

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
Фізико-математичний факультет
Кафедра інформатики та методики її навчання

Кваліфікаційна робота
РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШИХ
КЛАСІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ
STEM-ОСВІТИ
Спеціальність 014 Середня освіта

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

Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Кавки Людмили Тарасівни

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат педагогічних наук, доцент
Карабін Оксана Йосифівна

РЕЦЕНЗЕНТ:
доктор педагогічних наук, професор,
доцент кафедри комп'ютерної та
програмної інженерії УДУ
імені М. Драгоманова
Малежик Петро Михайлович

Тернопіль – 2025

АНОТАЦІЯ

Кавка Л. Т. Розвиток цифрової компетентності учнів старших класів закладів загальної середньої освіти в умовах STEM-освіти. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014 Середня освіта. ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 62 с.

У кваліфікаційній роботі теоретично обґрунтовано основи розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти. Проаналізовано науково-педагогічні та нормативні джерела, визначено зміст і структуру цифрової компетентності та особливості її розвитку у старшому шкільному віці. Конкретизовано методичні підходи й прийоми розвитку цифрової компетентності на уроках інформатики в умовах STEM-освіти. Розроблено методику розвитку цифрової компетентності учнів старших класів та здійснено експериментальну перевірку її ефективності. Результати педагогічного експерименту засвідчили підвищення рівня цифрової компетентності учнів експериментальної групи, що підтверджує доцільність упровадження запропонованої методики в освітній процес закладів загальної середньої освіти.

Ключові слова: цифрова компетентність, STEM-освіта, учні старших класів, інформатика, педагогічний експеримент, проєктна діяльність.

ABSTRACT

Kavka L. T. The Development of Digital Competence in High School Students of General Secondary Education Institutions within the Context of STEM Education. Qualification thesis for the degree of «Master» in the specialty 014 Secondary Education. Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, 2025. 62 p.

The qualification thesis theoretically substantiates the fundamentals of developing digital competence in high school students of general secondary education institutions within the context of STEM education. Scientific and regulatory sources are analyzed, and the content, structure, and developmental features of digital competence in high school students are defined. Methodological approaches and techniques for developing digital competence in computer science lessons within the context of STEM education are specified. A methodology for developing digital competence of high school students is developed and experimentally tested. The results of the pedagogical experiment demonstrate an increase in the level of digital competence among students of the experimental group, confirming the effectiveness of the proposed methodology.

Keywords: digital competence, STEM education, high school students, computer science, pedagogical experiment, project-based learning.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ	
КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШИХ КЛАСІВ.....	8
1.1 Цифрова компетентність як ключова складова сучасної освіти та її структурні компоненти	8
1.2 Особливості розвитку цифрової компетентності у старшому шкільному віці.....	13
1.3 STEM-освіта як інноваційна модель розвитку ключових компетентностей учнів.....	17
Висновки до першого розділу	21
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ	
КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШИХ КЛАСІВ В УМОВАХ STEM-	
ОСВІТИ	23
2.1 Огляд цифрових інструментів, що сприяють розвитку цифрової компетентності.....	23
2.2 Аналіз змісту навчальної програми з інформатики старшої школи	26
2.3 Методичні підходи та прийоми інтеграції STEM в освітньому процесі учнів старших класів.....	30
2.4 Розробка методичних рекомендацій та навчально-методичних матеріалів для розвитку цифрової компетентності учнів старших класів	33
Висновки до другого розділу	48
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ	
РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШИХ	
КЛАСІВ В УМОВАХ STEM-ОСВІТИ.....	51
3.1 Обґрунтування критеріїв, показників цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти	51
3.2 Аналіз та узагальнення результатів експерименту	54
Висновки до третього розділу	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63
ДОДАТКИ	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЦК – цифрова компетентність

НУШ – Нова українська школа

ШІ – штучний інтелект

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

ПЗ – програмне забезпечення

ЗЗСО – заклади загальної середньої освіти

ВСТУП

Актуальність дослідження. Швидкі темпи розвитку технологій та зміни в соціально-економічній сфері висувають нові вимоги до підготовки молоді, Сьогодні успішна діяльність здобувача освіти неможлива без уміння працювати в цифровому середовищі, аналізувати інформації, критично її осмислювати та вдало використовувати цифрові інструменти для розв'язання практичних завдань. У зв'язку з цим зростає потреба у розвитку цифрової компетентності як комплексної здатності, що поєднує технічні знання, критичне мислення, вміння вчитися протягом всього життя та адаптації до змін. Дані якості стають визначальними для професійної реалізації особистості та її активної діяльності в сучасному суспільстві.

Актуальність розвитку цифрова компетентність підкріплюється сучасними освітніми тенденціями: вона закріплена у Законі України «Про освіту» як одна з ключових, а її формування є пріоритетом Концепції «Нова українська школа». У контексті глобальних інновацій, необхідність цілеспрямованого розвитку ЦК нерозривно пов'язана з упровадженням STEM-освіти. STEM-підхід, що базується на трансдисциплінарній інтеграції та інженерному дизайн-мисленні, створює найбільш ефективний полігон для практичного застосування та поглиблення цифрових навичок учнів старших класів. У процесі роботи над комплексними STEM-проєктами знання з інформатики перетворюються на практичні вміння, що необхідні для вирішення реальних технічних завдань. У цьому контексті шкільний курс інформатики відіграє особливу роль, адже він створює сприятливі умови для розвитку цифрової компетентності та її системного поглиблення в контексті STEM-освіти. Зокрема, такі види діяльності, як робота з програмним забезпеченням, моделювання, аналіз даних та командна співпраця, забезпечують комплексний розвиток всіх сфер ЦК, від кодування до цифрової безпеки.

Проблематика розвитку цифрової компетентності та впровадження STEM-освіти активно досліджується в працях вітчизняних і зарубіжних

науковців. Зокрема, питання формування цифрової компетентності учасників освітнього процесу висвітлено в роботах В. Бикова, Н. Морзе, О. Карабін, О. Овчарук, Л. Тітової, Я. Сікори, О. Будник. Теоретичні та методичні засади STEM-освіти розкрито у дослідженнях Н. Балик, В. Рогоза, В. Гайди, Н. Куркай, Є. Сльпітіфорова та ін. Окремі аспекти інтеграції цифрових технологій, проєктної діяльності та діяльнісних методів навчання представлено в роботах сучасних закордонних дослідників (D. Córdova-Esparza, Z. Ješková, W. Wang та ін.). Водночас аналіз наукових джерел свідчить про недостатню кількість практично орієнтованих досліджень, присвячених цілісній методиці розвитку цифрової компетентності учнів старших класів саме в умовах STEM-освіти, що зумовлює актуальність обраної теми. З огляду на вищезазначене, обрано тему кваліфікаційної роботи: **«Розвиток цифрової компетентності учнів старших класів закладів загальної середньої освіти в умовах STEM-освіти».**

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та розробити методику розвитку цифрової компетентності учнів старших класів закладів загальної середньої освіти в умовах STEM-освіти й експериментально перевірити її дієвість.

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

1. Теоретично обґрунтувати основи розвитку цифрової компетентності учнів старших класів закладів загальної середньої освіти.
2. Виявити особливості розвитку цифрової компетентності учнів старших класів.
3. Конкретизувати методичні підходи та прийоми розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти.
4. Розробити методику розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти та експериментально перевірити їх дієвість.

Об’єкт дослідження – освітній процес учнів старших класів закладів загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – методика розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти.

Для досягнення мети та реалізації поставлених завдань було використано комплекс взаємопов'язаних методів дослідження: *теоретичні методи*: аналіз, синтез, систематизація науково-педагогічної літератури, нормативно-правових документів, навчальних програм; *емпіричні методи*: педагогічний експеримент, тестування (контрольний та заключний тести), спостереження, анкетування (для збору та перевірки даних); *методи математичної статистики* (для кількісного та якісного аналізу результатів експерименту).

Наукова новизна полягає в обґрунтуванні та розробленні методики розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти, яка базується на інтеграції діяльнісних освітніх технологій, інженерного дизайн-мислення та цілеспрямованого використання цифрових інструментів; уточненні критеріїв, показників і рівнів сформованості цифрової компетентності старшокласників у контексті STEM-освіти.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці навчально-методичних матеріалів і комплексу вправ STEM-спрямування для розвитку цифрової компетентності учнів старших класів. Запропоновані матеріали можуть бути безпосередньо використані вчителями інформатики в освітньому процесі, зокрема на уроках інформатики, факультативних заняттях, у діяльності Малої академії наук України, а також у позакласній та проєктній роботі закладів загальної середньої освіти України. Отримані результати можуть слугувати підґрунтям для подальшого вдосконалення педагогічної практики в умовах реалізації компетентнісного підходу.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШИХ КЛАСІВ

1.1 Цифрова компетентність як ключова складова сучасної освіти та її структурні компоненти

Стрімкий розвиток цифрових технологій у ХХІ столітті суттєво змінює спосіб життя людини, впливаючи на всі сфери її діяльності – від повсякденного спілкування та отримання інформації до роботи, навчання, відпочинку й побутових процесів. Сучасний здобувач освіти постійно взаємодіє з технологіями: користується цифровими сервісами, онлайн-платформами, застосунками, комунікаційними інструментами, електронними освітніми ресурсами. Зазначені обумовленості потребують умінь працювати з інформацією, використовувати цифрові інструменти безпечно та ефективно, критично оцінювати цифровий контент. Саме тому цифрова компетентність стає однією з ключових компетентностей, необхідних для успішної соціальної адаптації та професійного становлення учнів старших класів.

