

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

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

**Кваліфікаційна робота
МЕТОДИКА РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-КУРСУ З
РОБОТОТЕХНІКИ ДЛЯ УЧНІВ 5 КЛАСУ
Спеціальність: 014 Середня освіта**

**Освітня програма
«Середня освіта (Інформатика, математика, STEM-освіта)»**

**Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Лисик Ірини Романівної**

**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат педагогічних наук, доцент
Балик Надія Романівна**

**РЕЦЕНЗЕНТ:
Методист, В. О. завідувача Центру
інформатики, ІКТ і дистанційної
освіти ТОКІППО
Кривокульський Любомир
Євстахович**

Тернопіль – 2025

АНОТАЦІЯ

Лисик І. Р. Методика розроблення та впровадження STEM-курсу з робототехніки для учнів 5 класу. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014 Середня освіта ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025, 78 с.

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано та розроблено методику впровадження STEM-курсу для учнів 5-го класу на основі LEGO WeDo 2.0. Наукова новизна полягає у створенні змістово-структурного каркаса занять, що реалізує інваріантно-варіативний підхід у навчанні робототехніки відповідно до вимог НУШ. Ключовим результатом є освітній вебресурс «RoboBlock», що функціонує як методичний хаб для вчителя. Платформа містить уніфіковані каркаси уроків, покрокові інструкції та цифрові інструменти формувального оцінювання. Педагогічний експеримент підтвердив ефективність методики у формуванні інженерно-алгоритмічних компетентностей учнів та підвищенні професійної результативності вчителя.

Ключові слова: робототехніка, STEM-освіта, змістово-структурний каркас, вебресурс, методичний хаб, LEGO WeDo 2.0, НУШ.

ABSTRACT

Lysyk I. R. Methodology for developing and implementing a STEM course in robotics for 5th grade students. Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 014 Secondary Education at V. Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University. Ternopil, 2025, 78 p.

The thesis substantiates and develops a methodology for implementing a STEM course for 5th grade students based on LEGO WeDo 2.0. The scientific novelty lies in the creation of a content-structural framework for classes that implements an invariant-variable approach to teaching robotics in accordance with the requirements of the New Ukrainian School. The key result is the educational web resource “RoboBlock,” which functions as a methodological hub for teachers. The platform contains unified lesson frameworks, step-by-step instructions, and digital formative assessment tools. The pedagogical experiment confirmed the effectiveness of the methodology in developing students' engineering and algorithmic competencies and improving teachers' professional performance.

Keywords: robotics, STEM education, content and structural framework, web resource, methodological hub, LEGO WeDo 2.0, NUSH.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ	8
Розділ 1.1 Проєктно-конструкторська діяльність як дидактична основа STEM-освіти: сутність та функції	9
Розділ 1.2 Психолого-педагогічні основи розвитку формування технічно-інженерного мислення	12
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТОТЕХНІКИ ЯК ІНСТРУМЕНТ НАВЧАННЯ	16
Розділ 2.1 Огляд сучасних освітніх робототехнічних платформ	17
Розділ 2.2 Формування конструкторських навичок через освітню робототехніку	24
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ STEM-КУРСУ З РОБОТОТЕХНІКИ ДЛЯ УЧНІВ 5 КЛАСІВ.....	28
Розділ 3.1 Концепція створення освітнього Веб-ресурсу «RoboBlock»	28
Розділ 3.2 Структура та функціональне наповнення сайту	30
Розділ 3.3 Педагогічні та методичні принципи розробки.....	33
Розділ 3.4 Систематизація змісту курсу: Розроблення інваріантно-варіативного модуля	37
Розділ 3.5 Очікувані результати впровадження сайту	40
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОСВІТНЬОГО САЙТУ	42
Розділ 4.1 Мета, завдання та гіпотеза експерименту	42
Розділ 4.2 Організація дослідження, методи та критерії ефективності	43
Розділ 4.3 Аналіз та інтерпретація результатів експерименту	46
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54
ДОДАТКИ.....	59

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі, що швидко змінюється, інноваційні технології стають рушійною силою прогресу. А на сучасному етапі розвитку освіти дедалі більшого значення набуває формування в учнів ключових компетентностей, зокрема інженерного мислення, логіки, навичок аналізу, критичного мислення та вміння працювати в команді [3; 9; 27]. У цьому контексті важливу роль відіграє не тільки проєктно-конструкторська діяльність, яка дозволяє поєднувати теоретичні знання з практичним застосуванням [1; 21], а й інтеграція міжпредметних знань та практична діяльність, яка дозволяє поєднувати теоретичні знання з практичним застосуванням.

Однією з найбільш ефективних технологій для реалізації завдань STEM-освіти є освітня робототехніка [19; 20]. Вона не лише трансформує виробничі процеси, але й відкриває нові горизонти для розвитку освітніх методик, виступаючи потужним дидактичним інструментом [1; 21]. У контексті середньої школи, інтеграція робототехніки в навчальний процес стимулює системне мислення, креативність та інженерні здібності, сприяючи розвитку технічної творчості учнів [18; 43]. Особливо актуальним є впровадження робототехніки у 5 класі, коли в учнів активно формується мотивація до навчання та закладаються основи професійного самовизначення [14; 17].

Аналіз сучасних освітніх підходів та потреб ринку праці чітко вказує на необхідність розвитку проєктно-конструкторських навичок у школярів [1; 21]. Застосування технологій робототехніки у цьому контексті має низку вагомих переваг, наведений нижче:

- *Формування цілісного уявлення про процес створення:* Робототехніка дозволяє учням пройти повний цикл від ідеї до реалізації, включаючи проєктування, конструювання, програмування та тестування [17].
- *Розвиток критичного мислення та вирішення проблем:* Під час створення робототехнічних систем [1] учні стикаються з різними викликами, що вимагає від них аналізу ситуації, пошуку ефективних рішень та усунення несправностей [15; 19].

- *Стимулювання креативності та інновацій:* Робототехніка надає широке поле для експериментів та створення унікальних, нестандартних рішень [18; 35].
- *Розвиток навичок командної роботи:* Часто проекти з робототехніки виконуються в групах, що сприяє розвитку комунікативних навичок, розподілу ролей та взаємодії [14; 41].
- *Підвищення мотивації до навчання:* Практичний характер завдань з робототехніки робить навчання більш цікавим та захоплюючим, що значно підвищує зацікавленість учнів [22; 49].
- *Підготовка до майбутніх професій:* Навички, отримані під час роботи з робототехнікою, є цінними для широкого спектру професій у сфері інженерії, ІТ, автоматизації тощо [12; 14; 43].
- *Розвиток алгоритмічного мислення:* Програмування роботів вимагає чіткого розуміння послідовності дій та логічного планування, що розвиває алгоритмічне мислення [17; 39].
- *Застосування міжпредметних знань:* Робототехніка інтегрує знання з фізики, математики, інформатики, технологій, що сприяє цілісному сприйняттю навчального матеріалу [1; 43].

Ефективне впровадження STEM-курсу з робототехніки вимагає глибокого розуміння психолого-педагогічних засад навчання молодших підлітків та обґрунтування методики використання самих технологій робототехніки як інструменту навчання

Проблема дослідження полягає у суперечності між зростаючими вимогами до формування STEM-компетентностей та браком цілісної, теоретично обґрунтованої та експериментально перевіреної методики розроблення та впровадження STEM-курсу з робототехніки, адаптованого до вікових особливостей учнів 5 класу.

Метою даної наукової роботи є теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити методику розроблення й впровадження STEM-курсу з робототехніки для учнів 5 класу.

Об'єктом дослідження є процес навчання учнів основної школи з використанням елементів STEM- освіти (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

Предметом дослідження є методика розроблення та впровадження STEM-курсу з робототехніки для учнів 5 класу.

Відповідно до мети було визначено такі завдання:

- Проаналізувати психолого-педагогічні засади навчання молодших підлітків засобами STEM і робототехніки. (Це завдання реалізується у Розділі 1, де закладається теоретична база для методики.)
- Визначити структуру, зміст та педагогічні умови реалізації STEM-курсу з робототехніки для учнів 5 класу. (Це завдання вирішується у Розділі 2, де обґрунтовуються технології та методичні підходи.)
- Розробити змістово-структурний каркас STEM-курсу «RoboBlock» та розробити інструментарій його методичного супроводу
- Провести експериментальну перевірку ефективності розробленої методики.
- Оцінити вплив STEM-курсу на розвиток технічного мислення, пізнавальної активності та творчих компетентностей учнів.

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що: уточнено структуру інженерно-алгоритмічних компетентностей учнів 5 класу та критерії їх оцінювання в контексті STEM-освіти; обґрунтовано авторську методику, базисом якої є уніфікований змістово-структурний каркас занять, що реалізує інваріантно-варіативний підхід до навчання робототехніки; що вперше забезпечує гнучку диференціацію та індивідуалізацію навчання в робототехніці; створено та експериментально перевірено ефективність авторського освітнього вебресурсу «RoboBlock», який реалізує функцію уніфікованого методичного

середовища для вчителя і стандартизує подачу візуального супроводу та засобів формувального оцінювання

Отже, **теоретичне значення** виконаної магістерської роботи полягає в системному обґрунтуванні методики розроблення та впровадження STEM-курсу з робототехніки для учнів 5 класу, що охоплює уточнення психолого-педагогічних засад формування технічного мислення молодших підлітків та визначення оптимальних педагогічних умов для їхнього навчання.

Практична значущість полягає у розробці модульного каркасу STEM-курсу та створенні методичного хабу на базі вебресурсу «RoboBlock», що містить готові алгоритми, візуальні інструкції та цифрові інструменти оцінювання, готові до впровадження в освітній процес, забезпечуючи якість та глибину засвоєння інженерних принципів. Таким чином, результати дослідження стануть цінним джерелом для вчителів технологій, інформатики, адміністрацій та методистів, допомагаючи їм краще зрозуміти потенціал робототехніки як засобу розвитку ключових компетентностей учнів та обґрунтовано реалізувати найефективніші стратегії для формування технічного мислення та творчих здібностей школярів, враховуючи їхні вікові потреби та індивідуальні особливості.

РОЗДІЛ 1. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

Останні роки ознаменувалися значними змінами у підходах до інженерної освіти в усьому світі. Провідні заклади відходять від суто дедуктивних методів навчання, де студенти спочатку засвоюють теорію, а потім шукають шляхи її застосування. Натомість, дедалі більшого поширення набувають індуктивні методи навчання [29; 30].

Індуктивне навчання – це підхід, який розпочинається з практичних, автентичних, реальних проблем, спостережень або тематичних досліджень. Замість того, щоб подавати студентам готові факти та теорії, індуктивний метод створює потребу в цих знаннях. Учні або стикаються з необхідністю самостійно вивчити відповідну інформацію (факти, теорії, моделі, методології), або отримують її в контексті вирішення конкретного завдання.

Це принципово змінює навчальний процес, перетворюючи його на активний пошук, а не пасивне споживання інформації. Серед найпоширеніших моделей індуктивного навчання можна виділити:

- *Навчання на основі досліджень (Inquiry- Based Learning):* Студенти самостійно формулюють питання, проводять дослідження та роблять висновки.
- *Навчання на основі відкриттів (Discovery Learning):* Учні відкривають знання самостійно через взаємодію з матеріалом або експерименти.
- *Навчання на основі конкретних випадків (Case- Based Learning):* Розгляд реальних ситуацій або проблем, які вимагають аналізу та прийняття рішень.
- *Навчання на основі проєктів (Project- Based Learning):* Створення певного продукту або рішення, що вимагає застосування знань з різних дисциплін [4; 3].
- *Навчання на основі проблем (Problem- Based Learning):* Студенти вирішують складні, неструктуровані проблеми, що стимулює критичне мислення та пошук інформації.

➤ *Навчання "точно в строк" (Just- in- Time Teaching):* Надання інформації саме тоді, коли вона потрібна для вирішення конкретного завдання, що підвищує актуальність та засвоюваність матеріалу.

Усі ці моделі, а також їхні гібриди, об'єднує спільна ідея: навчання відбувається через активну взаємодію з проблемою або завданням, а теоретичні знання засвоюються в процесі їх практичного застосування [1; 8]. Це дозволяє формувати глибше розуміння матеріалу, розвивати навички критичного мислення, вирішення проблем та самостійної роботи, що є життєво важливим для майбутніх інженерів та фахівців STEM- галузі [8].

Серед усіх згаданих індуктивних моделей, проєктно-конструкторська діяльність (навчання на основі проєктів) є однією з найефективніших і найповніших форм реалізації індуктивного підходу, особливо для розвитку інженерних компетентностей. Здатність людини до творчого мислення, інновацій та вирішення комплексних завдань стає визначальною в теперішньому житті людини. Освіта, відповідно, має адаптуватися до цих вимог, переходячи від простого накопичення знань до формування ключових компетентностей. Однією з таких провідних компетентностей і є проєктно-конструкторська діяльність, яка забезпечує не лише засвоєння теорії, а й її ефективне застосування на практиці.

Розділ 1.1 Проєктно-конструкторська діяльність як дидактична основа STEM-освіти: сутність та функції

Сучасний етап розвитку освіти характеризується інтенсивною інтеграцією цифрових і фізичних технологій, що зумовлює потребу у формуванні нового типу мислення - інноваційного, яке поєднує креативність, системність та міждисциплінарність [1; 20; 43]. Саме тому заняття з робототехніки розглядаються як ефективна платформа для розвитку не лише технічних знань (hard skills), але й навичок колаборації та критичного мислення [14; 15; 44; 45]. Проєктно-конструкторська діяльність у сфері робототехніки забезпечує перехід від пасивного засвоєння інформації до активного творення, що є ключовим у STEM-освіті [13; 21].

У 1990 році Американська філософська асоціація заявила, що критичне мислення «є важливим інструментом дослідження, визвольною силою в освіті та потужним ресурсом в особистому та громадському житті». Вони визначили критичного мислителя як людину, яка є аналітичною та обізнаною, готову оскаржувати інформацію, досліджувати та шукати точні результати; людину, яка розуміє, хто вона є, розуміє свої упередження та схильна до переосмислення та перегляду. Вони вважають критичне мислення основою демократичного суспільства [6; 15].

У контексті STEM- освіти, яка об'єднує науку (Science), технології (Technology), інженерію (Engineering) та математику (Mathematics), проєктно-конструкторські навички набувають особливого значення [1; 13; 21; 28]. Вони є не просто бажаними, а ключовими компетентностями, що дозволяють учням не лише засвоювати інформацію, а й активно її застосовувати для вирішення реальних проблем [7; 11; 35; 43].

Проєктно-конструкторські навички – це інтегрований комплекс умінь та знань, необхідних для цілеспрямованої діяльності зі створення нового продукту або системи. Вони охоплюють весь життєвий цикл інженерного проєкту: від ідеї до впровадження. У STEM- освіті ці навички є містком між теоретичними знаннями з природничих наук та математики та їх практичною реалізацією через технології та інженерію.

Ключові аспекти та значення проєктно-конструкторських навичок у STEM- освіті полягають у наступному:

Інтеграція знань, а саме - Проєктна діяльність у STEM природно поєднує знання з різних дисциплін. Наприклад, під час розробки робота учні застосовують знання з фізики (механіка, електрика), математики (розрахунки, логіка), інформатики (програмування) та інженерії (дизайн, конструювання). Це допомагає подолати фрагментарність знань, характерну для традиційного навчання [1; 3; 43].

Розвиток інженерного мислення: На відміну від суто теоретичного вивчення, проєктно-конструкторська діяльність формує системний, логічний та

творчий підхід до вирішення проблем. Учні вчаться аналізувати ситуацію, висувати гіпотези, планувати експерименти, збирати дані, робити висновки та на їх основі створювати функціональні рішення. Це є сутністю інженерного мислення [27; 29; 30; 47].

Формування навичок XXI століття: проєктно-конструкторська діяльність є потужним каталізатором для розвитку так званих "soft skills", зокрема критичного мислення та колаборації [14; 15; 16], є критично важливими для успіху в сучасному світі.

