 бали, тоді як у контрольній групі – лише на 1,6. Схожа динаміка спостерігалася під час виконання лабораторних і практичних завдань, що вказує на вищий рівень розвитку практичних умінь і аналітичних здібностей.

Додатково проводилося анкетування з метою оцінки розвитку дослідницьких навичок та мотивації учнів. Наведені результати демонструють відсоток учнів, які досягли високого рівня дослідницьких компетенцій.

Таблиця 3.2. Учні, які досягли рівня дослідницьких компетенцій

Група	Початковий рівень	Підсумковий рівень
Контрольна	20%	30%
Експериментальна	19%	75%

Різниця свідчить про те, що впровадження технологій IoT значно підвищує залученість учнів до навчального процесу, сприяє розвитку їхньої здатності аналізувати дані, формулювати питання та робити обґрунтовані висновки. Учасники експериментальної групи активно обговорювали похибки вимірювань, пропонували шляхи покращення експерименту та порівнювали результати різних спроб, що сприяло формуванню критичного мислення та навичок самостійної роботи.

Особливо важливо відзначити вплив IoT на розвиток інформаційно-цифрових компетенцій. Учні опанували навички роботи із цифровими графіками, інтерфейсами сенсорів та онлайн-таблицями, що додатково підвищило ефективність процесу навчання. Взаємодія з сучасними технологіями стимулювала їхню самостійність у виконанні завдань, відповідальність за отримані результати та сприяла розвитку командної роботи у групових проектах.

Аналізуючи рівень мотивації, результати опитування показали, що 85% учнів експериментальної групи підтвердили збільшення інтересу до фізики, більш активну участь у дослідженнях та прагнення проводити додаткові самостійні експерименти. У контрольній групі лише 45% учнів вказали на подібні позитивні зміни. Ці дані свідчать про те, що інтеграція IoT у навчальний процес помітно підвищує рівень пізнавальної активності.

Підсумовуючи результати, можна виділити кілька ключових досягнень: зростання рівня знань і практичних умінь у межах експериментальної групи, формування дослідницьких навичок і критичного мислення, підвищення мотивації та інтересу учнів до навчання, розвиток інформаційно-цифрових

компетенцій, більш висока точність і результативність проведення експериментів.

Таким чином, використання IoT у навчанні фізики продемонструвало високу ефективність як інструмент не лише для покращення засвоєння матеріалу, а й для формування ключових компетенцій XXI століття. Подальший розвиток і впровадження IoT у шкільні програми з фізики є обґрунтованим і перспективним напрямом. Це дозволяє ефективно поєднувати практичні та цифрові методи навчання, стимулює пізнавальну активність і формує компетентних, самостійних учнів.

Висновки до РОЗДІЛУ 3

Результати проведеного педагогічного експерименту демонструють яскраву успішність використання технологій Інтернету речей (Internet of Things, IoT) у навчальному процесі, зокрема при викладанні фізики для учнів 7-х класів середньої школи. Дослідження показало, що інтеграція IoT-пристроїв у навчальний процес сприяє не тільки значному покращенню рівня засвоєння учнями фундаментальних теоретичних знань, але й забезпечує суттєвий прогрес у формуванні практичних навичок і дослідницьких компетентностей. Ці показники значно перевищують результати, досягнуті за умов використання традиційних методик викладання.

Поглиблений аналіз результатів експериментальної групи переконливо підтверджує істотне поліпшення навчальних досягнень. Учні цієї групи отримували значно вищі середні бали за підсумковими тестами, успішне виконання лабораторних робіт і практичних завдань. Це свідчить про помітне зростання якості навчального процесу. До того ж учасники групи проявляли більш високу точність під час виконання вимірювань, демонстрували вдосконалені аналітичні здібності у розробці графіків і детальному аналізі отриманих даних, а також здійснювали обґрунтовані висновки з отриманих результатів. Активність учнів під час дискусій і обговорення наукових даних стала помітною рисою їхньої поведінки, що вказує на значне зростання зацікавленості до предмета і залученість у процес пізнавальної діяльності.