У психолого-педагогічній літературі поняття «цифрова компетентність» має декілька близьких визначень. Науковці Н. Балик, Н. Морзе, В. Биков, О. Карабін, Г. Генсерук, О. Гуменний, О. Будник трактують дану дефініцію, як сукупність знань, умінь, мотивації та відповідального ставлення до використання цифрових технологій у різних життєвих ситуаціях. Дослідники також використовують поняття «цифрова грамотність», «інформаційно-цифрова компетентність», «компетентність у сфері ІКТ». Незважаючи на різні формулювання, усі вони підкреслюють надбання особистості:

- працювати з цифровою інформацією;
- використовувати технічні засоби й цифрові сервіси;
- критично сприймати контент;
- дотримуватися норм цифрової безпеки та етики;

- застосовувати технології для навчання, творчості та комунікації [2; 4; 9; 15; 23; 30].

Зауважимо, що цифрова компетентність має комплексний характер і виходить далеко за межі технічних умінь, вона включає культурні, комунікативні, соціальні та етичні аспекти взаємодії з цифровим середовищем.

Нині спостерігається потреба у чіткій та структурованій моделі цифрової компетентності, яку можна застосовувати в освіті, професійній діяльності та повсякденному житті.

На міжнародному рівні таким орієнтиром є Європейська рамка цифрової компетентності громадян DigComp, що стала базовим стандартом у багатьох країнах світу. Вона визначає п'ять взаємопов'язаних сфер цифрової компетентності та описує, які саме уміння необхідні сучасному громадянину для ефективної взаємодії з цифровим середовищем:

1. Інформаційна грамотність – уміння шукати, оцінювати, обробляти й систематизувати інформацію з різних джерел.

2. Комунікація та співпраця – використання цифрових технологій для взаємодії, спільної роботи, участі в онлайн-спільнотах.

3. Створення цифрового контенту – уміння створювати, редагувати та поширювати цифрові матеріали (текстові документи, презентації, графіку, відео тощо).

4. Безпека – забезпечення захисту персональних даних, технічної безпеки, здоров'я та благополуччя в онлайн-середовищі.

5. Вирішення проблем – здатність обирати цифрові інструменти для навчальних або професійних завдань, шукати технічні рішення та адаптуватися до нових технологій [29; 40].

Щоб показати практичне значення моделі DigComp для освітнього процесу, подамо узагальнену таблицю [9; 12].

Таблиця 1.1

Структура цифрової компетентності за DigComp

Сфера цифрової компетентності	Основні напрями	Актуальність для освіти
Інформаційна грамотність	Пошук, аналіз, оцінювання та зберігання інформації	Формує навички роботи з освітніми ресурсами, науковими матеріалами, сприяє розвитку критичного мислення
Комунікація та співпраця	Онлайн-взаємодія, участь у цифрових спільнотах, мережевий етикет	Підтримує групові проєкти, дистанційне та змішане навчання, комунікацію з учителями та однолітками
Створення цифрового контенту	Редагування даних, створення текстів, презентацій, медіаматеріалів; авторське право	Сприяє розвитку творчості, формує навички презентації результатів, розуміння авторського права
Безпека	Захист персональних даних, кібербезпека, здоров'я та благополуччя онлайн	Підвищує рівень безпечної поведінки учнів, попереджає ризики цифрового середовища
Вирішення проблем	Використання цифрових інструментів для пошуку рішень, технічні навички	Допомагає учням знаходити технологічні рішення у навчальних проєктах та повсякденних ситуаціях

Отже, структура цифрової компетентності за DigComp демонструє її комплексний характер: вона охоплює роботу з інформацією, комунікацію,

створення цифрового контенту, безпеку та вирішення проблем. Для освітнього процесу це означає, що цифрова компетентність має формуватися системно, не лише через технічні навички, а й через розвиток критичного мислення, творчості, відповідального ставлення до цифрового середовища та здатності застосовувати технології для навчання й саморозвитку. Модель DigComp стає корисною основою для розробки навчальних програм, методичних підходів і критеріїв оцінювання результатів навчання.

У вітчизняному освітньому просторі розвиток цифрової компетентності здобувачів освіти відображений у Концепції нової української школи та Державних стандартах загальної середньої освіти [10; 28]. Важливо зазначити, що в НУШ цифрова компетентність подається під назвою «інформаційно-комунікаційна компетентність», яка входить до переліку ключових компетентностей, що мають формуватися протягом усього періоду навчання.

Інформаційно-комунікаційна компетентність у НУШ визначається як здатність здобувачів упевнено, критично та відповідально використовувати цифрові технології для навчання, спілкування, створення інформаційних продуктів і розв'язання різних завдань. Таке надбання підкреслює не лише технічну, а й соціальну та етичну складові цифрової компетентності.

Важливо й те, що цифрова компетентність не обмежується вивченням інформатики: вона може й повинна формуватися в межах багатьох навчальних предметів. Такий підхід пояснюється тим, що цифрові технології присутні в усіх сферах життя, а отже, і в різних компонентах освітньої діяльності.

Практичне відображення структури цифрової компетентності можна побачити у Свідоцтві досягнень здобувача освіти, де подано результати в межах інформатичної освітньої галузі. Виділено такі групи результатів навчання:

- працює з інформацією, даними, моделями;
- створює інформаційні продукти;
- працює у цифровому середовищі;
- безпечно та відповідально використовує інформаційні технології [35].

Виокремлені групи фактично відображають ключові напрями цифрової компетентності, які мають бути сформовані в здобувачів і корелюють зі сферами DigComp (рис. 1.1). Таким чином, українські освітні документи поєднують міжнародні підходи зі специфікою навчального процесу в закладах загальної середньої освіти.

УЗГОДЖЕНІСТЬ МІЖНАРОДНОЇ РАМКИ DIGCOMP ТА КОНЦЕПЦІЇ НУШ



Рис. 1.1 Узгодженість сфер DigComp та груп результатів навчання інформатичної освітньої галузі НУШ

Таким чином, цифрова компетентність є невід’ємною складовою сучасної освіти, оскільки дає школярам змогу критично оцінювати інформацію та безпечно використовувати цифрові технології. Міжнародна рамка DigComp пропонує чітку структуру цифрової компетентності, яка охоплює інформаційну, комунікативну, творчу, безпекову та проблемно-орієнтовану діяльність. Українські освітні стандарти та Концепція НУШ узгоджуються з цими підходами, визначаючи цифрову компетентність (інформаційно-комунікаційну) як одну з ключових компетентностей здобувачів освіти. Сформованість цифрової компетентності стає важливою умовою успішного навчання,

подальшої професійної діяльності та реалізації особистісного потенціалу в сучасному суспільстві, що визначає актуальність подальшого дослідження методичних підходів до її розвитку.

1.2 Особливості розвитку цифрової компетентності у старшому шкільному віці

Період старшої школи (переважно 15–17 років) є завершальною фазою підліткового віку та переходом до юнацького. Це час інтенсивних біологічних, психологічних і соціальних змін, що робить його одним із найдинамічніших періодів розвитку особистості. Психолого-педагогічні особливості цього вікового етапу створюють сприятливі умови для цілеспрямованого формування ключових компетентностей, зокрема цифрової компетентності, яка є необхідною умовою успішної адаптації у сучасному інформаційному світі.

З точки зору вікової психології, старший шкільний вік є періодом активного пошуку власної ідентичності (за Е. Еріксоном). Старшокласники намагаються зрозуміти свої цінності, життєві орієнтири та їхнє місце у суспільстві [19]. Значна частина цього пошуку відбувається в цифровому середовищі, де формується їхня цифрова ідентичність (друга сфера ЦК [29]), відпрацьовуються моделі поведінки, стилі комунікації та соціальні ролі.

У когнітивному розвитку старшокласники досягають стадії формальних операцій (за Ж. Піаже), що дозволяє їм оперувати абстрактними поняттями, мислити гіпотетико-дедуктивно та системно, аналізувати складні ситуації й планувати дії на довгострокову перспективу. Зона найближчого розвитку у цей період значно розширюється, що підвищує їхню готовність до активного засвоєння нових знань та навичок, особливо тих, що вимагають співпраці та використання цифрових інструментів [17].

Провідним психологічним новоутворенням цього вікового періоду є усвідомлення себе як особистості та формування ціннісних орієнтацій [39]. Підвищується рівень рефлексії та здатність до самоаналізу, критичної оцінки

власних сильних і слабких сторін, а також усвідомлення своїх емоцій та мотивації. Такі процеси відкривають нові можливості для цілеспрямованого розвитку навичок цифрового самоменеджменту (п'ята сфера ЦК [29]): саморегуляції, прийняття рішень щодо раціонального використання інформаційних технологій, управління часом та дотримання правил цифрової безпеки (четверта сфера ЦК [29]).