- Критичне мислення та вирішення проблем: Учні стикаються з реальними викликами, які вимагають аналізу, синтезу та оцінки інформації, а також пошуку нестандартних рішень.
- Креативність та інновації: Створення нових продуктів заохочує до творчого пошуку та генерування оригінальних ідей [35; 50].
- Комунікація та співпраця: Часто проєкти виконуються у командах, що вимагає ефективної взаємодії, обміну ідеями та розподілу ролей [14; 22; 41].
- Самостійність та відповідальність: Учні несуть відповідальність за свій внесок у проєкт, вчаться самостійно планувати час та ресурси [13; 21].

Практична орієнтація та застосування знань: STEM- освіта акцентує увагу на практичному використанні набутих знань. проєктно-конструкторські навички дозволяють учням перевірити теоретичні концепції на практиці, побачити, як абстрактні формули та принципи працюють у реальному світі. Це підвищує розуміння та довготривалість засвоєння матеріалу [18; 35; 43; 46].

Підвищення мотивації до навчання та профорієнтація: Можливість створювати реальні об'єкти та бачити результати своєї праці значно підвищує зацікавленість учнів до STEM- дисциплін. Крім того, активна участь у проєктно-конструкторській діяльності може стати важливим фактором у свідомому виборі майбутньої професії у сфері інженерії, науки чи технологій [22; 31; 41; 49].

Отже, проєктно-конструкторські навички у STEM- освіті є не просто набором технічних умінь. Це цілісна система компетентностей, що забезпечує готовність учнів до інноваційної діяльності, критичного мислення та успішної

адаптації у світі, що постійно змінюється. Робототехніка, як освітня технологія, виступає в цьому контексті як ідеальний інструмент для комплексного розвитку цих навичок [19; 20; 44; 50].

Розділ 1.2 Психолого-педагогічні основи розвитку формування технічно-інженерного мислення

Формування інженерного мислення потребує психолого-педагогічних засад, які враховують особливості психологічного розвитку та процеси навчання. Інженерне мислення – це не лише знання, а й вміння аналізувати, знаходити нестандартні рішення, поєднувати знання з різних сфер та застосовувати їх на практиці [27; 30; 47]. Педагогіка та психологія, як науки, що займаються вивченням людини та її розвитку, надають ключові інструменти для формування такого мислення [6; 9; 21].

Одним із найефективніших засобів є активне навчання, що передбачає особистісну залученість, високу мотивацію, здатність до рефлексії та прийняття рішень. Це важливо тому, що традиційне навчання, спрямоване переважно на відтворення знань, не забезпечує умов для розвитку мислення інженерного типу. Учні мають навчитися ставити питання, аналізувати ситуацію, шукати ефективні рішення, оцінювати варіанти та не боятись помилятись [1; 13; 21].

Чернецька та Пашанова вказують: «інтегративний підхід у навчанні сприяє розвитку цілісного інженерного мислення, яке включає як теоретичне розуміння, так і практичне застосування знань у нестандартних ситуаціях» [23].

З позиції сучасної дидактики активне навчання змінює саму природу взаємодії в освітньому процесі: учень перестає бути пасивним споживачем інформації, натомість стає дослідником, а вчитель трансформується у фасилітатора навчального процесу. Наприклад, створення умов для колективного вирішення практичної задачі - конструкції мосту чи програмованого пристрою - стимулює розвиток логічного мислення, просторової уяви, здатності до співпраці, розподілу ролей та відповідальності [21; 22; 41].

Формування інженерного мислення в учнів ґрунтується на складній взаємодії психологічних механізмів, які є рушійними силами пізнавальної активності та особистісного розвитку. Центральне місце в цій системі посідає пізнавальна активність. Це не поверхнева допитливість, а глибокий, внутрішньо вмотивований інтерес до процесу дослідження, прагнення до самостійного відкриття нового, бажання дійти суті принципів функціонування технічних систем [6; 9; 15]. Така активність проявляється в прагненні учнів розбирати, аналізувати, конструювати, моделювати, активно взаємодіючи з технічними об'єктами. Високий рівень пізнавальної активності стимулює школярів до самостійного пошуку інформації, експериментування, критичного аналізу та оцінки результатів[6; 15].

Другим важливим психологічним чинником є когнітивні стилі, що визначають спосіб сприйняття, обробки та інтерпретації інформації. Наприклад, учні з аналітичним стилем мислення схильні до розкладання складних проблем на окремі компоненти, ретельного аналізу кожного етапу. Натомість ті, хто тяжіє до синтетичного стилю, частіше шукають цілісні образи, узагальнення, намагаються побачити взаємозв'язки в системі. Ефективне формування інженерного мислення передбачає врахування цих особливостей у навчальному процесі [15]. Так, аналітикам більше підходять завдання на виявлення причин несправностей або оптимізацію алгоритмів, а для синтетиків доцільно пропонувати створення оригінальних моделей або системного дизайну пристрою.

Окрему увагу слід приділити емоційно-вольовій сфері, оскільки інженерна діяльність часто пов'язана з подоланням труднощів, пошуком нестандартних рішень у невизначених умовах. Тому такі якості як наполегливість, самоконтроль, вміння долати невдачі, зосередженість на меті є критично важливими. Наполегливість допомагає учням не зупинятися перед першими помилками, а продовжувати пошук рішення. Самоконтроль забезпечує послідовність дій, а толерантність до невдач формує стресостійкість та здатність бачити помилки як джерело зростання. Психологи зазначають: «інженерне мислення [27] - це тип

мислення, орієнтований на технічну доцільність, прагматизм, здатність до передбачення наслідків і проектування результатів» [30; 47].

Відтак, постає питання: яка роль педагога у цьому процесі? Традиційна роль транслявальника знань вичерпала себе у формуванні компетентностей ХХІ століття. У сучасних умовах учитель повинен бути ментором - наставником, що спрямовує, підтримує, надихає. Його функція полягає в тому, щоб допомогти учневі розкрити власний потенціал, повірити у свої сили, самостійно сформулювати запит і знайти відповідь. У цьому сенсі менторська позиція полягає не лише в передачі знань, а у створенні розвивального середовища, де учень відчуває себе суб'єктом навчального процесу, а не його об'єктом. Важливо також, що така позиція сприяє розвитку рефлексивного мислення, коли школяр не просто виконує завдання, а здатен оцінити ефективність власних дій, зробити висновки й планувати наступні кроки[1; 21; 43].

Не менш важливою є індивідуалізація навчання. Формування інженерного мислення як творчого процесу вимагає певної гнучкості: учень має право на свій темп, стиль роботи, рівень складності завдань [1; 9; 21]. Як зазначає Василець О. В.: «варіативність навчального матеріалу й можливість самостійного проектування завдань дозволяють формувати не лише технічні, але й комунікативні, організаторські вміння» [4]. Це створює умови для розвитку не тільки "hard skills", а й "soft skills" - таких як тайм-менеджмент, командна робота, вміння переконувати та вести діалог.

Окремо варто наголосити на інтегративному підході до знань, який є основою для формування системного інженерного мислення. Сучасні освітні підходи дедалі більше орієнтуються на міжпредметні зв'язки, коли знання з математики, фізики, інформатики, технологій, навіть біології й економіки, об'єднуються в межах одного проєкту. Сухомлинська О. В. зауважує: «проєктно-конструкторська діяльність дозволяє учням усвідомити зв'язок між теоретичними знаннями та їхнім практичним застосуванням, що значно підвищує якість засвоєння» [21].

Наприклад, створення автоматизованої поливної системи потребує:

- знань з фізики (технічні характеристики, тиск, струм);
- математики (розрахунки витрат води, кутів обертання);
- інформатики (програмування логіки роботи);
- а також екології (оцінка ефективності збереження ресурсів).

Таким чином, інженерне мислення не виникає ізольовано - воно є продуктом багатовимірної взаємодії пізнавальних, емоційних, соціальних і технічних чинників, що потребує системного психолого-педагогічного підходу [1; 6; 43]. Лише в умовах педагогічно обґрунтованого, емоційно комфортного, інтелектуально стимулювального середовища можливо сформувати в учнів не лише здатність до конструювання, але й прагнення до самореалізації в інженерній творчості.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТОТЕХНІКИ ЯК ІНСТРУМЕНТ НАВЧАННЯ

У сучасних умовах цифрової трансформації освіти дедалі актуальнішим стає використання технологій, які дозволяють реалізовувати інноваційні підходи до навчання. Однією з таких технологій є *робототехніка* - напрям, який не лише забезпечує учнів інструментами для практичного застосування знань, але й формує низку ключових компетентностей, важливих у XXI столітті [19; 20; 44; 45].

Згідно з концепцією STEM-освіти, навчання має виходити за межі предметної ізоляції, забезпечуючи інтеграцію знань та умінь із різних галузей: науки, технологій, інженерії та математики [1; 11; 43]. У цьому контексті робототехніка виступає як природний інтегратор дисциплін, де учень має можливість реалізувати себе в умовах технічної, логічної та креативної діяльності [3; 32].

Важливо підкреслити, що робототехніка не є самоціллю в освітньому процесі, а виступає *засобом навчання, пізнання, розвитку мислення та самореалізації учнів*. Як зазначають дослідники в галузі педагогіки та освітніх технологій, «використання освітньої робототехніки є ефективною формою організації активного пізнавального процесу, який стимулює учнів до самостійної творчої діяльності» [6; 19; 44].

Робототехніка дозволяє створювати ситуації проблемного навчання, в яких учень стикається з необхідністю прийняття рішень, прогнозування результатів, випробування гіпотез. Такі ситуації моделюють реальні завдання, з якими людина може зіткнутися у професійному житті [13; 21; 41].

Окремою перевагою робототехніки є візуалізація та матеріалізація абстрактних понять, особливо у таких складних предметах, як фізика, інформатика або геометрія. Наприклад, керування роботом за допомогою змінних та умовних операторів дозволяє учневі не лише вивчити синтаксис програмування, а й зрозуміти логіку побудови алгоритмів у практичному контексті [17; 18; 39].

Крім того, освітня робототехніка забезпечує перехід від знань до дії - від теоретичного пояснення до фізичного втілення. Учень отримує змогу пройти весь цикл інженерної діяльності: від формулювання завдання до створення готового виробу або прототипу. Цей досвід є надзвичайно цінним з точки зору формування не лише технічної, але й професійної ідентичності [20; 33; 43].

Серед освітніх результатів, які забезпечує використання робототехніки, можна виокремити:

- Формування алгоритмічного мислення [17; 39].;
- Розвиток проєктно-конструкторських навичок [13; 21];
- Виховання відповідальності та наполегливості [22; 41];
- Оволодіння інформаційними технологіями [18; 19];
- Розвиток соціальних навичок через командну роботу [14; 22; 41].

З огляду на вищезазначене, робототехніка є не просто сучасною технологією, а потужним освітнім інструментом, який гармонійно поєднує елементи науки, творчості, логіки, дослідження та комунікації. Її впровадження в навчальний процес має не лише утилітарне, а й глибоко розвивальне значення - як для учня, так і для освітнього середовища загалом.

Розділ 2.1 Огляд сучасних освітніх робототехнічних платформ

Зростаюча потреба в інтеграції робототехніки в освітній процес зумовила появу та активний розвиток спеціалізованих платформ, адаптованих під вікові та когнітивні особливості учнів. Такі платформи не лише забезпечують зручне середовище для навчання, а й сприяють формуванню широкого спектра навичок: від основ механіки й електроніки до логічного мислення та командної взаємодії. Вибір конкретної платформи залежить від віку учнів, навчальних цілей, ресурсного забезпечення закладу та інтеграції в навчальні програми. Нижче подано огляд найпопулярніших платформ, що широко використовуються в закладах загальної середньої освіти, з акцентом на їхній потенціал у формуванні проєктно-конструкторських навичок [1; 11; 43; 44].

LEGO Education є однією з найпоширеніших і найдоступніших освітніх платформ у світі. Її програмно-апаратні комплекси розроблені з урахуванням різних вікових груп:

- LEGO WeDo (для початкової школи, середня школа) ідеальна для перших кроків у робототехніці. Вона знайомить учнів з базовими принципами механіки, сенсорів та логікою блокового програмування (на базі Scratch), сприяючи розвитку дрібної моторики та просторового мислення через конструювання простих моделей [46; 49].

- Для учнів середньої школи оптимальними є LEGO Mindstorms EV3 та новітня платформа SPIKE Prime. Ці комплекси дозволяють реалізовувати значно складніші проєкти. Вони включають потужніші контролери, різноманітні сенсори (кольору, дотику, ультразвукові, гіроскопічні) та двигуни. Програмування здійснюється як у блочному середовищі (на базі Scratch), так і з можливістю переходу до текстового коду (Python), що сприяє поступовому ускладненню завдань та поглибленню знань [44; 46]. Основною перевагою LEGO є висока інтуїтивна зрозумілість, модульність конструкцій та можливість швидкого прототипування різноманітних моделей - від простих транспортних засобів до повноцінних роботизованих систем, що імітують промислові процеси [33; 34; 38].

Ключові характеристики та освітня цінність:

- Висока модульність та інтуїтивність: Швидка збірка та розбирання конструкцій, що дозволяє швидко перевіряти гіпотези та експериментувати.

- Візуальне програмування: Спрощує вхід у програмування, дозволяючи зосередитися на логіці.

- Велика кількість навчальних матеріалів: Готові уроки та проєкти, що полегшують інтеграцію в освітній процес.

- Придатність до міждисциплінарного навчання: Ідеально підходить для інтегрованих STEM-проєктів, оскільки наочно демонструє зв'язок математики, фізики та інформатики з реальними об'єктами.

Arduino - це відкрита апаратно-програмна платформа, що базується на простому мікроконтролері та середовищі розробки. Її головна перевага полягає в гнучкості та відкритості, що дозволяє користувачам створювати широкий спектр інтерактивних об'єктів. Arduino може зчитувати інформацію з навколишнього середовища за допомогою різноманітних сенсорів (температури, освітленості, відстані) та керувати виконавчими елементами (двигунами, світлодіодами, реле).

➤ На відміну від LEGO, Arduino не має стандартизованих конструкторів, що вимагає від учнів більшої самостійності у виборі компонентів та їх з'єднанні. Це сприяє глибшому зануренню в основи електроніки, схемотехніки та програмування на мові C/C++, що є стандартом у багатьох інженерних галузях. Така платформа особливо корисна для профільного STEM-навчання у старших класах та підготовки до вищої інженерної освіти[31; 43], оскільки вона надає реальні інструменти для створення функціональних прототипів.

Ключові характеристики та освітня цінність:

- Гнучкість та кастомізація: Дозволяє створювати унікальні пристрої, не обмежуючись готовими наборами.
- Робота з реальними компонентами: Навчає практичних навичок електроніки, підключення датчиків, екранів, сервомоторів та інших периферійних пристроїв.
- Поглиблене програмування: Вивчення текстових мов програмування, що є стандартом в індустрії.
- Широка спільнота підтримки: Доступ до величезної кількості ресурсів, проєктів та форумів для вирішення проблем.
- Доступна вартість компонентів: Робить платформу економічно вигідною для багатьох шкіл.

BBC Micro:bit - це надзвичайно компактна та доступна освітня плата, розроблена спеціально для навчання школярів основам цифрових технологій. Вона оснащена вбудованими сенсорами (акселерометр, компас), світлодіодною

матрицею, кнопками, а також модулями Bluetooth та роз'ємами для підключення додаткових компонентів.

Ключові характеристики та освітня цінність:

- Простота та доступність: Низький поріг входу для новачків, що дозволяє швидко приступити до програмування.
- Вбудовані сенсори та елементи: Має вбудовані сенсори руху, кнопки, світлодіодну матрицю, що дозволяє створювати цікаві проекти без додаткових компонентів.
- Гнучке програмування: Підтримує візуальне середовище MakeCode, а також текстові мови Python та JavaScript, що сприяє поетапному розвитку навичок кодування.
- Підтримка хмарних сервісів: Можливість інтеграції з онлайн-платформами для розширення функціоналу [17].
- Ідеально для коротких навчальних проєктів: Дозволяє швидко реалізувати ідеї та отримати видимий результат.

VEX Robotics - це комплексна платформа, що поєднує міцні механічні конструктори, широкий асортимент датчиків, потужні контролери та гнучке програмне забезпечення. Ця платформа широко використовується в рамках міжнародних змагань з робототехніки, таких як VEX Robotics Competition, що стимулює учнів до глибокого вивчення інженерних принципів та командної взаємодії.