Особливу увагу необхідно приділити позитивному впливу IoT-технологій на розвиток дослідницьких та аналітичних здібностей школярів. Використання таких сучасних пристроїв, як сенсори для вимірювання температури, руху та рівня освітленості, разом із можливістю автоматизованої обробки даних і побудови графічного представлення результатів стимулювали формування самостійності мислення, розвитку критичного аналізу, ініціативності та підвищеного пізнавального інтересу. Результати анкетування учнів засвідчили чітке збільшення мотивації до вивчення фізики серед учасників

експериментальної групи у порівнянні з їхніми однолітками із контрольної групи.

Експеримент наочно довів, що інтеграція Інтернету речей у навчальну діяльність сприяє значному розвитку сучасних ключових компетентностей ХХІ століття, серед яких варто виділити інформаційно-цифрові здібності, дослідницький підхід до навчання, комунікативну майстерність та практичні навички. Застосування даних технологій дозволяє урокам фізики стати більш наочними, динамічними й інтерактивними, що суттєво підвищує інтерес і доступність предмета для школярів. Такий підхід позитивно впливає як на професійний розвиток навичок учнів, так і на формування важливих життєвих компетентностей.

Усе це дає змогу впевнено стверджувати про доцільність та високу ефективність впровадження IoT-технологій у процес навчання фізики. Цей інноваційний інструмент має вагомий потенціал для широкого застосування в освітній практиці, а також для включення його у програму шкільного курсу фізики з метою підвищення загальної якості навчання і сприяння розвитку компетентностей нового покоління учнів.

ВИСНОВКИ

У рамках виконаного дослідження було здійснено глибокий аналіз теоретичних засад, методичних підходів та практичних результатів інтеграції технологій Інтернету речей (IoT) у процес навчання фізики в школах. IoT-технології оцінено як прогресивний освітній інструмент, що має здатність суттєво трансформувати зміст предмету, форми його викладання, а також підходи до організації навчальної діяльності. Їх впровадження сприяє популяризації дослідницьких методів навчання, посиленню прикладного компоненту дисципліни та стимулюванню інтересу школярів до опанування фізичних знань.

Теоретична частина дослідження підтвердила високий потенціал технологій IoT у модернізації освітньої системи як одного з ключових сегментів цифрової трансформації. Основними можливостями використання IoT є дистанційний збір, зберігання та обробка інформації, моніторинг фізичних явищ у режимі реального часу, автоматизоване виконання вимірювань і побудова інтерактивного середовища для навчання. Завдяки застосуванню IoT-пристроїв під час вивчення фізики створюються умови для отримання більш точних експериментальних даних, розширення спектра демонстраційних дослідів, підвищення їх наочності та доступності. Ще важливішим є те, що учні знайомляться з інструментами та підходами, які використовуються в сучасній інженерній та науковій практиці. Це сприяє розвитку навичок XXI століття, таких як критичне мислення, творчість, технологічна грамотність і аналітичні здібності.

Методичний аналіз використання IoT у навчанні включав акцент на розробку структурованих завдань і адаптацію навчального процесу до інтеграції цифрових технологій. У дослідженні подано рекомендації з використання сенсорів, мікроконтролерів і хмарних платформ для організації лабораторних робіт та створення дослідницьких проєктів. Такий підхід дозволяє перейти від традиційно репродуктивної моделі навчання до діяльнісного підходу. Це передбачає залучення учнів до активного пошуку

рішень та формулювання заново винайдених питань, аналізу отриманих даних й обґрунтування висновків. Унаслідок такої роботи школярі здобувають самостійний досвід у проєктуванні експериментів: вони створюють гіпотези, збирають параметризовані дані та виконують їх інтерпретацію в цифровому форматі.

Практична частина дослідження була зосереджена на проведенні педагогічного експерименту для оцінки ефективності застосування IoT у викладанні фізики. Протягом формувального етапу експериментальний клас використовував технологічні пристрої IoT у рамках лабораторних робіт та дослідницької діяльності. Учні працювали з датчиками для вимірювання таких показників, як температура, освітленість, прискорення, магнітне поле та інші фізичні параметри. Зібрані дані передавалися на комп'ютери чи смартфони для їхнього подальшого аналізу за допомогою спеціального програмного забезпечення. Контрольна група навчалася за традиційною методикою з використанням стандартного обладнання.