Старшокласники прагнуть більшої автономії, але водночас зберігають високу потребу в соціальному визнанні та приналежності до групи однолітків. У даному віці значно зростає роль ровесників, а комунікативна взаємодія домінує [5]. Оскільки значна частина соціальної комунікації переміщується у цифрове середовище, група однолітків стає полігоном для відпрацювання соціальних ролей через онлайн-платформи. Така властивість підвищує значущість комунікації та співпраці (друга сфера ЦК [29]): вміння вести конструктивний діалог у чатах, ефективно працювати в команді за допомогою спільних цифрових інструментів (Google Docs, Trello, Miro), а також вирішувати конфлікти та дотримуватися норм цифрової етики. Складність полягає в тому, що саме в цьому віці здобувачі освіти є емоційно нестабільними та вони часто стикаються з проблемами кібербулінгу, що вимагає від педагогів спеціальної підтримки розвитку цифрової етики та безпеки.

Когнітивна сфера старшокласників зазнає якісних змін, які безпосередньо впливають на оволодіння ЦК. Формування гіпотетико-дедуктивного та системного мислення дозволяє учням не лише користуватися готовими програмами, але й розуміти принципи їхньої роботи. Розвивається здатність до абстрагування, комплексного аналізу інформації з різних джерел, критичного осмислення фактів і виявлення маніпуляцій [17; 19]. Якраз когнітивна зрілість створює природні умови для розвитку таких компонентів ЦК, як критичне оцінювання інформації (перша сфера ЦК [29]), кодування та алгоритмізація (третя сфера ЦК [29]), а також вирішення складних цифрових проблем (п'ята сфера ЦК [29]) в умовах невизначеності.

Ще однією важливою особливістю є поступовий перехід від зовнішньої мотивації до внутрішньої. Старшокласники дедалі більше керуються власними інтересами та прагненням до самореалізації. Вони активно ідентифікують себе з певною професійною сферою [18]. Саме в цей період особливо ефективними є педагогічні стратегії, які створюють умови для підвищення ініціативності та творчого підходу до завдань, що у цифровому контексті виражається в інноваційному використанні технологій (п'ята сфера ЦК [29]) та створенні власного цифрового контенту (третя сфера ЦК [29]) для кар'єрної орієнтації.

Складна динаміка психологічного, емоційного та соціального розвитку старшокласників визначає потребу в особливому педагогічному підході. Роль педагога виходить за межі викладання і включає обов'язки наставника та організатора сприятливого розвивального середовища. Заклад освіти та колектив педагогічних працівників мають створити такі умови, в яких здобувач може вільно експериментувати з цифровими інструментами, навчитися ефективно співпрацювати онлайн, брати відповідальність за свою поведінку в мережі та розвивати навички цифрової безпеки.

Для глибшого розуміння механізмів формування цифрової компетентності необхідно простежити кореляцію між психологічними змінами особистості та конкретними сферами цифрової грамотності. Старшокласник – це вже не просто користувач, а суб'єкт цифрових відносин, чий розвиток визначається єдністю когнітивних, соціальних та емоційних чинників.

Узагальнену характеристику цих взаємозв'язків, що демонструє, як психолого-педагогічні особливості цього вікового етапу стають підґрунтям для опанування складних технологічних навичок, представлено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

**Вплив психолого-педагогічних особливостей старшокласників на
розвиток сфер цифрової компетентності**

Аспект розвитку особистості	Вікова особливість	Вплив на розвиток ЦК

Продовження табл. 1.1

Когнітивний	Перехід до системного та абстрактного мислення, стадія формальних операцій за Ж. Піаже.	Підвищує здатність до глибокого аналізу даних, критичного оцінювання контенту та готовність працювати зі складними цифровими інструментами.
Особистісний	Інтенсивна рефлексія, пошук власної ідентичності (за Е. Еріксоном) та прагнення до автономії.	Сприяє свідомому формуванню цифрового іміджу, відповідальності за онлайн-поведінку та саморегуляції в мережі.
Соціальний	Зростання ролі групи однолітків як зони найближчого розвитку; пріоритет міжособистісного спілкування.	Зумовлює домінування цифрової комунікації; актуалізує питання мережевої етики, безпеки та навичок командної роботи у хмарних сервісах.
Мотиваційний	Професійне самовизначення, орієнтація на майбутню кар'єру та життєві цілі.	Спонукає до цілеспрямованого вивчення професійного ПЗ, створення авторського цифрового контенту та інноваційного вирішення проблем.

Аналіз даних таблиці 1.2 дозволяє стверджувати, що розвиток ЦК у старшому шкільному віці не є ізольованим процесом накопичення технічних знань, а стає комплексною трансформацією, де когнітивна зрілість забезпечує інструментальну складову, а соціально-мотиваційні чинники – змістове наповнення цифрової діяльності. Зокрема, саме професійне самовизначення стає тим ключовим важелем, який перетворює ігрову або комунікативну активність підлітка на конструктивну діяльність, спрямовану на саморозвиток і підготовку до викликів цифрового середовища.

Таким чином, старший шкільний вік є найбільш сприятливим періодом для цілеспрямованого формування цифрової компетентності. Він зумовлений унікальним поєднанням фізіологічної та психологічної зрілості, підвищеної рефлексії, прагнення до незалежності та якісних змін у когнітивній сфері. Ефективний розвиток ЦК на цьому етапі залежить від здатності освітнього середовища підтримати індивідуальність школярів та надати йому простір для

освоєння життєво необхідних цифрових умінь, готуючи до викликів дорослого життя.

1.3 STEM-освіта як інноваційна модель розвитку ключових компетентностей учнів

Стрімкий науково-технічний прогрес вимагає від освітніх систем впровадження інноваційних підходів. ЗЗСО має готувати учнів, здатних мислити міждисциплінарно, працювати з цифровими технологіями та знаходити нестандартні шляхи вирішення проблем. У цьому контексті STEM-освіта стала однією з провідних освітніх моделей, оскільки поєднує академічні знання з їх практичним застосуванням.

Термін STEM вперше з'явився у США на початку 2000-х років для позначення освітньої політики, спрямованої на підвищення конкурентоспроможності країни у науково-технічній сфері. Проте, з часом, STEM перетворився на глобальну освітню філософію. Його ключова інноваційна сутність полягає не просто в сукупності чотирьох дисциплін, а в їхній інтеграції. Погоджуємося, що STEM-освіта – це модель навчання, що інтегрує природничі науки, технології, інженерію та математику в єдиний освітній простір, побудований на практичній діяльності, дослідженнях і розв'язанні реальних задач. Даний підхід не зводиться до оновлення змісту предметів, а змінює саму логіку навчального процесу: від пасивного засвоєння знань до активної, дослідницької, творчої діяльності [31]. Водночас в українському освітньому просторі STEM-підхід ґрунтується на принципах, визначених у Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). У документі виділено низку ключових принципів, серед них:

- трансдисциплінарність, що передбачає перехід від викладання матеріалу в межах одного предмету, до створення освітніх програм, які об'єднують знання з різних галузей;

- перманентне оновлення змісту, яке забезпечує актуальність навчання та його відповідність сучасним науковим вимогам;
- особистісний підхід, орієнтований на потреби, здібності й інтереси кожного учня;
- наступність, що передбачає формування STEM-компетентностей на всіх рівнях освіти – від дошкільної до вищої;
- патріотизм і громадянська спрямованість, що наголошує на ролі STEM-освіти у підготовці висококваліфікованих спеціалістів здатних працювати на розвиток економіки та конкурентоспроможності країни на міжнародному рівні;
- продуктивна мотивація, спрямована на заохочення учнів до дослідницької діяльності, винахідництва [3; 16].

Для глибшого розуміння механізмів впливу цієї моделі на формування цифрової компетентності учнів, ключові принципи впровадження STEM-підходу доцільно розглядати як цілісну систему. Така структура дозволяє побачити взаємозв'язок між нормативними вимогами держави та кінцевими результатами навчання (рис. 1.2)



Рис. 1.2 Взаємозв'язок принципів STEM-освіти та результатів навчання

Аналіз представленої структури свідчить, що впровадження STEM-моделі базується на взаємодії трьох основних блоків: змістового (трансдисциплінарність та оновлення змісту), організаційного (особистісний підхід і наступність) та ціннісно-мотиваційного (патріотизм і мотивація). Комплексне поєднання цих елементів створює необхідне підґрунтя для успішної самореалізації старшокласників в сучасному світі.

Системна реалізація зазначених принципів робить STEM-освіту сприятливим середовищем для розвитку наскрізних і ключових компетентностей, визначених у Концепції «Нова українська школа», а саме:

1. Математична та природничо-наукова грамотність. STEM безпосередньо посилює ці компоненти, показуючи учням, як абстрактні математичні формули та наукові закони працюють на практиці (наприклад, розрахунок траєкторії польоту дрона або аналіз даних клімату).