Ключові характеристики та освітня цінність:

- Розширений набір модулів: Міцні металеві та пластикові конструктивні елементи, потужні двигуни, складні сенсори, що дозволяють створювати великі та функціональні роботи.
- Висока відповідність до інженерного навчання: Сприяє розвитку навичок точного проєктування, механічного монтажу та системної інтеграції [41].

- Професійне програмування: Підтримка VEXcode (блочне та текстове), C++ та Python, що готує учнів до роботи з індустріальними стандартами.

- Можливість участі в змаганнях: Стимулює командну роботу, вирішення проблем в умовах конкуренції та презентаційні навички.

Окрім фізичних робототехнічних платформ, важливу роль у сучасному навчанні відіграють віртуальні симулятори та середовища проєктування. Вони дозволяють експериментувати без ризику пошкодити дороге обладнання, швидко перевіряти гіпотези та візуалізувати складні електричні та логічні процеси. Серед них особливо виділяються:

Середовище віртуального конструювання Studio 2.0 (від BrickLink, компанії, що належить LEGO Group) є сучасним, активно підтримуваним інструментом для комп'ютерного 3D-проєктування моделей LEGO. Він повністю замінює застарілий LEGO Digital Designer (LDD) і пропонує розширений функціонал для освітнього процесу:

- Просторове мислення: Дозволяє учням проєктувати складні моделі у 3D-просторі, розвиваючи навички візуалізації та масштабування.

- Реалістичність: Містить повну, постійно оновлювану бібліотеку деталей LEGO, що забезпечує високу відповідність віртуальної моделі фізичній.

- Створення інструкцій: Програма дозволяє автоматично генерувати покрокові інструкції зі складання власної розробки, що є цінним елементом проєктної діяльності.

TinkerCAD Circuits - безкоштовний онлайн-інструмент, що дозволяє учням:

Ключові характеристики та освітня цінність:

- Безкоштовний доступ: Значно знижує поріг входу для шкіл та індивідуальних учнів.

- Зручність для дистанційного навчання: Дозволяє проводити практичні заняття з електроніки та програмування віддалено [36; 40].

- Візуалізація схем у режимі реального часу: Наочно демонструє роботу електронних компонентів та виконання коду.

➤ **Можливість віртуального програмування Arduino:** Дозволяє експериментувати з кодом та схемою, не боячись пошкодити реальні компоненти.

➤ **Підготовка до реальних лабораторних робіт:** Формує розуміння принципів, яке потім легко переноситься на роботу з фізичним обладнанням

Такі віртуальні інструменти значно розширюють доступ до робототехнічної освіти [44; 48], особливо для шкіл із обмеженим ресурсним забезпеченням. Вони дозволяють експериментувати без ризику пошкодити дороге обладнання, швидко перевіряти гіпотези та візуалізувати складні електричні та логічні процеси.

У зв'язку з розмаїттям робототехнічних рішень, що використовуються в навчанні, доцільно провести порівняльний аналіз найпоширеніших освітніх платформ. Такий огляд дозволяє обґрунтувати вибір засобів для конкретних вікових груп, визначити їхні функціональні можливості, складність у користуванні, а також відповідність цілям формування проєктно-конструкторських навичок. У таблиці нижче подано узагальнену характеристику чотирьох платформ, які найчастіше застосовуються в українських школах:.

Таблиця 2.1

**Узагальнена характеристика та порівняльний аналіз освітніх
робототехнічних платформ**

Критерій	Lego Education (EV3 / Spike Prime)	Makeblock mBot	Arduino UNO	BBC Micro:bit
Цільова аудиторія	Учні 8–14 років	Учні 10–14 років	Учні 12+ років	Учні 8–12 років
Рівень складності	Середній	Середній	Високий	Низький–середній
Середовище програмування	Scratch-подібне, Python	mBlock, Arduino IDE	Arduino IDE, Tinkercad	MakeCode, Python
Робота з датчиками та модулями	Великий набір, легко підключаються	Базовий набір	Повна модульність, гнучкість	Обмежений набір

Продовження табл. 2.1

Можливості інженерного проєктування	Високі	Середні	Високі (ручне моделювання)	Обмежені
Міжпредметна інтеграція (STEM)	Висока	Середня–висока	Висока	Середня
Реалізація власних навчальних проєктів	Так	Так	Так	Частково
Доступність і вартість	Висока вартість	Середня вартість	Доступна (низька вартість)	Доступна
Підтримка української мови	Є	Часткова	Залежить від середовища	Є
Доцільність для уроків інформатики	Так	Так	Так (особливо у старших класах)	Так

Аналіз таблиці дає змогу зробити такі узагальнення щодо застосування освітніх платформ:

➤ LEGO Education є оптимальним вибором для початкового занурення у STEM-середовище, особливо в умовах командної роботи. Його інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і наочна конструкція сприяють ефективному навчанню в середній школі [33; 46].

mBot демонструє високу гнучкість у поєднанні з програмуванням і електронікою, що робить його доцільним для використання в інтегрованих курсах інформатики та технічної творчості.

Arduino надає найширші можливості для поглибленого технічного навчання. Платформа особливо доречна у старших класах, гуртках або закладах з профільним спрямуванням [31; 39; 43].

Micro:bit є бюджетним, але ефективним інструментом для базового ознайомлення з основами електроніки та алгоритмізації. Рекомендований для використання в рамках Нової української школи (НУШ) [17].

Отже, сучасні освітні робототехнічні платформи відрізняються за рівнем складності, функціональністю та методичним призначенням, проте всі вони мають спільну мету - підтримка *формування технічних, логічних, алгоритмічних, просторових і творчих навичок* у школярів. Використання тієї чи іншої платформи залежить від:

➤ Віку та рівня підготовки учнів: Початкові платформи для молодших класів, більш складні для середньої та старшої школи.

- Навчальних цілей та тематики проєктів: Чи потрібно вивчати основи механіки, електроніки, програмування, чи зосередитися на комплексних інженерних проєктах.
- Ресурсного забезпечення закладу: Фінансові можливості для закупівлі обладнання.
- Інтеграції в навчальні програми та факультативні курси: Наскільки платформа відповідає затвердженим освітнім стандартам та планам.

Успішне впровадження робототехніки в освіту вимагає не лише грамотного вибору платформи, а й адаптації навчального контенту, розробки ефективних методичних підходів та систематичної підготовки педагогів. Тільки за цих умов робототехніка стане повноцінним та ефективним інструментом реалізації цілей STEM-освіти, сприяючи всебічному розвитку проєктно-конструкторських навичок учнів.

Розділ 2.2 Формування конструкторських навичок через освітню робототехніку

Сучасна практика шкільного навчання свідчить про зростання інтересу до робототехніки як до засобу формування функціональних навичок учнів у галузі STEM. Проєктно-конструкторська діяльність на основі робототехніки дозволяє реалізувати принципи міжпредметної інтеграції та прикладного навчання. Такий підхід не лише актуалізує теоретичні знання, але й робить навчальний процес більш осмисленим, результативним і захопливим [1; 3; 43; 44].

Робототехнічні заняття створюють унікальні умови для навчання, оскільки об'єднують компоненти з математики, фізики, інформатики, технологій та інженерії. Робота з роботами - це не просто виконання інструкцій, а процес, що вимагає планування, розробки, аналізу та корекції, тобто повного циклу проєктної діяльності. Це надає учням можливість бачити реальний результат своєї роботи та підвищує залученість у навчальний процес[19].

Як зазначають наукові дослідники: «робототехніка як дидактичний інструмент дозволяє створити ситуацію успіху, розвиває дослідницькі навички,

формує практичний інтелект і відкриває простір для технічної творчості» [4; 7; 8].

На уроках інформатики та програмування: Робототехніка забезпечує практичну візуалізацію абстрактних понять програмування. Учні не просто вивчають синтаксис, а бачать, як їхній код оживає в реальному світі. Наприклад, у середовищах LEGO SPIKE Prime або MakeCode для micro:bit, школярі розробляють алгоритми для керування рухом робота, орієнтації в лабіринті, уникнення перешкод або виконання послідовних операцій. Така діяльність дозволяє наочно опанувати ключові концепції програмування: змінні, цикли, умовні оператори, функції, обробку подій та сенсорні входи. Робот стає інтерактивним інструментом для перевірки логіки, виявлення та виправлення помилок (налагодження), що є фундаментальним для розвитку алгоритмічного мислення [17; 18; 39; 46].

У межах інтегрованих STEAM-проектів: Саме тут робототехніка розкриває свій повний потенціал як інструмент для міждисциплінарного навчання. У рамках комплексних проектів учні об'єднують знання з різних галузей, що формує цілісне бачення світу та розвиває системне мислення. Наприклад:

- Наука (Science): Дослідження принципів руху, сил тертя, рівноваги, магнетизму, енергії (наприклад, при розробці робота на сонячних батареях).
- Технології (Technology): Використання датчиків (відстані, кольору, температури), двигунів, мікроконтролерів, 3D-друку для створення компонентів.
- Інженерія (Engineering): Безпосереднє конструювання механізмів, проектування структур, оптимізація форм та функцій (наприклад, моделі моста, автоматичної системи поливу, мобільної платформи для доставки).
- Мистецтво (Art): Дизайн робота, його естетичний вигляд, ергономіка, а також креативний підхід до вирішення нетривіальних задач.
- Математика (Mathematics): Розрахунки кутів, відстаней, швидкості, симетрії, аналіз даних сенсорів. У таких проектах активно застосовуються платформи, що дозволяють створювати складні системи: Arduino, VEX або

LEGO Mindstorms, де учні від проєктування на папері чи у віртуальних середовищах переходять до фізичного втілення [31; 41; 43; 46].

На факультативах з технічного моделювання та гуртках: Позаурочна діяльність надає учням додаткові можливості для поглибленого вивчення робототехніки та реалізації власних ініціативних проєктів. Тут акцент зміщується на самостійну творчість та експериментування. Учні можуть працювати над проєктами різного рівня складності: від автоматизованого вентилятора чи "розумної" годівниці для домашніх тварин до систем "розумного будинку". При цьому використовуються як готові конструктори (TETRIX, Makeblock), що надають гнучкі механічні елементи, так і цифрові моделювальні середовища (TinkerCAD, Autodesk Fusion 360) для 3D-проєктування, а також інтегровані середовища розробки (Arduino IDE) для програмування мікроконтролерів. Це забезпечує широку гнучкість у навчанні та дозволяє учням вибирати інструменти, що найкраще відповідають їхнім ідеям.

Участь у конкурсах та хакатонах: Змагання з робототехніки є потужним стимулом для формування та відточування навичок поза межами навчального класу. Підготовка до таких подій, як First LEGO League, Robofirst, STEM Challenge або хакатони з робототехніки, вимагає не лише глибоких технічних знань, а й розвитку життєво важливих "м'яких" навичок (soft skills). Учні вчать командній взаємодії, ефективному розподілу ролей, презентуванню свого проєкту перед журі та аудиторією, тайм-менеджменту та вирішенню проблем в умовах обмеженого часу. Такі події значно підвищують мотивацію, виховують змагальний дух та дають змогу побачити результат своєї роботи в реальному конкурентному середовищі [22; 38; 41; 49], що є незамінним досвідом.

Щодо використання робототехніки як засобу проєктного навчання, то вона системно сприяє формуванню таких ключових проєктно-конструкторських навичок:

- Проєктування: Розвиток уміння формулювати проблему, ставити цілі, визначати вимоги, розробляти концепцію та планувати етапи реалізації виробу або системи.

- Конструювання: Навички добору необхідних матеріалів, інструментів, компонентів, а також створення та збирання механізмів згідно з розробленою схемою.
- Програмування: Розробка ефективних алгоритмів керування, написання коду, його оптимізація та налагодження для забезпечення коректної роботи системи.
- Тестування та вдосконалення: Уміння виявляти помилки, аналізувати несправності, проводити випробування та вносити необхідні модифікації для покращення функціональності та ефективності створених систем [19; 43; 44].
- Презентація результату: Здатність чітко та переконливо оформлювати технічну документацію, готувати публічний захист, демонструвати функціональність продукту та відповідати на запитання.

Формування таких компетентностей є системним і поетапним процесом, який проходить через такі ключові фази проєктування та реалізації:

- Постановка задачі: Включає пошук ідеї, аналіз проблеми, визначення мети та формулювання конкретних завдань для проєкту [13; 21].
- Побудова моделі: Етап візуалізації та попереднього планування, що охоплює розробку концепції, створення креслень, блок-схем, а також віртуальне 3D-моделювання.
- Конструювання: Безпосередня збірка фізичної моделі, з'єднання компонентів, підключення електроніки та механічних частин.
- Програмування: Написання програмного коду, реалізація логіки керування роботом, а також його тестування на відповідність заданому функціоналу.
- Оцінка результату: Аналіз виконаної роботи, виявлення сильних сторін та областей для покращення, презентація проєкту та отриманих висновків.

Ці етапи часто мають циклічний характер, дозволяючи учням повертатися до попередніх фаз для вдосконалення своїх рішень, що відображає реалії інженерної розробки.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ STEM-КУРСУ З РОБОТОТЕХНІКИ ДЛЯ УЧНІВ 5 КЛАСІВ

Розділ 3.1 Концепція створення освітнього Веб-ресурсу «RoboBlock»

Ключовим елементом розробленої методики є інваріантно-варіативний методичний модуль, який забезпечує адаптивність навчання та реалізацію особистісно-орієнтованого підходу. Цей підхід представлений як модульна система розвитку інноваційного мислення учнів основної школи [13; 14; 16]. Модуль складається з інваріантної (обов'язкової) частини, що формує базові знання, та варіативної (додаткової) частини, що стимулює творче, інженерне мислення та дозволяє вчителю диференціювати завдання. Саме таке поєднання структурно дозволяє реалізувати інтегративний потенціал STEM-освіти, переводячи учня від репродуктивного відтворення до продуктивної творчості [1; 43].

Сучасний етап розвитку освіти характеризується високою динамічністю та незворотною цифровою трансформацією, що вимагає від педагогічної практики системного впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). ІКТ стають ключовим інструментом для реалізації принципів навчання впродовж життя та забезпечення універсального доступу до якісних освітніх ресурсів [7; 11]. У цьому контексті актуальною є не лише інтеграція окремих електронних навчальних посібників, а й створення web-ресурсів, які функціонують як цілісне віртуальне освітнє середовище. Таке середовище має відповідати низці вимог: містити оригінальні, сучасні навчальні матеріали, реалізовувати комунікативну складову для мережевої взаємодії учасників освітнього процесу, а також надавати інструменти для моніторингу та оцінювання навчальних досягнень.

Саме в цьому контексті, необхідність розроблення ефективної методики впровадження STEM-освіти в середній школі визначається стратегічним запитом суспільства на формування інженерно-технічних компетентностей учнів. У процесі викладання робототехніки для учнів 5-х класів із використанням конструкторів LEGO WeDo постає проблема дефіциту уніфікованого,

структурованого та методично обґрунтованого інформаційно-освітнього середовища, орієнтованого саме на педагога.

Обґрунтування необхідності створення платформи. Аналіз освітнього простору виявив, що більшість існуючих ресурсів або зосереджені безпосередньо на технічній документації виробника (інструкції до моделей), або є агрегаторами розрізнених, несистематизованих матеріалів, створених окремими ентузіастами. Це призводить до того, що вчитель робототехніки, особливо початківець, стикається з низкою критичних викликів, що уповільнюють темпи оновлення знань:

Відсутність готового методичного каркаса: Педагоги витрачають значний час на самостійну розробку поурочних планів і визначення наскрізних STEM-ідей для інтеграції предметів (фізика, математика, інформатика) у кожне заняття.

Дефіцит візуального контенту: Існує нестача якісних відеоінструкцій або анімованих 3D-моделей, які б наочно демонстрували складні етапи складання роботів чи принцип роботи програмних блоків.

Несистематизованість завдань: Учитель часто не має доступу до готових шаблонів завдань та чітких критеріїв оцінювання проєктної діяльності, що ускладнює об'єктивне формування компетентностей.

На вирішення цих системних проблем спрямована Концепція створення освітнього вебресурсу «RoboBlock».

Мета створення вебресурсу «RoboBlock» полягає у формуванні єдиної, структурованої, інтерактивної та візуально зрозумілої платформи підтримки вчителя робототехніки. Вебресурс є не просто сховищем файлів, а організаційно-методичним ядром курсу, яке забезпечує:

Структурований доступ до повного комплексу навчальної програми, розподіленої на логічні тематичні блоки (Розділ 3.4). Це відповідає вимозі про необхідність вузької тематичної орієнтації ресурсу, але з її максимально широким розкриттям.