Результати порівняльного аналізу чітко показали, що учні експериментального класу продемонстрували значно вищі результати у формуванні практичних навичок та поглибленому розумінні фізичних явищ. Особливо важливо відзначити помітне зростання рівня зацікавленості до предмета, підвищення мотивації до навчання та суттєве покращення аналітичних здібностей школярів, включно зі здатністю інтерпретувати й аналізувати цифрові дані. Відзначено, що діти оволоділи навичками планування наукових експериментів, краще засвоїли взаємозв'язок між причинами та наслідками фізичних явищ і активно шукали нестандартні шляхи розв'язання складних навчальних завдань. Впроваджені IoT-сенсори допомогли перенести увагу учнів з технічних аспектів процедури вимірювання безпосередньо на сутність фізичних процесів, що сприяло глибшому усвідомленню досліджуваних питань.

Результати дослідження ще раз наголошують на перспективності використання технологій Інтернету речей у модернізації шкільної фізичної

освіти. При відповідному методичному супроводі та високому рівні технічного забезпечення ці технології стають ефективними інструментами для підвищення якості навчання. IoT-технології відіграють важливу роль у покращенні доступності, візуалізації, інтерактивності навчального процесу, а також додають практичної орієнтації освітньому середовищу. Вони створюють новий формат навчання, який відповідає сучасним вимогам STEM-освіти, формуючи в учнів компетенції, необхідні для успішної адаптації та професійного розвитку в умовах цифрового суспільства.

Таким чином, результати проведеного дослідження підтвердили висловлену гіпотезу: впровадження технологій Інтернету речей має позитивний вплив на якість навчання фізики. Використання таких інноваційних рішень сприяє більш активному формуванню дослідницьких навичок у школярів, підвищує їхню інтелектуальну активність, покращує загальні навчальні результати та стимулює інтерес до фізичних дисциплін.

Подальші дослідження в цій галузі можуть охоплювати широкий спектр перспектив. Серед пріоритетних напрямків варто виділити розробку інноваційних цифрових методичних матеріалів, впровадження інтегрованих STEM-проектів у навчальний процес, розширення спектру IoT-інструментів, а також проведення глибшого аналізу їхнього впливу на розвиток ключових компетентностей серед представників різних вікових груп учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abramov B. O., Lytvyn O. S. Методичні аспекти викладання дисциплін напрямку Інтернет речей. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2018. Т. 1, № 1. С. 73–85.
2. Балик Н. Р., Барна О. В., Шмигер Г. П. Впровадження STEM-освіти у педагогічному університеті. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: збірник тез за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної Інтернетконференції з міжнародною участю. Тернопіль, 9–10 листопада 2017 р. Тернопіль, 2017. № 1. С. 11–15.
3. Жабєєв Г. В. Методика використання інтернет-ресурсів у процесі профільного навчання фізики. 2009.
4. Жосан О. Е. Педагогічний експеримент. Навчально-методичний посібник. Кіровоград: Видавництво КОІППО ім. В. Сухомлинського, 2008. 72 с.
5. Жук Ю. О. та ін. Використання Інтернет технологій для дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики. 2014.
6. Інтернет-ресурс. Internet речей. Конспекти учня для 7 класу. URL: <https://informatik.pp.ua/uroky/7-klas/konspekty-uchnia/internet-rechei/>.
7. Інтернет-ресурс. Балик Н. Р., Барна О. В., Шмигер Г. П. Впровадження STEM-освіти у педагогічному університеті. URL: <http://edu.asu.in.ua/mod/book/view.php?id=112&chapterid=228>.
8. Інтернет-ресурс. Інтернет речей: перспективи розвитку та можливості використання. URL: <https://duikt.edu.ua/ua/news-1-0-11324-internet-rechey-perspektivi-rozvitku-ta-mozhливosti-vikoristannya>.
9. Нашинець-Наумова А. Інтернет речей: реалії сьогодення. І-73 Інтернет речей: проблеми правового регулювання та впровадження. 2019. С. 32.
10. Олексюк В. П. Методичні основи застосування навчальних мережних комплексів у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики. Автореферат дисертації кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2007. 20 с.