2. Критичне мислення та вирішення проблем. Інженерний дизайн-процес, що є основою STEM, вимагає від учнів постійного аналізу власних помилок, оцінки ефективності розроблених рішень та пошуку оптимальних шляхів усунення недоліків. Таке урахування тренує системний та критичний підхід до будь-якої інформації та завдання.

3. Креативність та інноваційність. Проектна діяльність у STEM заохочує учнів висувати нестандартні ідеї та застосовувати знайомі технології в нових контекстах. Наприклад, використання 3D-друку для створення навчальних посібників або програмування мікроконтролерів для екологічного моніторингу.

4. Соціальна та громадянська компетентності. STEM-проекти майже завжди виконуються в команді. Таке окреслення вимагає від учнів ефективної співпраці, розподілу ролей, комунікації та конструктивного вирішення конфліктів, що є основою соціальної компетентності [2; 11; 32].

Особливе місце у STEM-підході належить розвитку цифрової компетентності. Зв'язок між STEM-освітою та цифровою компетентністю є особливо тісним і взаємозалежним. Цифрова компетентність виступає

технологічним фундаментом для реалізації STEM-проектів, а STEM-проекти, своєю чергою, є практичним полігоном для розвитку та застосування ЦК.

У рамках STEM-підходу всі сфери ЦК отримують реальне практичне застосування. Освітній процес спрямований на виконання здобувачами завдань, що потребують критичного аналізу інформації, створення цифрових продуктів, використання безпечних технологій та розв'язання технічних чи інженерних проблем. Узагальнимо ці взаємозв'язки у таблиці 1.3 [7; 14; 22; 33].

Таблиця 1.3

Розвиток ЦК у контексті STEM-освіти

Сфера цифрової компетентності (DigComp)	Реалізація в STEM-освіті
1. Інформаційна грамотність	Пошук та аналіз наукових джерел, технічної документації, робота з даними датчиків або експериментів.
2. Комунікація та співпраця	Командна робота у хмарних сервісах, обмін файлами, ведення спільної документації, використання відеоконференцій.
3. Створення цифрового контенту	Програмування (Arduino, Python), створення 3D-моделей, схем, мультимедійних звітів та презентацій.
4. Безпека	Дотримання цифрової безпеки, захист даних, робота з ліцензійним ПЗ, безпечна взаємодія з обладнанням.
5. Вирішення проблем	Усунення технічних помилок, вибір оптимального ПЗ та інструментів, аналіз ефективності інженерних рішень.

Представлені приклади свідчать, що STEM-освіта не лише потребує певного рівня цифрової компетентності, але й активно розвиває її, адже школярі постійно працюють із цифровими інструментами, даними, моделями, програмами й онлайн-командними середовищами. Такий підхід дозволяє перетворити теоретичні знання на реальні практичні вміння, які важливі для майбутньої професійної діяльності.

Таким чином, STEM-освіта не лише розширює можливості для розвитку ключових компетентностей, але й створює сприятливі умови для

цілеспрямованого розвитку цифрової компетентності здобувачів освіти. Завдяки поєднанню наукових знань, використання цифрових технологій, моделювання та командної роботи учні отримують досвід, який дозволяє їм впевнено працювати в цифровому середовищі.

Висновки до першого розділу

У першому розділі було з'ясовано, що розвиток цифрових технологій суттєво впливає на всі сфери суспільного життя й формує нові вимоги до освітнього процесу. Цифрова компетентність сьогодні розглядається як одна з ключових характеристик сучасної людини, оскільки охоплює вміння працювати з інформацією, використовувати цифрові інструменти, створювати контент, комунікувати та діяти безпечно в цифровому середовищі. Аналіз психолого-педагогічних джерел показав, що цифрова компетентність має багатовимірну структуру й виходить за межі простих технічних навичок, оскільки передбачає критичність, творчість і відповідальність.

Міжнародні та національні підходи до визначення цифрової компетентності узгоджуються між собою і загалом ґрунтуються на рамці DigComp, яка пропонує універсальну систему складників цифрової грамотності. У вітчизняних нормативних документах, зокрема в Концепції «Нова українська школа», цифрову компетентність визначено як одну з ключових, що формується через усі освітні галузі. Така зорієнтованість підкреслює її інтегрований характер та важливість для особистісного розвитку учня, його навчальної діяльності та подальшого професійного самовизначення.

Окрему увагу в розділі приділено аналізу особливостей розвитку цифрової компетентності в старшому шкільному віці. Встановлено, що старший шкільний вік є найбільш сприятливим періодом для цілеспрямованого розвитку ЦК. Досягнення стадії формальних операцій, що виражається у здатності до абстрактного та системного мислення, та прагнення до самопізнання й пошуку ідентичності дозволяють ефективно розвивати

критичне оцінювання інформації, навички кодування та цифрового самоменеджменту. Крім того, потреба в соціальному визнанні та активній комунікації, яка переважно відбувається в цифровому середовищі, стає рушійною силою для формування цифрової ідентичності та навичок співпраці.

Особливе місце у розділі виділено STEM-освіті як інноваційній моделі, що поєднує наукові знання з практичним застосуванням технологій. STEM-підхід створює сприятливі умови для розвитку цифрової компетентності, оскільки передбачає роботу з даними, моделювання, програмування, командну співпрацю та використання цифрових інструментів у реальних або наближених до реальних завдань. Таким чином, аналіз першого розділу підтвердив, що саме інтеграція сучасних освітніх підходів і цілеспрямоване впровадження STEM-практик забезпечують ефективний розвиток цифрової компетентності учнів та сприяють їхній успішній підготовці до життя в умовах цифрового суспільства.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШИХ КЛАСІВ В УМОВАХ STEM-ОСВІТИ

2.1 Огляд цифрових інструментів, що сприяють розвитку цифрової компетентності

Цифрові інструменти стали невід’ємною частиною сучасного освітнього середовища. Уроки інформатики, як дисципліни, що безпосередньо працює з технологіями, створюють унікальні можливості для розвитку цифрової компетентності здобувачів освіти за допомогою різноманітних цифрових сервісів. Інструменти не лише розширюють межі доступу до інформації, а й сприяють активній взаємодії, співпраці, креативності, самоорганізації та самостійності учнів, які є ключовими складовими ЦК, особливо в умовах STEM-навчання.

Однією з основних груп інструментів, що активно використовуються в STEM-орієнтованому навчанні, є інструменти для кодування та створення контенту (третя сфера ЦК [29]). Сюди належать візуальні платформи для програмування, такі як Scratch, та інструменти для 3D-моделювання, наприклад, Tinkercad або PhET (рис. 2.1–2.2). Завдяки візуалізації об’єктів учні можуть безпосередньо бачити, як працює їхній код чи інженерний задум, що сприяє глибокому розумінню основ алгоритмізації.

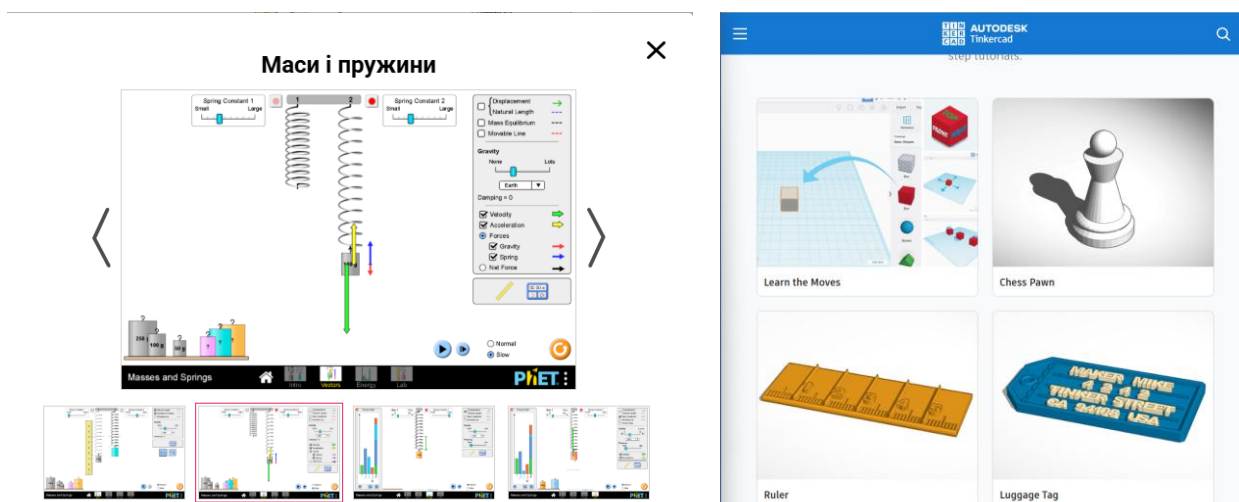


Рис. 2.1–2.2 Онлайн-платформи для 3D- моделювання PhET та Tinkercad

У старших класах акцент зміщується більше на текстові мови програмування (Python, JavaScript) та спеціалізовані програми (наприклад, Blender, 3ds Max чи Autodesk Fusion 360), які необхідні для створення складних інженерних моделей і прототипів. Використання зазначених платформ розвиває здатність до створення цифрового контенту та інноваційного вирішення проблем (п'ята сфера ЦК [29]) [1; 38].