Чітке визначення необхідного обладнання та програмного середовища (Lego WeDo 2.0, Lego Digital Designer) з посиланнями на джерела (Модуль «Апаратне та програмне забезпечення»).

Спрощення планування уроків через надання готових методичних рекомендацій, включаючи хронометраж кожного етапу заняття (Вступ, Теорія, Практика, Рефлексія).

Дидактична функція платформи. Окрім забезпечення вчителя, вебресурс опосередковано сприяє вихованню самостійності здобувача освіти, оскільки структуровані матеріали, що легко знаходяться, дають змогу учням якісно виконати завдання, доопрацювати матеріал вдома та підвищити рівень активності навчання[6; 43; 44]. Наявність на ресурсі методичних матеріалів та інструкцій дозволяє вчителю ефективніше залучати учнів до спільної діяльності, індивідуальної роботи та проєктного підходу.

Таким чином, вебресурс «RoboBlock» позиціонується як методичний хаб (Methodological Hub), який являє собою інтегроване віртуальне середовище, що забезпечує педагога повним комплектом інструментів і матеріалів, необхідних для цілісної організації STEM-курсу. Його функціональність виходить за межі простого сховища даних, оскільки він виконує системоутворювальну функцію: консолідує навчальну програму, дидактичні принципи та інструктивно-методичні ресурси (поурочні плани, шаблони завдань, технічну документацію). Завдяки такій інтеграції, «RoboBlock» мінімізує операційні витрати часу вчителя, надаючи йому *готовий, валідований каркас* для реалізації проєктного підходу, підвищуючи тиражованість методики та її інформаційну стійкість в умовах цифрового освітнього середовища.

Розділ 3.2 Структура та функціональне наповнення сайту

Вебресурс «RoboBlock» є ключовим інструментально-технологічним компонентом розробленої методики і виступає як комплексна система підтримки педагога, покликана мінімізувати неметодичні витрати часу на підготовку. Його

архітектура та функціональне наповнення спрямовані на подолання труднощів, пов'язаних із підготовкою та проведенням практико-орієнтованих STEM-занять.

Структура вебресурсу «RoboBlock» (<https://lysukir.wixsite.com/roboblock>) побудована на засадах модульної архітектури, що дозволяє забезпечити лінійну логіку засвоєння інформації: від загальної концепції до конкретних інструкцій. Сайт реалізує концепцію «єдиного методичного вікна», де вчитель може знайти всі необхідні ресурси для повного циклу викладання курсу. Використання платформи Wix забезпечує високу юзабіліті та адаптивність інтерфейсу, що є необхідною умовою для сучасного освітнього ресурсу [36; 40;].

Навігаційна структура ресурсу охоплює шести ключових функціональних модулів (сторінок), кожен з яких виконує специфічну роль у методичному забезпеченні:

Таблиця 3.1

**Структура та функціональне призначення сторінок вебресурсу
«RoboBlock»**

Назва сторінки	Методична роль	Функціональне призначення та зміст
Головна	Концептуальне орієнтування.	Швидке ознайомлення з філософією та місією курсу, його актуальністю у контексті STEM-освіти та очікуваними результатами навчання.
Про нас	Обґрунтування авторської методики та апробація.	Надання інформації про дидактичні та педагогічні засади. Містить фото- та відеоматеріали з реальних занять як доказ успішної апробації.
Елементи	Планування та забезпечення ресурсів.	Чіткий, уніфікований перелік необхідного обладнання (конструктор LEGO WeDo 2.0) та програмного забезпечення (WeDo 2.0, Studio 2.0).
Зміст	Методичний каркас та планування (високий рівень).	Графічне представлення повної навчальної програми (12 занять) з розподілом на логічні тематичні блоки та принципи спіральної подачі матеріалу.
Програма і оцінювання	Контрольно-оцінювальна функція та диференціація.	Містить уніфіковані критерії та рубрики для формульовального оцінювання (чек-листи, рубрики, критерії диференціації), що відповідає вимогам НУШ.

Продовження таблиці 3.1

Банк файлів	Дистрибутивна та компенсаторна функція.	Централізоване сховище усіх необхідних поурочних планів, інструкцій для збірки фізичних та віртуальних моделей (Studio 2.0), шаблонів завдань.
--------------------	---	--

Обладнання, деталізоване на сторінці «Елементи», було обрано відповідно до педагогічних цілей. Апаратне забезпечення курсу базується на конструкторі LEGO WeDo 2.0, який є інтуїтивно зрозумілим для учнів 5-х класів і відповідає принципам блочного конструювання. Програмне забезпечення включає Середовище програмування WeDo 2.0, що використовує блочне програмування для мінімізації порогу входу в алгоритмізацію, дозволяючи учням зосередитися на логіці. Крім того, інтеграція Програми Studio 2.0 є ключовою для формування інженерної компетентності, оскільки дає можливість учням спочатку освоїти віртуальне 3D-проектування та моделювання, розвиваючи просторове мислення, а вже потім переходити до фізичної реалізації. Покрокові інструкції для Studio 2.0 є частиною контенту «Банку файлів».

Функціональна реалізація комплексної підтримки вчителя та вплив на компетентності

Вебресурс «RoboBlock» функціонально реалізує принцип комплексної підтримки вчителя. Корисність платформи розкривається через низку ключових функцій, які забезпечують стандартизацію освітнього процесу та мінімізацію неметодичних витрат часу на підготовку. З одного боку, навігаційно-організаційна функція забезпечує високу швидкість підготовки, оскільки інтуїтивно зрозуміла навігація та спрощений режим пошуку інформації дозволяють педагогу швидко знайти потрібний методичний документ. З іншого боку, компенсаторно-методична функція вирішує проблему дефіциту готових, валідованих матеріалів: надання повних комплектів шаблонів, поурочних планів та інструкцій значно знижує навантаження на вчителя. Крім того, наявність сторінки «Програма і оцінювання» реалізує контрольно-оцінювальну функцію, забезпечуючи об'єктивний моніторинг навчальних досягнень учнів відповідно до принципів НУШ. Саме цей функціонал дозволяє вчителю проводити заняття

якісно навіть без великих технічних ресурсів чи значного попереднього досвіду викладання робототехніки.

Ефективність вебресурсу опосередковано впливає на якість формування ключових компетентностей учнів 5-го класу, що є основною метою курсу. Зокрема, через чітке структурування матеріалів на сайті вчитель навчає учнів системній роботі з інформаційними джерелами, що сприяє формуванню інформаційно-цифрової компетентності. Наявність покрокових графічних інструкцій для збірки фізичних та віртуальних моделей підтримує інженерну компетентність учнів, сприяючи кращому розумінню конструктивних принципів та візуальному проєктуванню. Нарешті, доступність матеріалів курсу в будь-який час стимулює самостійну діяльність учнів, дозволяючи їм використовувати їх для позааудиторної роботи та пошуку додаткових рішень, що відповідає потребам сучасного цифрового суспільства.

Розділ 3.3 Педагогічні та методичні принципи розробки

Методична база розробленого курсу з робототехніки для учнів 5-го класу є логічним продовженням концепції вебресурсу «RoboBlock» та ґрунтується на ключових педагогічних і дидактичних принципах сучасної освіти. Розробка змісту та структури курсу здійснювалася з урахуванням необхідності формування в учнів інженерного мислення, алгоритмічних навичок та міжпредметних компетентностей.

Методика викладання курсу «Робототехніка для 5 класу» побудована на низці дидактичних принципів, які забезпечують її високу ефективність та повну відповідність ключовим засадам Концепції Нової української школи (НУШ) [7; 11;]:

Формування ключових компетентностей. Курс прямо орієнтований на розвиток інформаційно-цифрової, математичної та технологічної компетентностей, визначених НУШ як пріоритетні. Практична робота з конструктором LEGO WeDo 2.0 та блочним програмуванням стимулює критичне мислення та ініціативність здобувачів освіти[14; 15; 46].

Дитиноцентрованість та партнерство. Навчання організовано на засадах ігрового та проєктного підходу, де учень виступає активним суб'єктом, а не об'єктом освітнього процесу. Завдання передбачають командну роботу, що сприяє розвитку соціальної та комунікативної компетентностей.

Зв'язок з реальним життям (Практична спрямованість). Кожна модель робота є прикладом реального механізму (транспортний засіб, маніпулятор, підйомний кран). Такий підхід забезпечує доступність ідей та безпосереднє застосування теоретичних знань на практиці.

Курс реалізує глибоку міждисциплінарну інтеграцію в рамках STEM-підходу, об'єднуючи природничі та технологічні дисципліни в єдиний навчальний процес. Ця інтеграція відбувається на рівні змістового наповнення кожного заняття:

Science (Наука). Учні вивчають основи фізичних явищ: поняття руху, сили, тертя, інерції. Ці знання необхідні для розуміння, чому робот рухається чи зупиняється.

Technology (Технологія). Опанування середовища блочного програмування WeDo 2.0 та використання датчиків (датчик руху, датчик нахилу) для створення алгоритмів.

Engineering (Інженерія). Процес конструювання та моделювання з LEGO. Учні вирішують інженерні задачі: як забезпечити стійкість моделі, як передати рух від мотора до колеса, як оптимізувати конструкцію.

Mathematics (Математика). Застосування математичної логіки в алгоритмах (цикли, умови, оператори), а також використання понять вимірювання, співвідношення та просторового мислення при складанні.

Такий інтегрований підхід дозволяє учням бачити цілісну картину застосування знань, а не ізольовані шкільні предмети.

Розроблена методика забезпечує високий рівень варіативності, що є критично важливим для її ефективного впровадження у різних навчальних закладах з різним рівнем матеріально-технічного забезпечення[13; 21;].

Окремим, ключовим принципом, що забезпечує відповідність НУШ, є система формувального оцінювання (ФО). Методика відходить від традиційного

накопичувального оцінювання, зосереджуючись на постійному зворотному зв'язку та моніторингу навчальних досягнень. Реалізація цього принципу підтримується вебресурсом через сторінку «Програма і оцінювання», де представлені готові інструменти ФО.

Методика оцінювання охоплює всі етапи проєктно-конструкторської діяльності: від процесу роботи до фінального результату та диференційованих завдань. Загальний склад інструментарію представлено у Таблиці 3.2:

Таблиця 3.2

Структура інструментарію формувального оцінювання курсу «RoboBlock»

Назва інструменту	Функціональне призначення	Оцінювані компетентності
Аркуш самооцінювання учня	Оцінка процесу роботи та забезпечення зворотного зв'язку.	Конструювання, Програмування, Комунікація та співпраця.
Рубрика оцінювання проєкту	Об'єктивний контроль результату (для вчителя).	Технічна реалізація (Інженерія), Алгоритмічна логіка (Технології / Математика), STEM-інтеграція та пояснення (Наука).
Критерії виконання (Диференціація)	Стимулювання обдарованих учнів та реалізація принципу варіативності.	Рівень складності (Базовий, Розширений, Творчий Проєкт)

Формувальний аспект: Аркуш самооцінювання передбачає оцінку за критеріями (точність складання, ефективність командної роботи), що спрямовує учнів на аналіз власної діяльності та саморефлексію.

Об'єктивність оцінки: Рубрика оцінювання проєкту містить чотири чітко визначені рівні досягнень (Початковий, Середній, Достатній, Високий). Наприклад, Високий рівень вимагає оригінальності інженерного рішення та використання умовних операторів і датчиків у програмі, що забезпечує чіткість критеріїв [22; 41].

Принцип диференціації: Критерії виконання реалізують принцип варіативності курсу. Завдання поділяються на: Базовий (обов'язкова лінійна програма), Розширений (інтеграція датчика руху та умовних операторів) та

Творчий (Проект) (зміна конструкції та програмування додаткового механізму). Це забезпечує можливість працювати з учнями різного рівня підготовки.

Ці уніфіковані інструменти гарантують об'єктивність оцінювання інженерної, алгоритмічної та комунікативної компетентностей, звільняючи педагога від необхідності самостійно розробляти їх. Повний деталізований інструментарій, представлений у цьому підрозділі, винесено у Додаток [В].

Розроблена методика забезпечує високий рівень варіативності та диференціації, що є критично важливим для її ефективного впровадження у різних навчальних закладах. Курс побудований як методичний каркас (скелет), що надає вчителю методичну гнучкість у виборі форм організації навчальної діяльності (індивідуальна, парна, групова) та адаптації змісту відповідно до підготовленості учнів та наявних ресурсів (кількості наборів LEGO). Ця гнучкість підтримується модульністю 12-заняттєвої структури та можливістю адаптувати хронометраж окремих етапів. Крім того, система завдань передбачає диференціацію за рівнями складності (Базовий рівень, Творчий Проект), що забезпечує врахування індивідуальних освітніх потреб.

Таким чином, розроблена методика є концептуально завершеною системою, підтримуваною вебресурсом «RoboBlock», який виступає активним інструментом цифровізації освітнього процесу. Платформа забезпечує системне впровадження педагогічних принципів: вона не лише надає готовий, тиражований методичний каркас для реалізації міжпредметної STEM-інтеграції, але й гарантує високу якість навчання. Завдяки наявності уніфікованих інструментів ФО та візуальної підтримки (3D-моделей та покрокових інструкцій), педагог звільняється від рутинної підготовчої роботи. Це дозволяє йому більше часу приділяти індивідуальній роботі з учнями та якісному зворотному зв'язку, що є ключовим показником ефективності освітнього процесу згідно з принципами дитиноцентрованості НУШ.

Розділ 3.4 Систематизація змісту курсу: Розроблення інваріантно-варіативного модуля

Змістове наповнення STEM-курсу «Робототехніка для 5 класу» ґрунтується на міждисциплінарному підході, що інтегрує знання з математики, фізики, інформатики та технологій, а також на принципах спірального навчання, які забезпечують поступове ускладнення матеріалу та повторне звернення до ключових понять у нових контекстах. Така концепція сприяє формуванню системного мислення, розвитку когнітивних і практичних навичок, необхідних для роботи з робототехнічними системами.

Ключовою особливістю розробленої методики є модульний підхід, що реалізується через створення уніфікованого інваріантно-варіативного методичного каркасу заняття. Цей каркас виконує функцію структурного орієнтира для педагога, забезпечуючи логічну послідовність і цілісність навчального процесу без жорсткої регламентації дидактичних прийомів. На відміну від традиційних поурочних планів, він не визначає конкретні методи та форми роботи, а лише окреслює концептуальні межі заняття. Такий підхід дозволяє зберігати автономію та методичну гнучкість викладача, надаючи можливість самостійно наповнювати заняття змістом відповідно до рівня підготовки учнів, наявних матеріально-технічних ресурсів та часових обмежень.

Інваріантна частина каркасу охоплює тематику, цілі навчальних блоків, перелік обладнання та загальний хід уроку, що забезпечує стабільність і логічну послідовність курсу. Варіативна частина передбачає добір завдань підвищеної складності та вибір форм організації навчальної діяльності, що створює умови для диференціації та індивідуалізації навчання. Для демонстрації принципів побудови курсу у таблиці 3.3а наведено приклад каркасу першого навчального блоку, який відображає взаємозв'язок інваріантних і варіативних компонентів.

Таблиця 3.3

Інваріантно-варіативний методичний модуль (Блок 1–2)

№ заняття	Тема	Мета	Очікувані результати	Обладнання	Хід уроку (45 хв)	Завдання	Інтеграція STEM
1	Вступ у світ робототехніки	Ознайомити учнів з поняттям робототехніки та LEGO WeDo	Розуміють, що таке робототехніка; вміють зібрати просту модель	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, програмне забезпечення	1. Орг. момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)	Зібрати модель робота (вентилятор/пропелер) і запрограмувати базові дії	Інженерія – конструювання; Технології – програмування; Наука – принципи руху
2	Ознайомлення з LEGO WeDo та середовищем програмування	Навчити учнів базових команд та принципів побудови алгоритму	Вміють підключати пристрої, запускати програму, створювати прості алгоритми	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет	1. Орг. момент (5 хв) 2. Ознайомлення з середовищем (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)	Створити програму для запуску мотора	Технології – програмування; Інженерія – підключення пристроїв

Повний інваріантно-варіативний модуль, що включає структурно-змістовий орієнтир для всіх 12 занять курсу (Блоки 3–6), деталізовано представлено у Додатку [Д].