11.Олещенко Л. М., Хічко Я. В. Програмування пристроїв Інтернету речей: лабораторний практикум. Навчальний посібник для студентів спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 47 с.

12.Оникієнко Ю. О., Титаренко О. О. Технічні засоби Інтернету речей. Лабораторний практикум. 2020.

13.Хорошун Ю. Використання сучасних освітніх технологій на уроках фізики. Студентський науковий вісник. Випуск № 36, 2015. С. 138.

14.Шакуров Є. О. Поняття «Інтернет речей», способи застосування та технології побудови «Інтернету речей». Наумовські читання : збірник тез доповіді учасників XX Всеукраїнської науково-методичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, присвяченої 300-річчю з дня народження Г. С. Сковороди. Харків, 3–4 листопада 2022 р. С. 191–193.

15.Шелевер О. В. Технології Інтернет речей в сучасній освіті: перспективи, особливості. 2022.

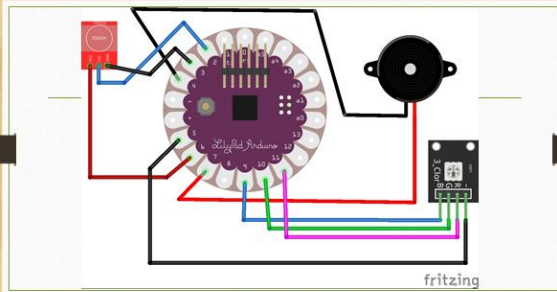
16.Щибренко С. А. Новітні технології Інтернет речей як предиктор майбутнього освітнього процесу. The 2nd International scientific and practical conference “Current trends in scientific research development”. Boston, USA: BoScience Publisher, 2024. 414 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

STEM-проект «TimeBeat»

Проект TimeBeat



Актуальність проекту

- Актуальність проекту полягає у створенні компактного тренажера для когнітивних навичок. На відміну від класичних ігор типу "Simon", які тренують лише послідовну пам'ять (порядок кольорів), цей проект фокусується на ритмічній пам'яті та часі реакції.
- Він є чудовим навчальним пристроєм, що поєднує:
- Обробку вводу: Робота з сенсором/матрицею.
- Апаратні переривання: Ефективне реагування на натискання без затримок та пробудження мікроконтролера.
- Керування станом: Чітка логіка гри, реалізована через зміну mode (очікування, генерація, гра).
- Енергозбереження: Критично важливий аспект для будь-яких портативних пристроїв, що працюють від батарей.

Стислий опис проекту

Цей проект є електронною грою на пам'ять та реакцію "Повтори ритм". Пристрій генерує випадкову послідовність світлових (символів) та звукових сигналів, а завдання гравця — відтворити цю послідовність, натискаючи на сенсор (або кнопку) і дотримуючись точних часових інтервалів між натисканнями.

Ключові особливості:

- Генерація ритму: Пристрій створює послідовність з випадковою кількістю сигналів (за замовчуванням від 3 до 6). Часові проміжки між сигналами також обираються випадково і поперемично заданого навісному.
- Ігровий процес: Гравець повинен відтворити ритм між натисканнями. Система перевіряє, чи потрапляє час реакції гравця у визначений "допуск" навколо оригінальної пачки.
- Зворотний зв'язок:
 - Успіх: Правильне відтворення всієї послідовності винагороджується потрійною звуковою сигналізацією.
 - Помилка: Якщо гравець натискає заздалегідь або заздалегідь повільно, ритм протриває, про що сигналізує червоний світлодіод.
 - Висхідність: Якщо гравець не починає вводити послідовність протягом 5 секунд, гра також вважається програшою.