Наступний важливий блок – інструменти для співпраці та управління даними (перша і друга сфери ЦК [29]). Сервіси Google Workspace (Docs, Slides, Sheets, Drive) забезпечують ефективне середовище для групової діяльності, комунікації та обміну результатами [8; 22]. Робота над спільним документом чи електронною таблицею, де учні аналізують дані, зібрані під час STEM-експерименту, формує в них відповідальність за командний результат, розвиває вміння домовлятися і коригувати власні дії. Для організації командної роботи зручно використовувати візуальні онлайн-дошки, такі як Trello (рис.2.3) чи Notion, що допомагають структурувати етапи роботи, розподіляти ролі та формувати навички цифрового самоменеджменту.

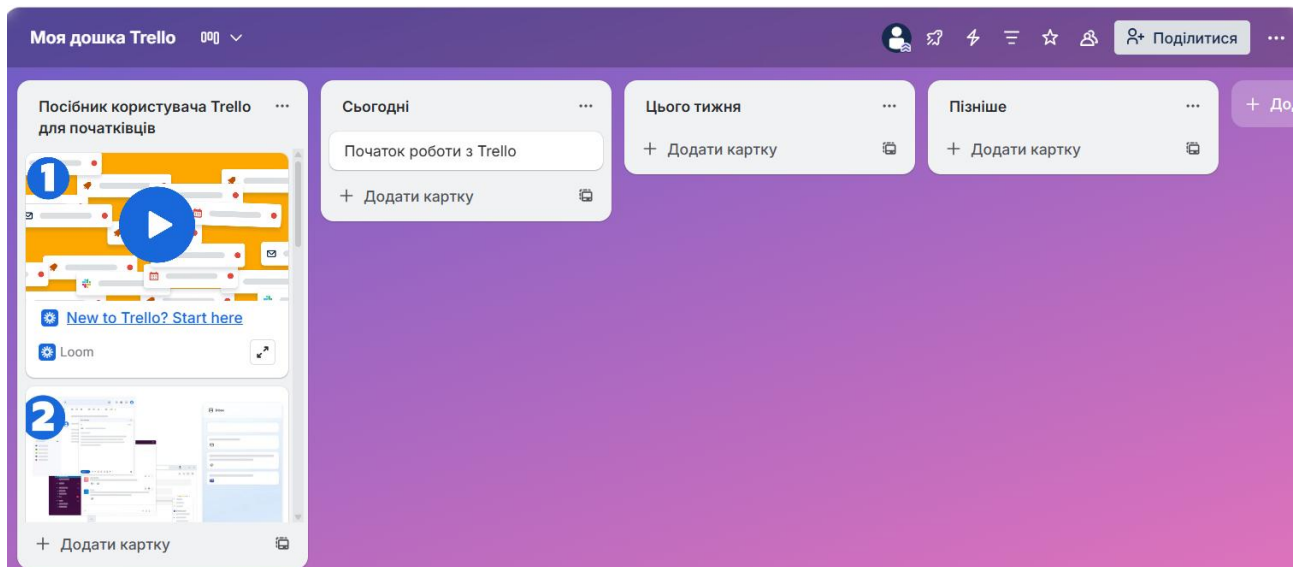


Рис. 2.3 Дошка в Trello для планування

Окрему групу становлять інструменти для збору, аналізу та критичного оцінювання інформації (перша сфера ЦК [29]). Окрім стандартних електронних таблиць, для обробки великих масивів даних можуть використовуватися хмарні середовища для аналізу (наприклад, Google Colab, Jupyter Notebooks, Microsoft Azure Notebooks, Amazon SageMaker). Наведені сховища дозволяють здобувачам не просто споживати, а критично оцінювати дані та виводити власні закономірності. Також вкрай важливо вчити учнів використовувати академічні бази даних (Google Scholar, Scopus) та спеціалізовані інструменти для перевірки фактів (FactCheck) [27].

Цифрові інструменти також відіграють важливу роль у формуванні навичок цифрової безпеки та етики (четверта сфера ЦК [29]). Робота з хмарними середовищами та спільними документами вимагає від учнів низки критично важливих вмінь, а саме: правильне надання та відкликання прав доступу до спільних ресурсів, забезпечення захисту персональних даних та дотримання норм авторського права при використанні чужого контенту у власних проєктах [34].

Сучасні можливості для розвитку ЦК відкривають також сервіси зі штучним інтелектом. Наприклад, інструменти ШІ-наставництва можуть бути використані для тренування комунікативних навичок або надання детального зворотного зв'язку щодо технічного звіту чи презентації. Інструменти для

генерації контенту (відео, зображень, коду) допомагають учням швидше створювати прототипи, акцентуючи увагу на креативному вирішенні проблеми, а не на рутинному кодуванні (п'ята сфера ЦК [29]). Зазначимо, що самі по собі цифрові інструменти не формують ЦК автоматично, вирішальну роль відіграє методика їхнього впровадження. Тільки коли цифрове середовище використовується не як додатковий інструмент, а як інтегрований компонент діяльнісного педагогічного підходу, воно стає ефективним засобом розвитку ЦК.

Таким чином, цифрові технології дозволяють не лише урізноманітнити навчальний процес, а й зробити розвиток цифрової компетентності цілеспрямованим і практично орієнтованим. Успіх впровадження цих інструментів залежить від усвідомленої педагогічної стратегії: вчитель має чітко розуміти, які саме компоненти ЦК формуються у певному виді діяльності.

2.2 Аналіз змісту навчальної програми з інформатики старшої школи

Сучасна українська система освіти базується на компетентнісному підході, який передбачає формування в учнів не лише предметних знань, а й ключових компетентностей, необхідних для повноцінного життя та успішної професійної самореалізації. Однією з таких ключових компетентностей є цифрова компетентність, що охоплює здатність учнів відповідально, критично та творчо використовувати цифрові технології для навчання, комунікації, розв'язання проблем, створення цифрового контенту та участі в суспільному житті.

Аналіз чинних модельних навчальних програм з інформатики для 10–11 класів показує, що їхній зміст має значний потенціал для комплексного розвитку ЦК. Програми реалізуються на двох рівнях – стандартному та профільному, кожен із яких має свої особливості структури й наповнення.

На рівні стандарту структура курсу складається з базового та вибіркового модулів, що дозволяє адаптувати навчальний зміст до освітніх потреб учнів. Базовий модуль охоплює такі теми, як:

- моделі і моделювання, аналіз і візуалізація даних;
- інформаційні технології в суспільстві;
- мультимедійні та гіпертекстові документи;
- системи керування базами даних [25].

Зазначені розділи безпосередньо спрямовані на розвиток інформаційної грамотності та роботи з даними (перша сфера ЦК [29]), оскільки навчають учнів ефективно працювати з інформаційними ресурсами, критично оцінювати достовірність даних та обирати оптимальні способи їх подання. Опрацювання моделей і побудова візуалізацій сприяють розвитку вмінь розв'язувати навчальні та практичні проблеми (п'ята сфера ЦК [29]), що є важливою складовою STEM-мислення.

Особливу роль у розвитку ЦК відіграють вибіркові модулі, серед яких графічний дизайн, комп'ютерна анімація та тривимірне моделювання. Вони розвивають вміння створювати цифровий контент (третя сфера ЦК [29]), працювати з інструментами візуалізації та поєднувати технічні навички з креативністю. Модулі «Інформаційна безпека» та «Формальна логіка» акцентують увагу на безпечній та відповідальній роботі з цифровими інструментами (четверта сфера ЦК [29]), а також уміння приймати обґрунтовані рішення в цифровому середовищі. Темати пов'язані з вебтехнологіями та креативним програмуванням розвивають навички цифрової комунікації та співпраці (друга сфера ЦК [29]), адже передбачають командну роботу, створення спільних проєктів та застосування сервісів для взаємодії в онлайн середовищі.

На відміну від рівня стандарту, профільний рівень має чітко структурований зміст, де розділи поділені за класами. У 10 класі вивчаються:

- мова програмування та структури даних;

- сучасні інформаційні технології;
- аналіз і візуалізація даних;
- електронні публікації;
- графіка/мультимедіа.

А в 11 класі – теми, що поглиблюють знання та практичні вміння учнів:

- алгоритми;
- бази даних;
- вебтехнології;
- парадигми та технології програмування [24].

Зміст профільного рівня більше орієнтований на розвиток технічних, та логіко-аналітичних навичок, що є необхідним фундаментом для інженерної діяльності. Учні активно залучаються до створення складних цифрових продуктів, командної розробки, аналізу великих обсягів даних та опанування сучасних інструментів для моделювання та автоматизації процесів. Означена діяльність поглиблює навички кодування (третя сфера ЦК [29]), сприяє розвитку навичок вирішення комплексних технічних проблем та вміння працювати з даними на різних етапах їх опрацювання (п'ята і перша сфери ЦК [29]). Зазначені навички є основним підґрунтям для участі учнів у складних STEM-проєктах та подальшому професійному зростанні в технічних напрямках.