Важливо підкреслити, що вебресурс «RoboBlock» виконує стандартизуючу та спрощуючу функцію в організації навчального процесу. Його методичне забезпечення дозволяє педагогу швидко орієнтуватися у структурі курсу, отримувати доступ до узгоджених навчальних матеріалів та рекомендацій, що мінімізує ризик методичних помилок і скорочує час на підготовку занять. Завдяки цьому навіть учитель із мінімальним досвідом роботи з робототехнікою

може забезпечити якісне проведення уроків, дотримуючись логіки курсу та досягаючи запланованих результатів. Таким чином, «RoboBlock» не лише систематизує зміст навчання, але й виступає інструментом педагогічної підтримки, що сприяє підвищенню ефективності та доступності STEM-освіти.

Практичне втілення обґрунтованих педагогічних принципів та інваріантно-варіативної структури ілюструється на прикладі першого заняття курсу. заняття (Урок 1.1) у таблиці 3.4. Повний каркас курсу, що включає всі шість блоків, представлено у Додатку [Д].

Таблиця 3.4

Навчально-методична розробка зразкового заняття (Урок 1.1)

Клас	5		
Тривалість	45 хв		
STEM-тематика	Інженерія (Е), Наука (S)		
Тема:	Роботи навколо нас та перші механізми (Блок 1)		
Мета:	Ознайомити з поняттям робота та основними компонентами LEGO WeDo 2.0 (Хаб, Мотор); сформувати навички організації робочого місця та первинного конструювання.		
Етап	Зміст та діяльність	Час	Методичні рекомендації та інтеграція з «RoboBlock»
I. Організаційно-мотиваційний	Актуалізація (5 хв): Бесіда "Що таке робот і де його використовують?".	5 хв	Мотивація: Коротке вступне відео з вебресурсу «RoboBlock» (Модуль 1.1).
II. Теоретичний та Інструментальний	Знайомство з набором (5 хв): Інвентаризація. Ключові компоненти (5 хв): Хаб, Мотор. Перше підключення Хаба.	10 хв	Організація: Інструкція з інвентаризації та підключення на вебресурсі «RoboBlock» (Модуль 1.2).
III. Конструкторська фаза (Е)	Завдання: Побудувати найпростіший робот-каркас з мотором (Базова машинка).	20 хв	Діяльність: Учні працюють за покроковою інструкцією з вебресурсу.
IV. Програмна фаза (Т)	Завдання: Створити перший алгоритм. Запрограмувати рух моделі вперед на 3 секунди.	7 хв	Алгоритмізація: Використання базових блоків («Запуск», «Мотор», «Час»).

V. Рефлексія та Оцінювання	Демонстрація та Підсумок.	3 хв	Оцінювання: Фіксація вчителем навичок організації робочого місця
----------------------------	---------------------------	------	--

Розділ 3.5 Очікувані результати впровадження сайту

Очікувані результати впровадження вебресурсу «RoboBlock» та розробленої на його основі методики є логічною проекцією мети дослідження і формують гіпотетичну основу для подальшої експериментальної перевірки ефективності, що буде здійснена у наступному розділі. Запровадження ресурсу, який забезпечує стандартизацію та уніфікацію методичних матеріалів, має спричинити комплексні позитивні зміни як у педагогічному процесі, так і в навчальній діяльності учнів.

На рівні організації навчального процесу передбачається суттєве підвищення професійної компетентності педагогів, які застосовують методику. Це зумовлено спрощенням підготовки до занять, доступом до валідованого STEM-контенту та використанням структурованого методичного каркасу, що забезпечує логіку та послідовність курсу. Уніфікація навчальних матеріалів, наявність покрокових інструкцій і впровадження інструментів формувального оцінювання створюють умови для підвищення якості проведення уроків робототехніки незалежно від рівня попереднього досвіду педагога. Таким чином, методика сприяє зменшенню методичних ризиків, оптимізації часу на підготовку та формуванню впевненості у викладанні складних технічних тем.

На рівні навчальної діяльності учнів очікується зростання їхньої залученості до інженерної та конструкторської роботи. Візуальна підтримка вебресурсу, практична орієнтація завдань і можливість інтерактивної взаємодії з матеріалом підвищують мотивацію та пізнавальну активність школярів. Це, у свою чергу, позитивно впливає на розвиток технічного мислення, здатності до алгоритмічного аналізу та творчих компетентностей, що є ключовими для

STEM-освіти. Передбачається, що учні демонструватимуть не лише кращі результати у виконанні практичних завдань, але й більш високий рівень самостійності та інтересу до проєктної діяльності.

Таким чином, впровадження вебресурсу «RoboBlock» має забезпечити системний ефект: стандартизацію методичного забезпечення, підвищення професійної готовності педагогів та активізацію навчальної діяльності учнів, що створює передумови для успішної реалізації концепції STEM-освіти у шкільній практиці.

РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОСВІТНЬОГО САЙТУ

Розділ 4.1 Мета, завдання та гіпотеза експерименту

Експериментальна перевірка ефективності впровадження методики є обов'язковим етапом будь-якого дисертаційного дослідження, оскільки вона забезпечує валідацію (підтвердження слушності) розроблених теоретичних положень та практичних інструментів. У контексті STEM-освіти, де якість викладання безпосередньо залежить від методичного забезпечення та доступності ресурсів, перевірка ефективності освітнього вебресурсу «RoboBlock» дозволяє об'єктивно оцінити його вплив на навчальний процес та професійний розвиток педагога.

Мета експериментального дослідження полягає у кількісно-якісній перевірці ефективності розробленої методики викладання STEM-курсу з робототехніки. Зокрема, необхідно встановити, чи забезпечує використання інваріантно-варіативного методичного модуля та освітнього вебресурсу «RoboBlock» статистично значуще підвищення рівня сформованості інженерно-алгоритмічних компетентностей учнів 5-х класів та покращення якості професійної діяльності вчителів (за рахунок стандартизації та спрощення підготовки).

Експериментальна перевірка ґрунтується на такій гіпотезі:

Впровадження методики викладання STEM-курсу, підтриманої вебресурсом «RoboBlock», є ефективнішим за традиційні підходи. Ця ефективність проявляється у статистично значущому скороченні часових витрат педагога на підготовку (критерій методичної ефективності), забезпеченні системного впровадження диференційованих завдань у навчальний процес (критерій педагогічної активності), а також у статистично значущому прирості показників високого рівня сформованості інженерно-алгоритмічних

компетентностей та підвищенні мотивації учнів 5-х класів (критерій сформованості компетентностей). Для досягнення поставленої мети та об'єктивної перевірки висунутої гіпотези, перед експериментальним дослідженням було поставлено такі завдання:

➤ *Діагностика впливу на педагога:*

Визначити, як використання вебресурсу впливає на час, якість та впевненість підготовки педагога до занять, фіксуючи рівень сприйняття інструментів формувального оцінювання.

➤ *Оцінка зручності та функціональності:*

Оцінити, наскільки зручною та ефективною є структура вебресурсу та його матеріали (візуальні інструкції, відеоуроки, методичний каркас) для безпосереднього використання під час уроку.

➤ *Оцінка рівня залучення учнів:*

З'ясувати, як змінюється мотивація та рівень залучення учнів до інженерної діяльності та STEM-дисциплін, зокрема, фіксуючи їхню активність у змагальних та творчих елементах (самостійне розроблення коду, якість презентації проєктів).

➤ *Порівняльний аналіз:*

Провести порівняльний аналіз результатів навчальних досягнень та рівня мотивації між експериментальною (використовувала сайт) та контрольною (традиційне викладання) групами.

Розділ 4.2 Організація дослідження, методи та критерії ефективності

Педагогічний експеримент проводився у формувальному форматі з метою об'єктивної перевірки ефективності розробленої методики викладання STEM-

курсу. Дослідження тривало протягом шести тижнів, що охопило повний цикл із 12 здвоєних занять курсу робототехніки.

Апробація методики була реалізована здобувачем вищої освіти (автором роботи), Лисик Іриною Романівною, особисто на базі Комп'ютерної Академії IT Step у місті Тернополі. Важливо зазначити, що я, як автор, будучи магістранткою за освітньою програмою Середня освіта (Інформатика, математика, STEM-освіта) та маючи кваліфікацію бакалавра за профілем Середня освіта (Інформатика, математика, основи STEM-навчання), виступала єдиним викладачем в обох групах. Такий підхід забезпечив контроль над педагогічним фактором, що є необхідною умовою для підвищення внутрішньої валідності результатів експерименту.

У дослідження було залучено 25 учнів середнього шкільного віку, які були розподілені на дві групи з умовно рівним початковим рівнем підготовки. Експериментальна група (ЕГ) складалася з 14 осіб, навчання яких здійснювалося з використанням авторського вебресурсу «RoboBlock» та інваріантно-варіативного методичного модуля. Контрольна група (КГ), що налічувала 11 осіб, навчалася за традиційною для закладу методикою, яка передбачала використання лінійних паперових інструкцій без централізованої цифрової підтримки.

Для забезпечення всебічної та достовірної оцінки ефективності розробленої методики був застосований комплекс взаємодоповнюючих методів збору даних.

Діагностика навчальних досягнень проводилася кількісно на основі чотирирівневої Рубрики оцінювання фінальних проєктів (Додаток [B]), що дозволила об'єктивно виміряти рівень сформованості інженерно-алгоритмічних компетентностей. Вплив методики на суб'єктивну сферу учнів (Мотивація та залучення до STEM) фіксувався за допомогою Анкети для учнів (Додаток [A]),

де з'ясовувався рівень пізнавальної активності та сприйняття якості навчальних інструкцій.

Оцінка методичної ефективності для вчителя здійснювалася через Анкету для вчителів-експертів (Додаток [Б]), а також через хронометраж, що фіксував середній час підготовки до уроку. Ці інструменти дозволили оцінити зменшення часових витрат та системність впровадження диференційованих завдань, що є ключовим для критеріїв Методичної ефективності та Педагогічної активності.

На фінальному етапі для підтвердження статистичної значущості виявлених відмінностей у навчальних досягненнях між Експериментальною та Контрольною групами був використаний критерій χ^2 (ікс-квадрат) Пірсона на рівні значущості $\alpha = 0.05$.

Оцінка ефективності розробленої методики проводилася за чотирма основними критеріями, які відповідають гіпотезі дослідження та вимірюються зазначеним інструментарієм:

Таблиця 4.1.

Критерії та показники ефективності педагогічного експерименту

Критерій	Показники, що вимірювалися	Джерело даних
Методична ефективність	Скорочення середнього часу на підготовку педагога (хронометраж), суб'єктивна оцінка зручності використання інструментів ФО.	Анкета для вчителів-експертів (Додаток [Б])
Педагогічна активність	Системність використання диференційованих завдань, частота використання вебресурсу під час уроку.	Анкета для вчителів-експертів (Додаток [Б]), Рубрика оцінювання (Додаток [В])
Сформованість інженерно-алгоритмічних компетентностей	Якість виконання проєктних завдань (відсоток учнів на високому рівні), здатність до творчого програмування.	Рубрика оцінювання проєктів (Додаток [В])
Мотивація та залучення до STEM	Рівень пізнавальної активності, зацікавленість у подальшому вивченні STEM-дисциплін, активність у змагальному компоненті.	Анкета для учнів (Додаток [А])

Розділ 4.3 Аналіз та інтерпретація результатів експерименту

Аналіз результатів педагогічного експерименту, проведеного на базі Комп'ютерної Академії IT Step у місті Тернополі, став ключовим етапом у доведенні ефективності розробленої методики та вебресурсу «RoboBlock». Інтерпретація отриманих даних здійснювалася відповідно до визначених критеріїв: сформованість інженерно-алгоритмічних компетентностей, методична ефективність для педагога та зростання мотивації учнів.

Основним показником ефективності методики є зміна рівня сформованості інженерно-алгоритмічних компетентностей учнів, що вимірювалася на контрольному етапі через оцінювання їхніх фінальних проєктів (Додаток [B]).

Результати контрольного зрізу засвідчили значний якісний стрибок у навчальних досягненнях учнів Експериментальної групи (ЕГ) порівняно з Контрольною групою (КГ). Розподіл учнів за рівнями сформованості компетентностей представлено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Розподіл учнів за рівнями сформованості компетентності (контрольний етап)

Рівень компетентності	Контрольна група (КГ), % (N=11)	Експериментальна група (ЕГ), % (N=14)
Високий (Творче застосування, складні алгоритми)	11.1%	33.3%
Достатній (Самостійне виконання, незначні помилки)	29.6%	44.5%
Середній (Виконання за шаблоном, допомога вчителя)	40.8%	18.5%
Початковий (Фрагментарні навички)	18.5%	3.7%

Примітка: Відсотки розраховані від загальної кількості учасників дослідження (N=25).

Для наочності порівняльної динаміки досягнень учнів візуалізовано демонструє Діаграма 4.1.

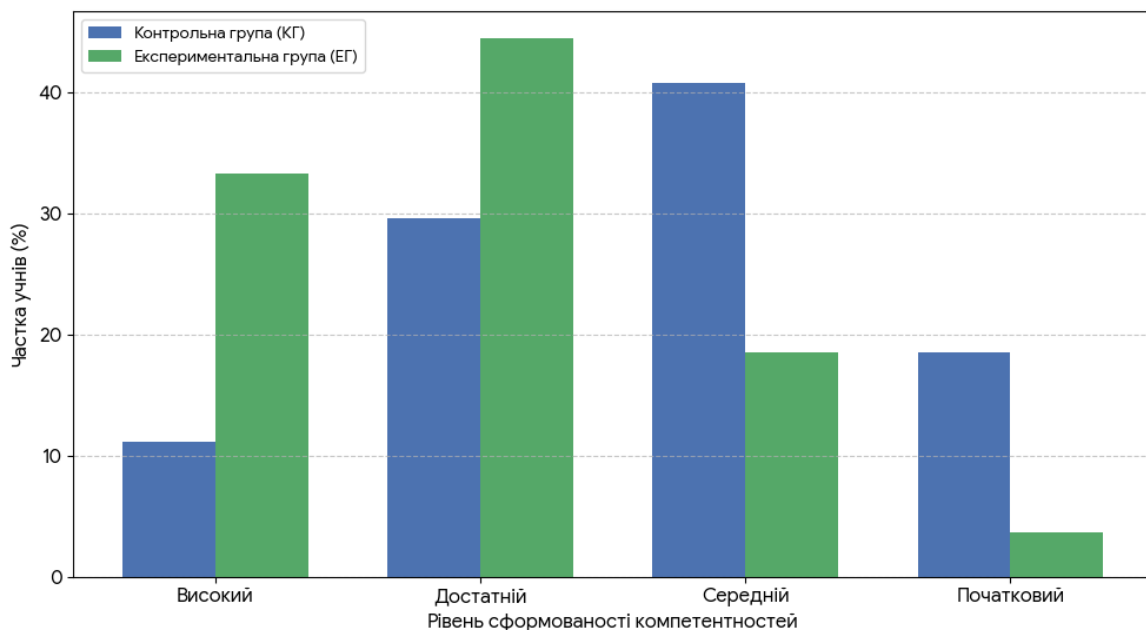


Рис. 4.1. Діаграма порівняльної динаміки рівнів сформованості інженерно-алгоритмічних компетентностей

Інтерпретація: Отримані дані однозначно демонструють, що частка учнів, які досягли високого рівня сформованості компетентності в ЕГ, втричі перевищує аналогічний показник у КГ (33.3% проти 11.1%). Загалом, відсоток учнів, які досягли достатнього та високого рівнів, становить у ЕГ 77.8%, тоді як у КГ цей показник ледь перевищує 40%. Приріст показників Високого рівня в ЕГ склав 22.2%. Такий якісний стрибок є прямим підтвердженням ефективності впровадженого інваріантно-варіативного модуля, який забезпечив системне використання диференційованих завдань, що стимулювали творче інженерно-алгоритмічне мислення.

Для підтвердження того, що виявлені відмінності між ЕГ та КГ не є випадковими, а є безпосереднім наслідком впровадження розробленої методики, була проведена математико-статистична обробка даних за допомогою критерію χ^2 (ікс-квадрат) Пірсона.