Практичне значення проекту

Практична цінність проекту полягає у його завершеності та гнучкості — це готовий до відтворення пристрій, який можна легко модифікувати.

- Освітня платформа: Це ідеальний проект для тих, хто вивчає Arduino. Він демонструє, як об'єднати сенсори, вивідні механізми (LED, зумер), керування живленням та логіку в одному компактному скетчі.
- Електронна іграшка: Проект можна легко зібрати у вигляді самостійного гаджета — "мозкового тренажера" або іграшки-антистрес.
- Інструмент для реабілітації: У ширшому контексті, механіка гри може бути адаптована для розробки пристроїв для тренування часу реакції та дрібної моторики у терапевтичних цілях.
- Модуль керування: Базова логіка "розпізнавання ритму" може бути використана в інших проєктах, наприклад, для створення "секретного стуку" для замка або як незвичайний спосіб введення команд.

ДЯКУЄМО ЗА УВАГУ!

Виконував Гнатишин Олександр, учень 9-А класу класу Бережанського ліцею ім. Б.Лепкого Тернопільської обласної ради

Керівник: Стефанюк Ярослав Олегович, вчитель інформатики, технологій та робототехніки Бережанського ліцею ім. Б.Лепкого

Місце презентування: фестиваль STEM-проектів у ТОКІППО (11 листопада 2025 р.)

STEM-проект «JoyStick Arm»

Проект
«JoyStick Arm»

1

2

Актуальність проекту

Актуальність цього проекту полягає у створенні інтуїтивного та доступного інтерфейсу для керування роботизованими механізмами. Замість складних програмних інтерфейсів, джойстик пропонує пряме "фізичне" керування, що є критично важливим у багатьох сферах.

3

Стислий опис проекту

Цей проект реалізує систему ручного керування трьома сервоприводами за допомогою аналогового джойстика з кнопкою.

- Осі X та Y: Положення джойстика по осях X та Y зчитуються та перетворюються у кути повороту для сервоприводів. Система має гнучкі налаштування для калібрування діапазону рухів та інверсії осей.
- Вісь Z: Третій сервопривід виконує роль "ефектора" (наприклад, підіймає/опускає перо). Його положення керується натисканнями кнопки джойстика. Кожне натискання перемикає цільове положення осі Z між двома попередньо заданими точками: "вгору" та "вниз".
- Плавність: Переміщення по осі Z відбувається плавно, а не миттєво. Код поступово змінює поточне положення сервоприводу до цільового з визначеною швидкістю, що забезпечує більш охайний рух механізму.
- Зворотний зв'язок: Проект виводить поточні значення з джойстика, розраховані кути та стан осі Z у послідовний порт для моніторингу та налагодження.

4

Практичне значення проекту

- Практична цінність проекту полягає у його готовності до застосування як модуля керування для широкого спектра DIY-пристроїв.
- На основі цього коду можна безпосередньо створити:
- **Настільний плоттер:** Як прямо вказано у код, механізм може малювати або писати, використовуючи вісь Z для підйому та опускання інструмента (ручки, маркера).
- **Простий роботизований маніпулятор:** Для виконання завдань "взяти та покласти", де осі X/Y відповідають за позиціювання, а вісь Z — за захват або підйом об'єкта.
- **Систему керування камерою:** Для ручного панорування (X) та нахилу (Y) камери, з можливістю перемикання режимів (Z) кнопкою.
- **Інтерактивний стенд або ігровий контролер:** Може слугувати основою для фізичних ігор або демонстраційних стендів, де користувач взаємодіє з механічними об'єктами.
- Гнучкі налаштування калібрування дозволяють легко адаптувати цей код під різні конструкції механізмів з різними робочими діапазонами.

5

Виконував Моспаненко Плато, учень 9-А класу класу Бережанського ліцею ім.

Б.Лепкого Тернопільської обласної ради

Керівник: Стефанюк Ярослав Олегович, вчитель інформатики, технологій та робототехніки Бережанського ліцею ім. Б.Лепкого

Місце презентування: фестиваль STEM-проектів у ТОКІППО (11 листопада 2025 р.)