Цілісне уявлення про побудову та зміст курсу інформатики на стандартному та профільному рівнях забезпечує розроблена модель його структурної організації (рис. 2.4)

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ ІНФОРМАТИКИ 10-11 КЛАСІВ

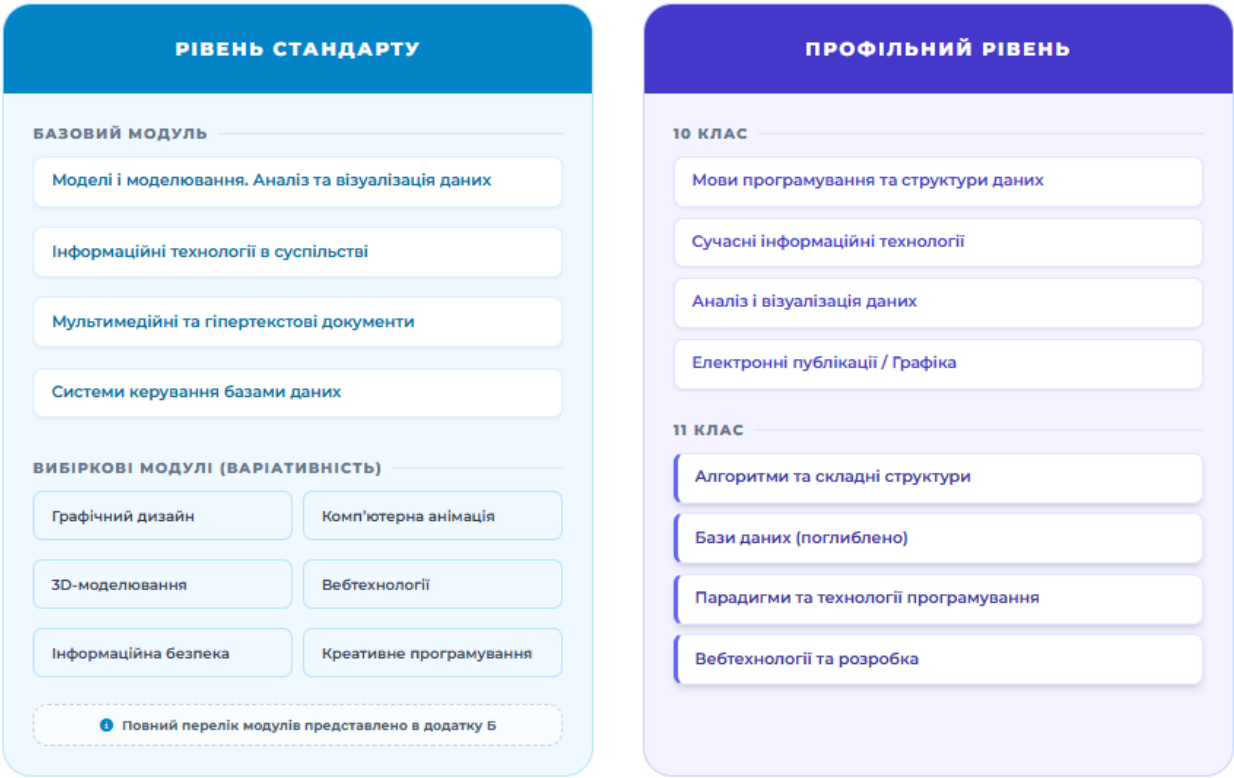


Рис. 2.4 Структура навчальної програми інформатики 10-11 класів

Структура навчальної програми побудована так, що теми курсу охоплюють усі сфери цифрової компетентності. Для наочного представлення того, як саме зміст навчання відповідає формуванню конкретних практичних умінь учнів, доцільно порівняти розділи модельних програм з областями міжнародної рамки DigComp. Такий підхід до аналізу змісту дозволяє простежити зв'язок між конкретними темами та їхньою роллю у розвитку цифрової компетентності. Узагальнені результати такого порівняння представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Відповідність змісту програми з інформатики сферам цифрової компетентності

Сфера ЦК (DigComp)	Теми та модулі програми (10–11 кл.)	Результат навчання (в контексті STEM)
1. Інформаційна грамотність	Аналіз і візуалізація даних, Бази даних, Пошукові системи.	Уміння перетворювати "сирі" дані на наукове знання.

Продовження табл. 2.1

2. Комунікація та співпраця	Вебтехнології, Командні проєкти, Хмарні сервіси.	Навички синхронної роботи над інженерним рішенням.
3. Створення контенту	Програмування, 3D-моделювання, Дизайн, Анімація.	Здатність прототипувати та реалізовувати ідеї.
4. Безпека	Інформаційна безпека, Криптографія, Етика в мережі.	Розуміння ризиків та захист інтелектуальної власності.
5. Вирішення проблем	Моделювання, Алгоритмізація, Налагодження коду.	Системний підхід до усунення помилок та оптимізації.

Проведений аналіз підтверджує, що чинна програма з інформатики не лише охоплює теоретичні аспекти використання ІКТ, а й створює комплексну основу для розвитку кожної сфери цифрової компетентності. Вивчення тем і модулів навчальної програми в умовах STEM-освіти забезпечує плавний перехід від засвоєння теоретичних положень до їх активного використання у практичній діяльності.

Таким чином, обидві модельні програми забезпечують інтеграцію ЦК у навчальний процес через виконання практичних, дослідницьких і проєктних завдань. Рівень стандарту створює ширші можливості для розвитку загальноосвітніх і комунікативних аспектів ЦК, тоді як профільний рівень спрямований на системне поглиблення технічної та аналітичної підготовки. Загалом навчальна програма з інформатики створює сприятливі умови для комплексного розвитку ЦК, що є важливим чинником життєвої та професійної успішності учнів у цифровому суспільстві.

2.3 Методичні підходи та прийоми інтеграції STEM в освітньому процесі учнів старших класів

Нині для ефективної інтеграції STEM-освіти в старшій школі необхідна цілісна методична система, у якій зміст, форми та засоби навчання спрямовані на розвиток критичного мислення, дослідницьких умінь, інформаційної грамотності та здатності застосовувати ці знання для розв'язання реальних проблем. Такий підхід забезпечує не лише засвоєння предметних знань, але й

формування цифрової компетентності учнів у всіх її ключових компонентах. Освітній процес у STEM-освіті орієнтований на поєднання знань з різних дисциплін, їхнє застосування на практиці та активне використання цифрових технологій.

Одним із базових методичних підходів є проєктно-орієнтоване навчання, яке дозволяє учням застосовувати знання з різних галузей (інформатики, фізики, математики, біології, тощо) для вирішення реальних практичних завдань [5; 13; 43]. У процесі виконання проєктів учні збирають і аналізують дані, моделюють процеси, створюють прототипи або цифрові продукти, що сприяє розвитку грамотності щодо інформації та даних і навичок вирішення проблем (перша і п'ята сфери ЦК [29]). Крім того, оскільки проєкти орієнтовані на командну діяльність, вони формують компетентності співпраці та цифрової комунікації (друга сфера ЦК [29]).

Наступним важливим підходом для інтеграції STEM є проблемне навчання, яке спрямоване на роботу з реальними або наближеними до реальних проблемними ситуаціями, що не мають готового та очевидного розв'язання. Завдання на оптимізацію, дослідження поведінки систем, прогнозування результатів або перевірку гіпотез створюють умови для розвитку алгоритмічної культури та навичок аналітичного моделювання. Проблемні ситуації стимулюють учнів застосовувати різні цифрові інструменти: табличні процесори, хмарні сервіси, візуалізатори даних, системи керування інформацією [43; 44]. Логічним доповненням до проблемного підходу є навчання на основі запитів, де пізнавальний процес вибудовується навколо запитань, що виникають у процесі самостійної пошукової діяльності школярів. Що безпосередньо стимулює допитливість, самостійність у пошуку інформації та здатність формувати власні дослідницькі цілі. Школярі активно працюють із цифровими ресурсами, науковими базами, статистичними даними, онлайн-лабораторіями та симуляторами, що сприяє розвитку інформаційної грамотності та вмінню оцінювати достовірність джерел [44].

Ключову роль у практичному формуванні ЦК відіграє дизайн-мислення та інженерно-конструкторська діяльність, що передбачають створення моделей, прототипів і цифрових продуктів через постійний цикл «створення – тестування – вдосконалення». Використання цифрових інструментів для моделювання, 3D-дизайну, програмування мікроконтролерів формує здатність створювати цифровий контент та керувати складними інженерними процесами (сфера 3 ЦК) [18; 29].

Основою STEM-освіти є міждисциплінарний підхід, що забезпечує інтеграцію знань із різних навчальних предметів у межах одного завдання або проєкту. Здобувачі освіти працюють з різноманітною інформацією, використовують цифрові ресурси для поєднання даних, моделювання міжпредметних зв'язків і створення узагальнених висновків, що сприяє формуванню цілісного бачення проблеми та розвиває здатність працювати з різними типами даних [16].