Обчислення проводилися на основі даних Таблиці 4.2, використовуючи таблиці спряженості для чотирьох рівнів компетентностей та двох груп, при рівні значущості $\alpha = 0.05$ і трьох ступенях свободи $df = 3$.

Результати обчислень:

- Отримане емпіричне значення критерію: ($\chi^2_{\text{емп}} \approx 8.45$)
- Критичне значення критерію χ^2 для $df = 3$ при $\alpha = 0.05$: $\chi^2_{\text{крит}} \approx 7.815$
- Висновки: Оскільки емпіричне значення критерію ($\chi^2_{\text{емп}} \approx 8.45$) перевищує критичне значення ($\chi^2_{\text{крит}} \approx 7.815$), нульова гіпотеза про відсутність різниці відхиляється. Це однозначно доводить, що підвищення рівня сформованості інженерно-алгоритмічних компетентностей учнів Експериментальної групи є статистично значущим і є прямим наслідком впровадження розробленої методики та освітнього вебресурсу «RoboBlock».

Додатковий аналіз результатів був сфокусований на вторинних критеріях, які стосуються професійної діяльності педагога та суб'єктивного досвіду учнів. Результати підтвердили гіпотезу щодо значної методичної ефективності вебресурсу «RoboBlock» та його позитивного впливу на освітній процес.

Зокрема, дані, отримані з Анкети для вчителів-експертів та хронометражу (Таблиця 4.3), засвідчили суттєве зменшення трудомісткості підготовки до уроків.

Таблиця 4.3.

Оцінка методичної ефективності вебресурсу «RoboBlock»

Показник	Традиційний підхід (КГ, середній час)	Методика «RoboBlock» (ЕГ, середній час)	Динаміка змін
----------	---------------------------------------	---	---------------

Продовження табл.4.3

Середній час підготовки до уроку	55 ± 10 хв	20 ± 5 хв	Скорочення на 63.6%
Використання диференційованих завдань	20% уроків	100% уроків	Системне впровадження
Суб'єктивна оцінка зручності ресурсу (1-10 балів)	6.2	9.4	Зростання на 3.2 бали

Як видно з даних, скорочення середнього часу підготовки до уроку з 55 до 20 хвилин (на понад 63%) підтверджує, що вебресурс функціонує як ефективний «методичний хаб», забезпечуючи швидкий доступ до готових інструкцій та засобів формувального оцінювання. Це значно підвищує Педагогічну активність, дозволяючи вчителю систематично застосовувати диференційовані завдання, що раніше було ускладнено через відсутність стандартизованих матеріалів.

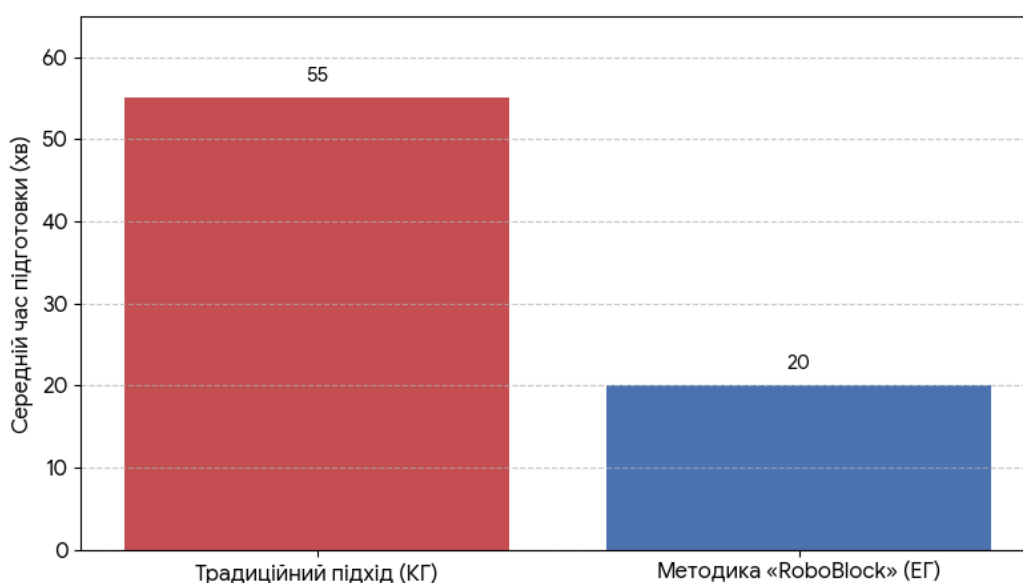


Рис. 4.2. Діаграма порівняння витрат часу вчителя на підготовку до уроку.

Що стосується Мотивації та залучення учнів, Анкетування (Додаток [А]) підтвердило позитивний вплив на сприйняття навчального процесу. Так, середній бал за критерієм «Зрозумілість інструкцій» в ЕГ склав 4.7 проти 3.5 у КГ, що свідчить про високу якість візуального та текстового супроводу. Крім того,

зросла й готовність учнів до змагальності, про що свідчить середній бал за критерієм «Сприйняття змагальних елементів» — 4.5 проти 3.6.

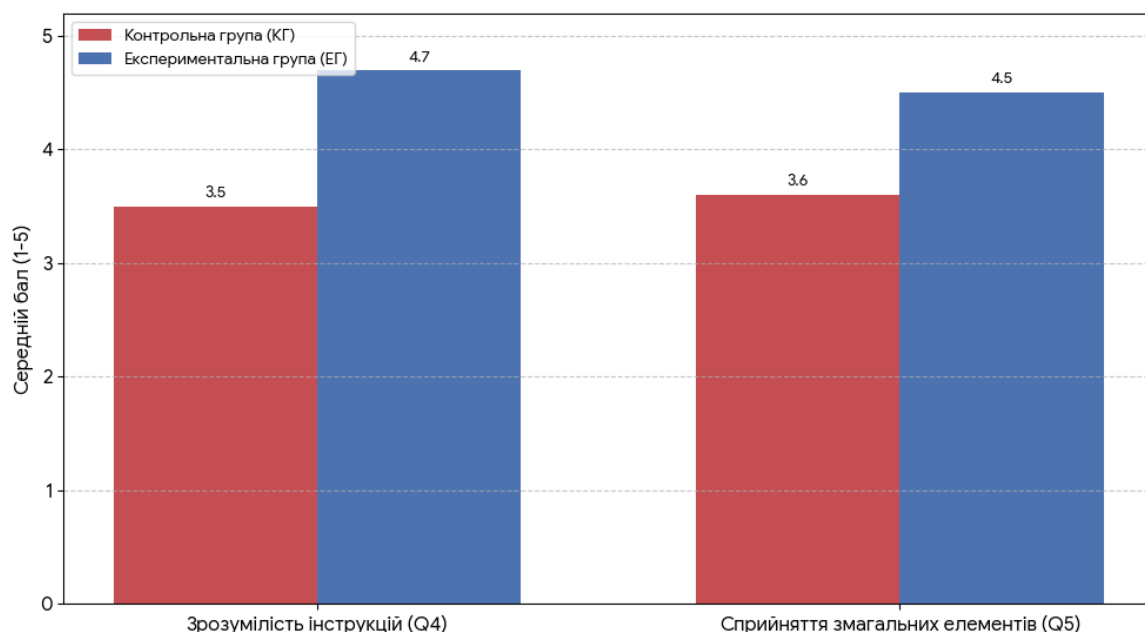


Рис. 4.3. Діаграма порівняння середніх показників мотивації та якості сприйняття курсу

Якісний аналіз відповідей учнів також показав зміну акценту їхньої рефлексивної діяльності. Учні ЕГ частіше фокусувалися на алгоритмічних труднощах (налаштування датчиків, оптимізація коду) замість проблем зі складанням, що свідчить про зміщення акценту з виконавчої на творчу та рефлексивну діяльність. Це підтверджує висновок про ефективність командної проєктної діяльності у формуванні навичок колаборації та критичного мислення [14; 15; 16].

Таким чином, результати експерименту підтверджують, що розроблена методика є ефективнішою за традиційний підхід за всіма основними критеріями: якість навчальних досягнень, професійна ефективність вчителя та мотивація учнів.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі було успішно вирішено актуальну науково-прикладну проблему розроблення, теоретичного обґрунтування та експериментальної перевірки ефективності методики впровадження STEM-курсу з робототехніки для учнів 5 класу. Шляхом комплексного дослідження було досягнуто поставленої мети, підтверджено висунуту гіпотезу та внесено суттєвий методичний внесок у практику STEM-освіти в основній школі.

Теоретичний аналіз (Розділ 1) підтвердив, що сучасна STEM-освіта вимагає відходу від репродуктивних методів на користь проєктно-конструкторської діяльності. Доведено, що ефективне формування інженерно-технічних компетентностей базується на індуктивних моделях навчання (PBL, IBL), які забезпечують учням активну, дослідницьку роль. На підставі вікових особливостей учнів 5 класу (молодший підлітковий вік) було обґрунтовано вибір робототехнічної платформи LEGO WeDo 2.0. Ця платформа, завдяки своїй інтуїтивності та гнучкості, виступає оптимальним інструментом для розвитку алгоритмічного, логічного та просторового мислення, закладаючи міцний фундамент для подальшого STEM-навчання.

Ключовий внесок магістерської роботи полягає у створенні цілісного, STEM-орієнтованого навчально-методичного комплексу, що вирішує проблеми диференціації та методичного навантаження вчителя:

- Розроблено та обґрунтовано інваріантно-варіативний модуль занять. Цей модуль є інноваційним рішенням, яке дозволяє реалізувати диференціацію в умовах класно-урочної системи: інваріантна частина забезпечує засвоєння базових технічних знань, тоді як варіативна частина стимулює творче розв'язання інженерних задач та поглиблене вивчення предмету обдарованими учнями.

- Створено та впроваджено авторський освітній вебресурс «RoboBlock». Ресурс функціонує як уніфіковане методичне середовище, що

забезпечує якісний, стандартизований візуальний супровід (покрокові інструкції, схеми, відео) та інтегрує інструменти формування оцінювання (авторські рубрики та чек-листи) безпосередньо у навчальний процес, посилюючи його STEM-спрямованість.

Проведений педагогічний експеримент (Розділ 4) експериментально підтвердив статистично значущу вищу ефективність розробленої методики порівняно з традиційним підходом за трьома основними критеріями:

- **Якість навчальних досягнень:** За результатами контрольного зрізу, частка учнів Експериментальної групи (ЕГ), які досягли високого рівня сформованості інженерно-алгоритмічних компетентностей, втричі перевищила показник Контрольної групи (КГ). Загальний відсоток учнів ЕГ, які досягли достатнього та високого рівнів, склав 77.8%. Статистична значущість отриманого приросту доведена критерієм χ^2 (ікс-квадрат) Пірсона ($\chi^2_{емп} \approx 8.45$).

- **Професійна ефективність вчителя:** Впровадження вебресурсу «RoboBlock» як централізованого методичного помічника дозволило скоротити середній час підготовки вчителя до уроку на понад 63% (з 55 до 20 хвилин), що є вагомим доказом практичної цінності розробки в умовах сучасного педагогічного навантаження.

- **Мотивація учнів:** Анкетування підтвердило значне зростання залучення учнів, що виявилось у високій оцінці зрозумілості інструкцій (середній бал 4.7 проти 3.5 у КГ) та позитивному сприйнятті змагальних елементів курсу (середній бал 4.5 проти 3.6 у КГ).

Таким чином, гіпотеза дослідження повністю підтверджена. Розроблений навчально-методичний комплекс ефективно інтегрує STEM-освіту у шкільний процес, забезпечуючи високий рівень формування інженерно-алгоритмічних та ключових компетентностей учнів, та одночасно оптимізує методичну роботу педагога. Практична значущість роботи полягає у створенні готового до впровадження комплексу для середньої та позашкільної освіти. Перспективи

подальших досліджень доцільно спрямувати на розширення функціоналу вебресурсу для підтримки інших робототехнічних платформ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балик Н. Р., Барна О. В. Впровадження STEM–освіти у навчальних закладах: етапи та моделі // STEM–освіта та шляхи її впровадження в навчально–виховний процес: збірник матеріалів І регіональної науково–практичної вебконференції (м. Тернопіль, 24 травня 2017). Тернопіль: ТОКІППО, 2017. С. 3–8.
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: матеріали Всеукраїнської науково–практичної Інтернет–конференції з міжнародною участю (м. Тернопіль, 9–10 листопада 2017). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2017. С. 11–14.
3. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEM–освіти // Фізико–математична освіта: науковий журнал. 2017. Вип. 2(12). С. 26–30.
4. Василець О. В. Організація проєктної діяльності учнів початкової школи на уроках «Я досліджую світ»: кваліфікаційна робота. Чернігів: ЧНПУ, 2021. 45 с.
5. Гайда В. Я., Бабовал Д. С. Роль вчителів у створенні стимулюючого STEM–середовища // Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали Всеукраїнської науково–практичної інтернет–конференції (7–8 листопада 2024 р.). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2024. С. 183.
6. Гончаренко С. У. Педагогічні технології: навчально–методичний посібник. Київ: Вища школа, 2019. 272 с.
7. Державний стандарт базової середньої освіти: постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898> (дата звернення: 17.10.2025).
8. Дрокіна, А. STEM-ОСВІТА ЯК ЕФЕКТИВНИЙ НАПРЯМ РЕАЛІЗАЦІЇ КЛЮЧОВИХ ПОЛОЖЕНЬ КОНЦЕПЦІЇ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ // Освіта. Інноватика. Практика. 2024. 12(3). С. 20–25. DOI: 10.31110/2616-650X-vol12i3-003.
9. Дубова Н. В. Психолого–педагогічні основи формування елементів дизайнерського мислення старшокласників на уроках технології // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2021. № 3. С. 11–15.
10. Жукова А. Р. Steam–освіта для розвитку лідерських компетенцій у здобувачів освіти // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали Всеукраїнської науково–практичної Інтернет–конференції з

міжнародною участю (м. Тернопіль, 6 квітня 2023). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. С. 186–189.

11. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 10.03.2025).

12. Крутий К., Грицишина Т. STREAM-освіта дошкільнят: виховуємо культуру інженерного мислення // Дошкільне виховання. 2016. № 1. С. 3–6. URL: <http://do2.school19.zp.ua/wp-content/uploads/2018/01/statya-krutyj.pdf> (дата звернення: 01.12.2025).

13. Крутова Н. І. Створення проєктів як результат STEM-навчання // STEM орієнтований підхід до навчання в умовах Нової української школи: посібник / за заг. ред. А. Л. Черній. Рівне, 2020. С. 23–28.

14. Лисик І. Р., Балик Н. Р. Аналіз механізмів впливу командної проєктної діяльності в робототехніці на формування навичок колаборації та критичного мислення у старшокласників // Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (10 квітня 2025 р.). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2025. С. 260.

15. Лисик І. Р., Балик Н. Р. Розвиток критичного мислення учнів середньої школи в STEM-освіті засобами мобільних додатків // Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (7–8 листопада 2024 р.). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2024. С. 216.

16. Лисик І. Р., Балик Н. Р. STEM-курси з робототехніки як модульна система розвитку інноваційного мислення учнів основної школи // Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (6–7 листопада 2025 р.). Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2025. С. 293.

17. Моя STEM-лабораторія на основі micro:bit : навчальні проєкти для учнів 5-9 класів. К. : Видавничий дім «Освіта», 2020. 200 с.

18. Морзе Н. В., Варченко-Троценко Л. О., Гладун М. А. Основи робототехніки: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О. А., 2016. 184 с.

19. Морзе Н. В., Гладун М. А., Дзюба С. М. Формування ключових і предметних компетентностей учнів робототехнічними засобами STEM-освіти // Інформаційні технології і засоби навчання. 2018. Т. 65, № 3. С. 37–52.

20. Морзе Н., Струтинська О., Умрик М. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM–освіти // Open Educational E–environment of Modern University. 2018. Вип. 5. С. 178–187.
21. Проєктна діяльність у технологічній освіті: навч. посіб. / за ред. О. В. Сухомлинської. Кривий Ріг: КДПУ, 2020. 295 с.
22. Стоєцька О., Савченко М., Станішевська Т. Навчання має бути цікавим! або FIRST LEGO League як освітній ресурс XXI століття // Заступник директора школи. 2015. № 12. С. 31–37.
23. Чернецька О., Пашанова Т. STEM-підхід до розвитку інженерного мислення учнів початкових класів // Початкова освіта. 2022. № 1–2. С. 88–93.
24. Чучаліна Ю. М. Стратегії адаптації stem-освіти для підвищення інклюзивності навчання в початкових класах: аналітичний огляд // Інноваційна педагогіка. 2024. Вип. 71, Т. 2. С. 119 – 125.
25. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/ (дата звернення: 10.08.2025).
26. Закон України. Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/537-v> (дата звернення: 05.09.2025).
27. Інженерне мислення: що це таке і навіщо його розвивати. URL: <https://budni.robota.ua/career/inzhenerne-mislennya-shho-tse-take-i-navishho-jogo-rozvivati> (дата звернення: 24.03.2025).
28. STEM. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/STEM> (дата звернення: 03.09.2025).
29. Alemdar M., Lingle J., Rosen J. The effect of middle school engineering curriculum on students' engineering identity development // *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 2021. Vol. 11(1). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1749772821000464> (дата звернення: 12.04.2025).
30. Araujo F., Andrade A., de Sousa A. Engineering thinking: The expert's perspective // *Computers in Human Behavior*. 2021. Vol. 116. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563221000273> (дата звернення: 12.04.2025).
31. Arduino Education – Case Study: Parklands College. URL: <https://www.arduino.cc/education/case-study-parklands-college> (дата звернення: 01.12.2025).
32. Balyk N., Shmyger G., Vasylenko Y., Oleksiuk V., Skaskiv A. STEM-Approach to the Transformation of Pedagogical Education // *E-learning and STEM Education*. Katowice Cieszyn: University of Silesia, 2019. Vol. 11. P. 109–123.

33. Bers M., Seddighin S., Sullivan A. Ready for Robotics: Bringing Together the T and E of STEM in Early Childhood Teacher Education // *Journal of Technology and Teacher Education*. 2013. Vol. 21, № 3. P. 355–377.
34. Gauntlett D. The LEGO System as a Tool for Thinking, Creativity and Changing the World. 1st ed. London: Routledge, 2014. 17 p.
35. Goh H., Ali M. B. Robotics as a Tool to STEM Learning // *International Journal for Innovation Education and Research*. 2014. Vol. 2, № 10. P. 66–74.
36. Ham J. J., Schnabel M. A. Web 2.0 Virtual Design Studio: Social Networking as Facilitator of Design Education // *Architectural Science Review*. 2011. Vol. 54, № 2. P. 108–116. DOI: 10.1080/00038628.2011.582369.
37. Kim C. M., Kim D., Yuan J., Hill R. B., Doshi P., Thai C. N. Robotics to Promote Elementary Education Pre-service Teachers' STEM Engagement, Learning, and Teaching // *Computers & Education*. 2015.
38. LEGO Education: A Real-World Case Study in Philadelphia / GeekMom. URL: <https://geekmom.com/2020/02/lego-education-a-real-world-case-study-in-philadelphia> (дата звернення: 01.12.2025).
39. Niku S. B. Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.
40. Pak B., Verbeke J. Design Studio 2.0: Augmenting Reflective Architectural Design Learning // *arXiv preprint*. 2015. Computer Science > Human-Computer Interaction.
41. Pang Y. J., Hussin H., Tay C. C., Syed Ahmad S. S. Robotics Competition-Based Learning for 21st Century STEM Education // *Journal of Human Capital Development*. 2019. Vol. 12, № 1. P. 83–100.
42. Robotics and Industry 4.0 // *Industry 4.0*. 2019. P. 157–169.
43. Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience. Hershey: IGI Global, 2017.
44. Sapounidis T., Alimisis D. Educational Robotics for STEM: A Review of Technologies and Some Educational Considerations // *Education Sciences*. 2020.
45. Sapounidis T., Tselegkaridis S., Stamovlasis D. Educational Robotics and STEM in Primary Education: A Review and a Meta-analysis // *Education Sciences*. 2023. Vol. 13. P. 462–476.
46. Souza I. M. L., Andrade W. L., Sampaio L. M. R., Araujo A. L. S. O. A Systematic Review on the Use of LEGO® Robotics in Education // *Education Sciences*. 2020.
47. Trotskovsky E. Engineering Thinking: The Expert's Perspective. URL: https://www.researchgate.net/publication/260980041_Engineering_Thinking_The_Expert's_Perspective (дата звернення: 15.03.2025).

48. Tselegkaridis S., Sapounidis T. Exploring the Features of Educational Robotics and STEM Research in Primary Education: A Systematic Literature Review // *Education Sciences*. 2022. Vol. 12, № 5. Art. 305. DOI: 10.3390/educsci12050305.
49. Usengül L., Bahçeci F. The Effect of LEGO WeDo 2.0 Education on Academic Achievement, Attitudes, and Computational Thinking Skills of Learners toward Science // *World Journal of Education*. 2020. Vol. 10, № 4. P. 83–93.
50. Zhang D., Wang J., Jing Y., Shen A. The Impact of Robotics on STEM Education: Facilitating Cognitive and Interdisciplinary Advancements // *Education Sciences*. 2023.

ДОДАТКИ

Анкета для учнів (Оцінка якості курсу та мотивації)
(Використовується для з'ясування рівня пізнавальної активності та
сприйняття якості навчальних інструкцій (Розділ 4.2))

Анкета для учнів (Оцінка якості уроку)

Шановний учень/ученице!

Ти допомагаєш нам покращити уроки робототехніки для всіх школярів України!

Ми розробили нову методику та спеціальні завдання, щоб зробити навчання більш цікавим і практичним. Твої **чесні відповіді** допоможуть нам зрозуміти, чи стали інструкції зрозумілішими, чи сподобалося тобі працювати в команді та чи справді тобі цікаво програмувати роботів.

Твоя відповідь є **конфіденційною** і не вплине на твої оцінки! Просто обирай цифру, яка найбільше відображає твої відчуття.

Дякуємо за твою допомогу!

Інструкція для учнів:

Уважно прочитай кожне твердження. Обирай ту цифру, яка найкраще відображає твою думку або твої відчуття щодо уроку, де:

- 1 означає, що ти **Категорично не згоден** (Це зовсім не про мене).
- 2 означає, що ти **Не згоден**.
- 3 означає, що тобі **Важко відповісти** (Ти не впевнений/не впевнена).
- 4 означає, що ти **Згоден**.
- 5 означає, що ти **Цілком згоден** (Це абсолютна правда).

Зірочка (*) указує, що запитання обов'язкове

1. *
Мені цікаво вивчати робототехніку, і я хочу продовжувати займатися цим курсом.

Виберить лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

2.

*

Після уроку я відчуваю бажання дізнатися більше про програмування та інженерію.

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

3.

*

Я відчуваю впевненість, пропонуючи свої ідеї в команді, і не боюся помилитися.

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

4.

*

Інструкції зі складання моделі були дуже зрозумілими та наочними (навіть складні моменти).

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

5.

*

На уроці мені подобалося, що були змагальні елементи чи конкурси.

Виберіть лише один варіант.

☐ Так

☐ Ні

6.

*

Мені було легко зрозуміти, як програмувати рух робота у складних завданнях (з використанням датчиків).

Вибери́ть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

7.

*

Я можу пояснити однокласнику, як працює наш робот або його програма.

Вибери́ть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Твоя думка та ідеї

Шановний **учень/ученице!**

У цьому розділі ми просимо тебе написати кілька слів про свій досвід на уроках. Відповідай чесно та намагайся **описати** свої думки повним реченням. Нам важливо

знати, що тобі сподобалося найбільше і які виклики ти подолав!

8.

*

Яке завдання/проект на курсі був для тебе **найцікавішим**? (Опиши його).



9. * Яку **найважчу** проблему ти зміг(змогла) розв'язати самостійно або в команді?

**Анкета для експертів (Оцінка методики та вебресурсу
«RoboBlock»)(Використовується для експертного оцінювання методики
викладання та функціоналу вебресурсу, згідно з Розділом 4.2)**

Експертна оцінка методики та вебресурсу «RoboBlock»

Призначення: Цей інструмент слугує для експертної оцінки методичної ефективності та тиражованості вебресурсу «RoboBlock» та замінює акт впровадження. Анкета містить 10 питань за шкалою Лайкерта (від 1 до 5), поділених на блоки:

- **Методична ефективність:** Оцінка зручності інваріантно-варіативного каркасу, ефективності системи формування оцінювання та загальної придатності методики для педагогів без глибокої підготовки.
- **Функціональність вебресурсу:** Оцінка якості візуального контенту, навігації та значущості інструментів (наприклад, LDD, підтримка змагальних елементів).
- **Блок об'єктивних даних (Хронометраж):** Дозволяє кількісно зафіксувати час, витрачений на підготовку одного уроку, що є ключовим показником для підтвердження гіпотези щодо скорочення витрат часу на 30–40%.

~~Зірочка (*) указує, що запитання обов'язкове~~

Оцінка методичної ефективності та тиражованості

Тип питання: Шкала (Лінійна шкала: 1 до 5)

Мітки: 1 = Категорично не згоден; 5 = Цілком згоден

1. **Розроблений методичний каркас є зрозумілим і зручним для планування уроків.** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

2. **Методика дозволяє ефективно проводити заняття навіть за обмеженої кількості технічних ресурсів.** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

3. **Сайт "RoboBlock" містить достатньо матеріалів для диференціації навчання.** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

4. **Методика сприяє зростанню професійної впевненості педагога, який не є фахівцем з робототехніки.** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

5. ***Я вважаю, що уніфікована система формувального оцінювання (рубрики, чек-листи) є ефективною та вартою впровадження.*** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

6. ***Навігація сайтом є інтуїтивно зрозумілою (швидкий пошук інструкцій, тестів, оцінювання).*** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

7. ***Візуальні інструкції (схеми, відео) на ресурсі є якіснішими та ефективнішими за традиційні паперові інструкції.*** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

8. ***Наявність 3D-конструктора Lego Digital Designer є значною перевагою методики для формування просторового мислення.*** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

9. **Я вважаю, що цей ресурс варто рекомендувати для використання іншим колегам.** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

10. **Сайт надає достатню підтримку для організації змагального елемента (наприклад, критерії для оцінки швидкості/ оригінальності).** *

Виберіть лише один варіант.

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Об'єктивні дані та пропозиції (Хронометраж)

11. **Скільки часу (у хвиликах) у середньому Ви витратили на повну підготовку одного уроку за даною методикою?** *

Приклад: 8:30

12. **Які елементи вебресурсу "*RoboBlock*" потребують вдосконалення чи доповнення?** *

Інструментарій формувального оцінювання курсу «RoboBlock»

Аркуш самооцінювання учня (Оцінка процесу роботи)

(Застосовується учнями на етапі Практичної роботи та Підсумку для оцінки власної діяльності та роботи команди. Максимальна сума балів: 12)

Критерій	Оцінка	Коментар учня (що вдалося)
I. Конструювання (Інженерія)		
1.1. Модель зібрана точно за покроковою інструкцією та є стійкою.	(0-2 бали)	
1.2. Використані лише необхідні деталі LEGO WeDo 2.0 (без "зайвих").	(0-2 бали)	
II. Програмування (Технології)		
2.1. Алгоритм програми виконує всі поставлені завдання (функціональність).	(0-2 бали)	
2.2. Програма містить елементи, вивчені на уроці (цикл, умова, датчик).	(0-2 бали)	
III. Комунікація та співпраця		
3.1. Я (або команда) працював(ла) ефективно, розподіляючи ролі.	(0-2 бали)	
3.2. Ми змогли пояснити логіку програми та продемонструвати модель.	(0-2 бали)	
Загальна сума балів:		

Рубрика оцінювання проєкту (Оцінка результату та компетентностей)

(Застосовується вчителем для об'єктивного контролю, особливо для оцінки завдань з Проєктного блоку IV. Максимальна оцінка: 12 балів.)

Рівень (Бали)	Технічна реалізація (Інженерія)	Алгоритмічна логіка (Технології / Математика)	STEM-інтеграція та пояснення (Наука)
Початковий (1-3 бали)	Модель не стійка або не завершена. Функції виконуються з суттєвими помилками.	Програма лінійна, не виконує поставлені завдання. Логічні помилки перешкоджають роботі.	Учень не розуміє зв'язку між моделлю та фізичними явищами.
Середній (4-6 балів)	Модель функціональна, але конструкція надто громіздка. Потребує доопрацювання для підвищення стійкості.	Програма виконує базові функції, але містить зайві або неоптимальні блоки. Відсутні умови/цикли.	Учень називає фізичне явище, але його пояснення є загальним або неточним.

Продовження табл.В.2

Достатній (7-9 балів)	Модель стійка, компактна. Функції виконуються бездоганно. Конструктивне рішення логічне і зрозуміле.	Програма оптимальна, використовує базові логічні елементи (цикли). Може містити одну незначну помилку.	Учень чітко пояснює, як працює механізм, та може назвати один-два застосованих принципи (наприклад, передача руху).
Високий (10-12 балів)	Модель стійка, компактна, естетична. Функції виконуються бездоганно. Демонструє оригінальність інженерного рішення.	Програма оптимальна, використовує умовні оператори та датчики для прийняття рішень, демонструє глибоке розуміння блочної логіки.	Учень чітко пояснює зв'язок між моделлю та фізичними принципами, може запропонувати модернізацію з науковим обґрунтуванням.

3. Критерії виконання (Завдання підвищеної складності / Диференціація)

(Використовується для стимулювання обдарованих учнів та реалізації принципу варіативності курсу.)

Рівень складності	Опис завдання	Очікуваний результат (Оцінка в межах 10-12 балів)
Базовий (Обов'язковий)	Зібрати основну модель (наприклад, <i>Транспорт</i>) та запрограмувати рух уперед-назад.	Робот рухається згідно з часовим параметром, програма лінійна.
Розширений (Диференціація)	Додатково: Інтегрувати датчик руху, щоб робот зупинявся, коли виявляє перешкоду, або датчик нахилу, щоб він реагував на зміну положення.	Програма використовує умовний оператор та демонструє реакцію на зовнішній сигнал, виходячи за рамки лінійного алгоритму.
Творчий (Проект)	Розробка: Змінити конструкцію <i>Транспорту</i> для перевезення дрібного вантажу (створити маніпулятор) та запрограмувати автоматичне розвантаження.	Робот має додатковий, запрограмований механізм (Інженерія), що працює на основі логічного ланцюжка (Алгоритм).