Значну роль відіграють і різні форми активного навчання, зокрема, інтерактивні вправи та завдання, кейс-методи, метод перевернутого класу, дискусії, симуляції, освітні платформи, гейміфікація, тощо. Вони забезпечують високу мотивацію, швидкий зворотній зв'язок, дозволяють моделювати складні процеси та адаптувати навчання до індивідуальних потреб учнів [41; 42].

Для узагальнення викладеного матеріалу розроблено структурно-логічну схему (рис. 2.5), яка коротко описує кожен підхід та його зв'язок із конкретними сферами цифрової компетентності.

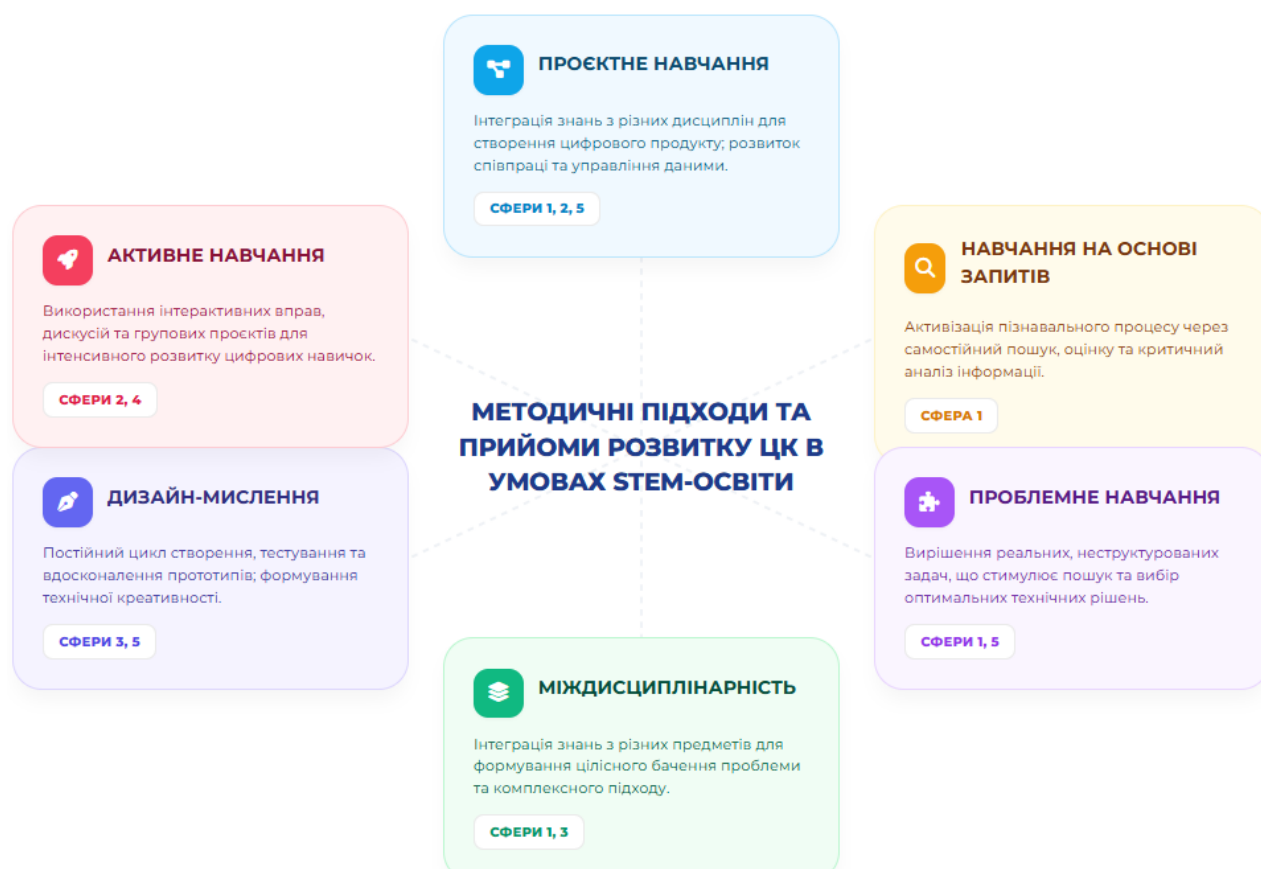


Рис. 2.5 Методичні підходи та прийоми ЦК в умовах STEM-освіти

Таким чином, системне поєднання цих методичних підходів забезпечує комплексний розвиток цифрової компетентності в здобувачів освіти, оскільки STEM-орієнтоване навчання природно поєднує технічні, дослідницькі, творчі та комунікативні аспекти роботи. У результаті учні не лише засвоюють зміст навчальної програми, а й отримують досвід практичного застосування цифрових інструментів, необхідний для подальшого навчання та професійного зростання.

2.4 Розробка методичних рекомендацій та навчально-методичних матеріалів для розвитку цифрової компетентності учнів старших класів

У старшій школі уроки інформатики мають значний потенціал для розвитку не лише предметних знань, а й цифрової компетентності, яка є ключовою для успіху в сучасному цифровому світі та інженерній діяльності. Для ефективної реалізації цього потенціалу, особливо в умовах інтеграції

STEM-освіти, необхідна цілеспрямована розробка навчально-методичних матеріалів, що інтегруватимуть формування ЦК у діяльнісний процес навчання.

У даному підпункті подано опис розроблених матеріалів, які пропонують практичні завдання та вправи, спрямовані на комплексний розвиток усіх областей ЦК (DigComp): інформаційної грамотності, комунікації, створення контенту, безпеки та вирішення проблем. Розроблені матеріали включають різноманітні формати, від кейсових завдань до міждисциплінарної проєктної діяльності, що дозволяє залучати учнів до активного навчання та рефлексії.

Наведемо приклади розроблених навчально-методичних матеріалів:

- кейс-ситуація «Хибний лист».

Тип вправи: кейс-метод.

Тема: Цифрова безпека, електронна пошта.

Цифрові компетентності, що розвиваються: виявлення ризиків та загроз (четверта сфера) [29], критичне оцінювання інформації (перша сфера) [29], прийняття рішень у цифровому середовищі (п'ята сфера).

Цифрові інструменти: Google Docs, Canva.

Опис: Учням пропонується змодельована ситуація з отриманням підозрілого електронного листа (рис. 2.6). Завдання полягає в аналізі ознак фішингу, обговоренні потенційних ризиків у групі та спільному прийнятті рішення щодо подальших дій.

Результати обговорення та висновки можуть бути оформлені у вигляді презентації або схеми (рис. 2.7).

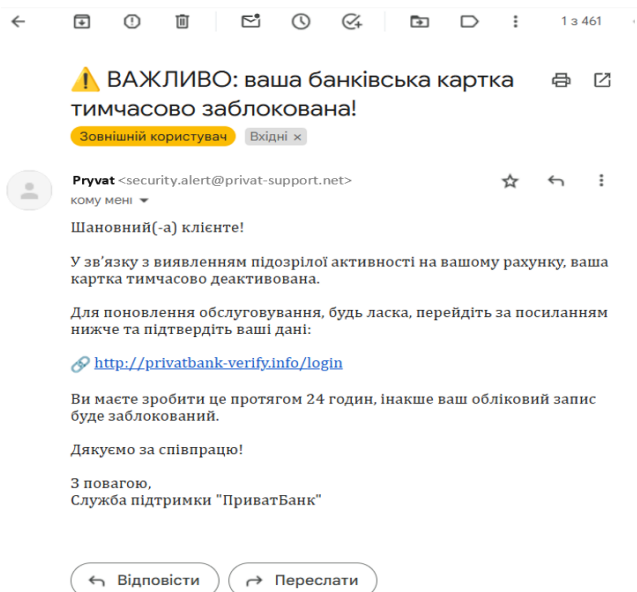


Рис. 2.6–2.7 Матеріали до вправи «Хибний лист»

- вікторина «Безпека в інтернеті».

Тип вправи: інтерактивна вікторина.

Тема: Повторення теми «Інформаційна безпека».

Цифрові компетентності, що розвиваються: знання основ кібергігієни (четверта сфера) [29].

Цифрові інструменти: Kahoot.

Опис: Інтерактивна вікторина (рис. 2.8), що дозволяє перевірити знання учнів з питань кібербезпеки та цифрової гігієни у змагальній формі.

Запитання мають різний рівень складності й допомагають закріпити важливі поняття в ігровій формі.