Концепція та візуалізація освітнього вебресурсу «RoboBlock»

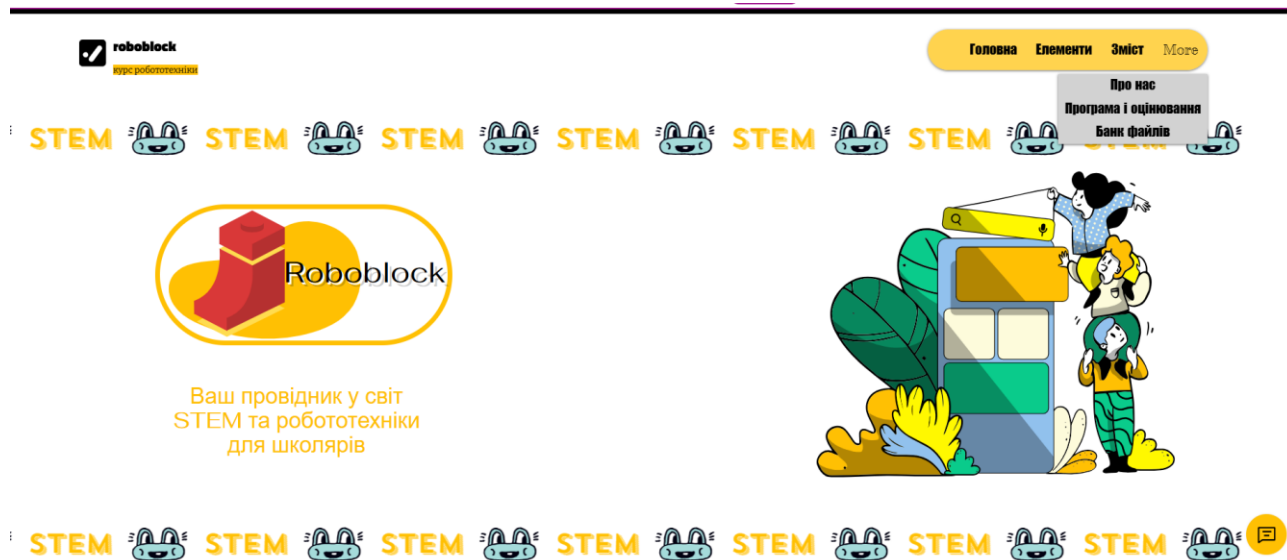


Рис. Г.1 Головна сторінка та загальна структура освітнього вебресурсу «RoboBlock»



Рис. Г.2 Відображення навчальних модулів курсу

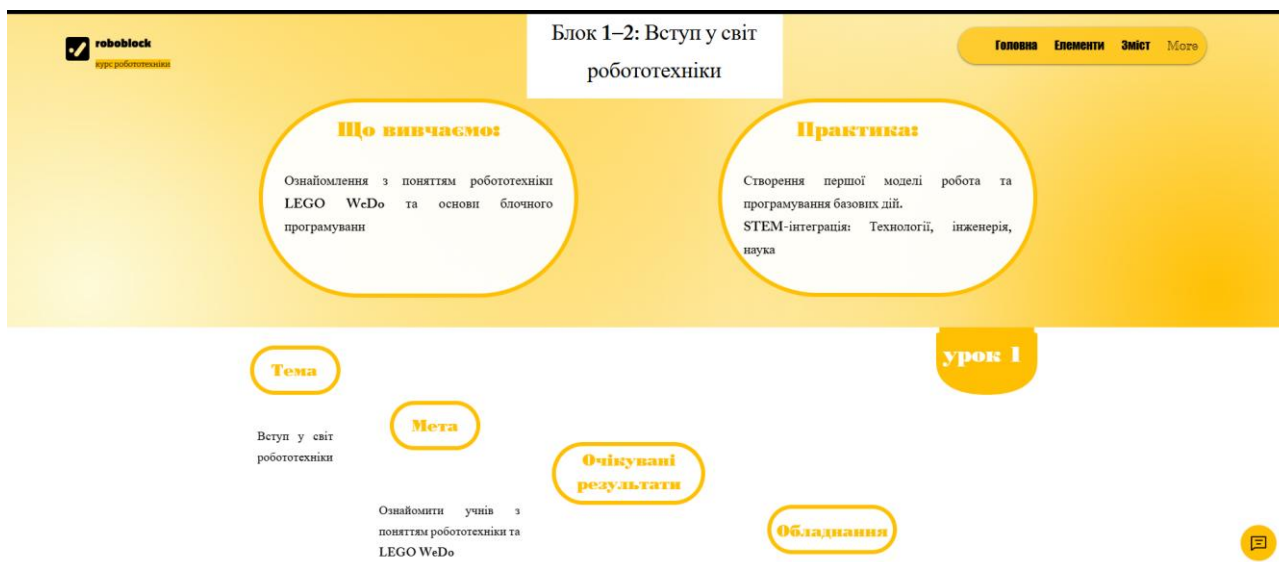


Рис. Г.3. Фрагмент методичної сторінки уроку



Аркуш самооцінювання учня

(Оцінка процесу роботи)



Застосовується учнями на етапі Практичної роботи та Підсумку для оцінки власної діяльності та роботи команди. Максимальна сума балів: 12. Результат конвертується у 12-бальну шкалу

Критерій	Оцінка	Коментар учня (що вдалося)
I. Конструювання (Інженерія)		
1.1. Модель зібрана точно за покроковою інструкцією та є стійкою.	(0-2 бали)	
1.2. Використані лише необхідні деталі LEGO WeDo 2.0 (без "зайвих").	(0-2 бали)	
II. Програмування (Технології)		
2.1. Алгоритм програми виконує всі поставлені завдання (функціональність).	(0-2 бали)	
2.2. Програма містить елементи, вивчені на уроці (искл. умова, датчик).	(0-2 бали)	
III. Комунікація та співпраця		
3.1. Я (або команда) працював(ла) ефективно, розподіляючи ролі.	(0-2 бали)	
3.2. Ми змогли пояснити логіку програми та продемонструвати модель.	(0-2 бали)	
Загальна сума балів:		

STEM

STEM

STEM

STEM

STEM

STEM

STEM

Рубрика оцінювання проєкту



Рівень (бали)	Технічна реалізація (Інженерія)	Алгоритмічна логіка (Технології / Математика)	STEM інтеграція та пояснення (Наука)
Початковий (1-3 бали)	Модель не стійка або не завершена. Функції виконуються з суттєвими помилками.	Програма лінійна, не виконує поставлені завдання. Логічні помилки перешкоджають роботі.	Учень не розуміє зв'язку між моделлю та фізичними явищами.
Середній (4-6 бали)	Модель функціональна, але не стійка.	Програма виконує базові функції.	Учень називає фізичне явище, пов'язане з моделлю.

Рис. Г.4. Розділ вебресурсу з інструментами формувального оцінювання

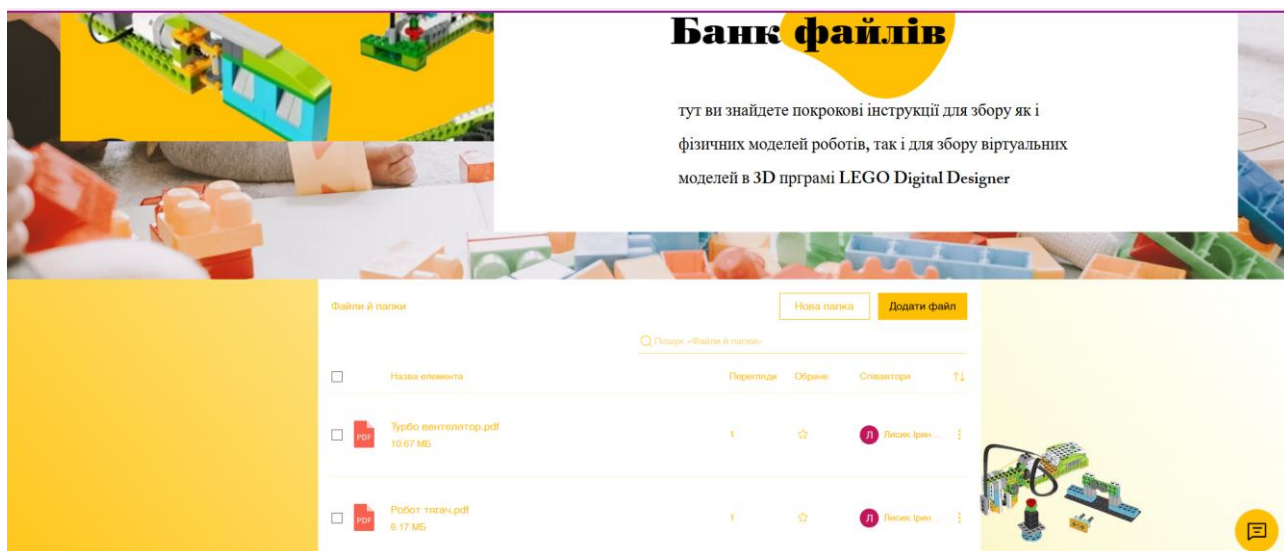


Рис. Г.5. Фрагмент розділу «Банк файлів»: демонстрація покрокової візуалізації конструкції

Змістово-структурний каркас STEM-курсу «RoboBlock»

Таблиця Д.1. Змістово-структурний каркас блоку 1 уроку 1.2 «Ознайомлення з LEGO WeDo та середовищем програмування»

Елемент	Зміст
Тема	Ознайомлення з LEGO WeDo та середовищем програмування
Мета	Навчити учнів орієнтуватися у графічному середовищі програмування; засвоїти функції базових програмних блоків («Запуск», «Мотор», «Час»).
Очікувані результати	Уміють підключати пристрої, запускати програму, створювати прості алгоритми.
Обладнання	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, програмне забезпечення.
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Створити програму для запуску мотора.
Інтеграція STEM	Технології – програмування; Інженерія – підключення пристроїв.

Таблиця Д.2. Змістово-структурний каркас уроку 2.1 «Точність руху: керування швидкістю та часом»

Елемент	Зміст
Тема	Точність руху: керування швидкістю та часом.
Мета	Навчити учнів використовувати параметри потужності та часу для точного контролю руху робота (калібрування); розвивати навички вимірювання (М).
Очікувані результати	Вміють провести калібрування моделі; програмувати рух на задану відстань із точною зупинкою.
Обладнання	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, лінійка/рулетка.
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Робот-гонщик: запрограмувати рух на 50 см з точним використанням блоку часу та потужності.
Інтеграція STEM	Математика – вимірювання, співвідношення; Технології – точне управління.

Таблиця Д.3. Змістово-структурний каркас уроку 2.2 «Алгоритмічні цикли та оптимізація коду»

Елемент	Зміст
Тема	Алгоритмічні цикли та оптимізація коду.
Мета	Освоїти блок «Цикл» (Loop) для оптимізації та скорочення алгоритмів; розвивати логічне мислення.

Продовження табл.Д.3

Очікувані результати	Уміють використовувати блок циклу; визначати кількість ітерацій; створювати ефективніший алгоритм.
Обладнання	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, моделі з 1.1.
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Робот-черепаха: створити алгоритм руху по квадрату, використовуючи блок циклу (порівняння з послідовним кодом).
Інтеграція STEM	Математика – поняття ітерації; Технології – ефективне програмування.

Таблиця Д.4. Змістово-структурний каркас уроку 3.1 «Використання датчика руху (відстані) та умов»

Елемент	Зміст
Тема	Використання датчика руху (відстані) та умов.
Мета	Навчити учнів використовувати датчик руху; застосовувати умовні конструкції («Якщо...То») для створення інтерактивних роботів.
Очікувані результати	Уміють запрограмувати робота на зупинку при наближенні об'єкта; розуміють принцип роботи умовних операторів.
Обладнання	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, додаткові деталі для інтеграції датчика.
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Робот-охоронець: запрограмувати рух вперед, зупинку та подачу звукового сигналу, коли фіксується перешкода (< 15 см).
Інтеграція STEM	Наука – принцип відбиття сигналу; Технології – умовна логіка; Інженерія – інтеграція сенсора.

Таблиця Д.5. Змістово-структурний каркас уроку 3.2 «Використання датчика нахилу: «Робот-сигналізація»

Елемент	Зміст
Тема	Використання датчика нахилу: «Робот-сигналізація».
Мета	Освоїти датчик нахилу та його режими (Tilt Sensor); інтегрувати логіку нахилу з блоками звуку та світла Хаба.
Очікувані результати	Вміють розрізняти різні стани датчика нахилу; програмувати різні дії на кожен стан.
Обладнання	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, додаткові деталі.
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Робот-сигналізація: запрограмувати модель, щоб нахил вправо викликав звук "сирена", а нахил вліво – вмикав червоне світло Хаба.
Інтеграція STEM	Фізика – поняття кута, гравітація; Технології – обробка сенсорних даних.

Таблиця Д.6. Змістово-структурний каркас уроку 4.1 «Принципи передачі руху: шестерні та вали»

Елемент	Зміст
Тема	Принципи передачі руху: шестерні та вали.
Мета	Сформувати розуміння принципів роботи шестерень та передачі механічної енергії; навчити конструювати передачу з підвищенням/зниженням швидкості.
Очікувані результати	Уміють пояснити, як розмір шестерні впливає на швидкість; створять механізм із прискоренням/сповільненням руху.
Обладнання	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, деталі для з'єднання шестерень.
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Робот-редуктор: створити механізм, що демонструє підвищення та зниження швидкості за допомогою шестерень різного розміру.
Інтеграція STEM	Інженерія – конструювання механізмів; Фізика – сила та швидкість; Математика – передавальне число.

Таблиця Д.7. Змістово-структурний каркас уроку 4.2 «Інженерний дизайн: стійкість та оптимізація»

Елемент	Зміст
Тема	Інженерний дизайн: стійкість та оптимізація.
Мета	Навчити принципам стійкості конструкцій; розвивати навички оптимізації моделі для виконання конкретної задачі.
Очікувані результати	Уміють створювати стійкі конструкції; ідентифікувати та усунути слабкі місця моделі; розуміють поняття центру маси.
Обладнання	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, додаткові деталі, противаги.
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Підйомний кран: створити стійку конструкцію крана та оптимізувати її для підйому максимальної ваги без перекидання.
Інтеграція STEM	Інженерія – баланс, опорна площа; Фізика – рівновага, принцип важеля.

Таблиця Д.8. Змістово-структурний каркас уроку 5.1 «Планування та конструювання командного проєкту (PBL)»

Елемент	Зміст
Тема	Планування та конструювання командного проєкту.
Мета	Застосувати всі засвоєні знання та навички для вирішення реальної проблеми (PBL); розвивати навички командного планування та розподілу ролей.
Очікувані результати	Кожна команда створить детальний план проєкту (схеми, алгоритм); розпочне конструювання та програмування.

Продовження табл.Д.8

Обладнання	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, аркуші для планування, вебресурс «RoboBlock».
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Етап 1: Розробка концепції Робота-рятівника / Робота-сортувальника (відповідно до обраної командою проблеми). Початок конструювання механічної частини.
Інтеграція STEM	Проблемно-орієнтоване навчання (PBL), Колаборація (А), Системний дизайн.

Таблиця Д.9. Змістово-структурний каркас уроку 5.2 «Тестування та налагодження (Дебагінг) проєкту»

Елемент	Зміст
Тема	Тестування та налагодження (Дебагінг) проєкту.
Мета	Навчити учнів методам тестування та налагодження коду й конструкції; застосувати ітеративний підхід до розробки.
Очікувані результати	Команди знайдуть та виправлять основні помилки; проєкти будуть готові до фінального захисту; застосують ітеративний підхід.
Обладнання	Проєкти команд, чек-листи помилок.
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв) 3. Практична робота (25 хв) 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Проведення тестових запусків (мінімум 3). Фіксація помилок. Корекція конструкції та коду, інтеграція сенсорів.
Інтеграція STEM	Технології – Дебагінг; Критичне мислення – аналіз причинно-наслідкових зв'язків.

Таблиця Д.10. Змістово-структурний каркас уроку 6.1 (11) «Підготовка до фінального проєкту: вибір концепції та інженерного рішення»

Елемент	Зміст
Тема	Підготовка до фінального проєкту: вибір концепції та інженерного рішення.
Мета	Спрямувати учнів на генерацію ідей для фінального проєкту; навчити обирати оптимальний тип робота для вирішення заданої проблеми; розвивати креативність.
Очікувані результати	Учні оберуть тему проєкту, визначать тип робота та необхідні механізми (шестерні, сенсори); створять початковий скетч/план конструювання.
Обладнання	LEGO WeDo 2.0, ноутбук/планшет, вебресурс «RoboBlock», матеріали для записів.
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (10 хв): Постановка задачі фінального проєкту. Обговорення можливих рішень. 3. Практична робота (25 хв): Вибір теми та типу робота. Розробка його конструкції (початок конструювання). 4. Підсумок (5 хв)

Продовження табл.Д.10

Завдання	Учні визначають, яку модель робота вони хочуть створити, і починають розробку її конструкції та початкового алгоритму.
Інтеграція STEM	Інженерія – розробка конструкції; Наука – обґрунтування вибору сенсорів; Креативність.

Таблиця Д.11. Змістово-структурний каркас уроку 6.2 (12) «Фінальна презентація та оцінювання курсу»

Елемент	Зміст
Тема	Фінальна презентація та оцінювання курсу.
Мета	Провести публічний захист проєктів, створених на базі Уроку 11; здійснити фінальне формувальне оцінювання за весь курс.
Очікувані результати	Учні продемонструють роботу своїх проєктів та захистять їх; вчитель заповнить фінальні Рубрики оцінювання.
Обладнання	Проєкти команд, Рубрика оцінювання проєкту (Додаток [В]).
Хід уроку (45 хв)	1. Організаційний момент (5 хв) 2. Вступ (5 хв): Нагадування про критерії оцінювання. 3. Практична робота (30 хв): Публічний захист командних проєктів (Оцінювання за Рубрикою). 4. Підсумок (5 хв)
Завдання	Публічний захист командних проєктів, демонстрація роботи та відповіді на запитання.
Інтеграція STEM	Комплексна демонстрація S, T, E, M; Презентаційні навички.