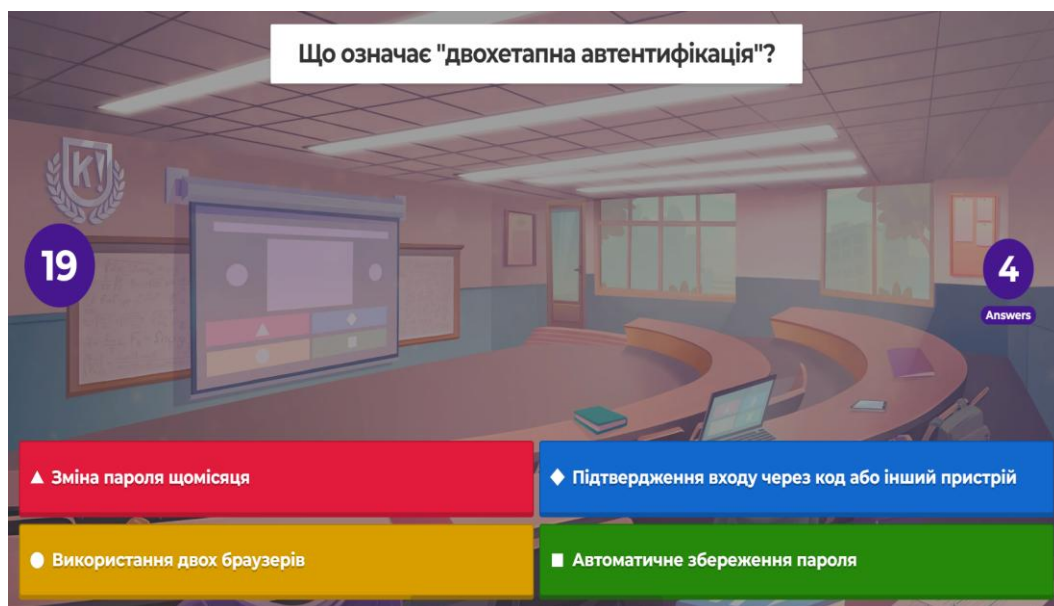


Рис. 2.8 Вікторина «Безпека в інтернеті»

- проект «Прототип шкільного сайту».

Тема: Основи вебдизайну та структурування інформації.

Тип вправи: навчальний проект.

Цифрові компетентності, що розвиваються: створення цифрового контенту (третя сфера) [29], онлайн-співпраця, комунікація у групі (друга сфера) [29], вирішення проблем (п'ята сфера) [29].

Цифрові інструменти: Google Sites, Canva, Google Docs.

Опис: Комплексний проект, у рамках якого учні працюють у командах, створюючи прототип сайту школи або класу. Визначають структуру, створюють логотип, наповнюють сторінки, аналізують приклади інших сайтів, а також презентують результати роботи.

Завдання супроводжується шаблоном технічного опису (додаток В) й пам'яткою з етапами (рис. 2.9).



Рис. 2.9 Пам'ятка «Етапи планування сайту»

- карта знань «Інформаційний світ».

Тема: Узагальнення понять про інформаційні процеси.

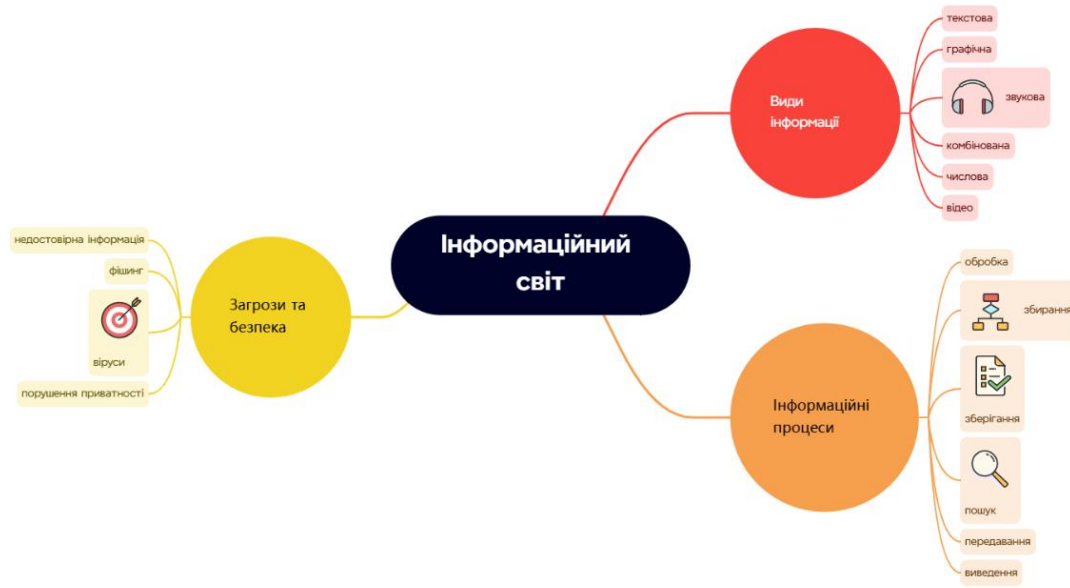
Тип вправи: візуалізація / аналітика.

Цифрові компетентності, що розвиваються: аналіз та інтерпретація цифрової інформації (перша сфера) [29], візуалізація даних (третя сфера) [29].

Цифрові інструменти: XMind.

Опис: Учням пропонується створити інтерактивну карту знань (рис. 2.10) з обраної теми, пов'язаної з інформаційним світом (наприклад, «Види інформації», «Інформаційні процеси», «Сучасні професії в ІТ»).

Завдання вимагає аналізу та систематизації великих обсягів інформації, візуалізації зв'язків між поняттями та чіткої презентації кінцевого продукту.



Presented with xmind AI

Рис. 2.10 Карта знань «Інформаційний світ»

- саморефлексія «Моя роль у проєкті» (рис 2.11).

Тип вправи: саморефлексія.

Цифрові компетентності, що розвиваються: цифрова комунікація та самооцінювання (друга сфера) [29].

Цифрові інструменти: Mentimeter.

Опис: Після завершення групового проєкту або значної роботи, учням пропонується відповісти на низку запитань, що стосуються їхньої ролі в команді, внеску в спільний результат, викликів, з якими вони стикалися, та емоційного стану під час роботи. Вправу можна провести як анонімне опитування або структуроване обговорення, що сприяє розвитку саморефлексії та розуміння важливості командної взаємодії.

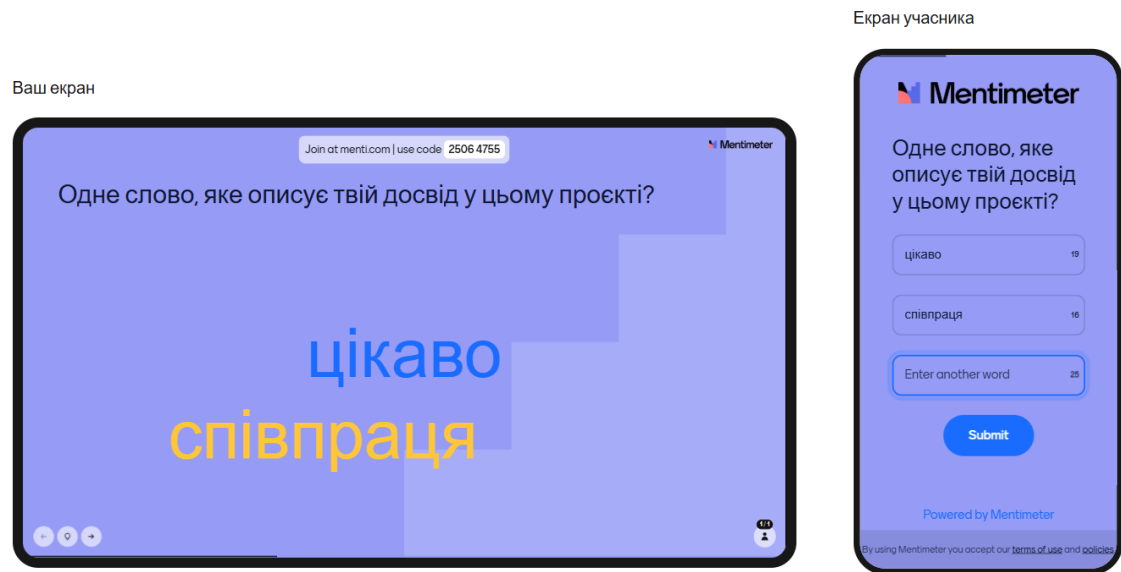


Рис. 2.11 Саморефлексія «Моя роль у проєкті»

- вправа «Впорядкування структури HTML-сторінки»

Тема: Основи вебтехнологій. Структура HTML-документа.

Тип вправи: завдання на послідовність.

Цифрові компетентності, що розвиваються: технічна грамотність, розуміння цифрових структур (третя сфера) [29], логічне мислення та аналіз (п'ята сфера) [29].

Цифрові інструменти: LearningApps.

Опис: Учням пропонується впорядкувати фрагменти HTML-коду (рис. 2.12), відновивши повноцінну структуру вебсторінки. У коді присутні ключові елементи: теги `<html>`, `<head>`, `<title>`, `<body>`, а також контентні елементи (`<h1>`, `<p>`, `<img>`), що дозволяє сформувати цілісне уявлення про побудову HTML-документа. Завдання вимагає розуміння вкладеності елементів, логіки їх розміщення, а також здатності до аналітичного опрацювання структури.

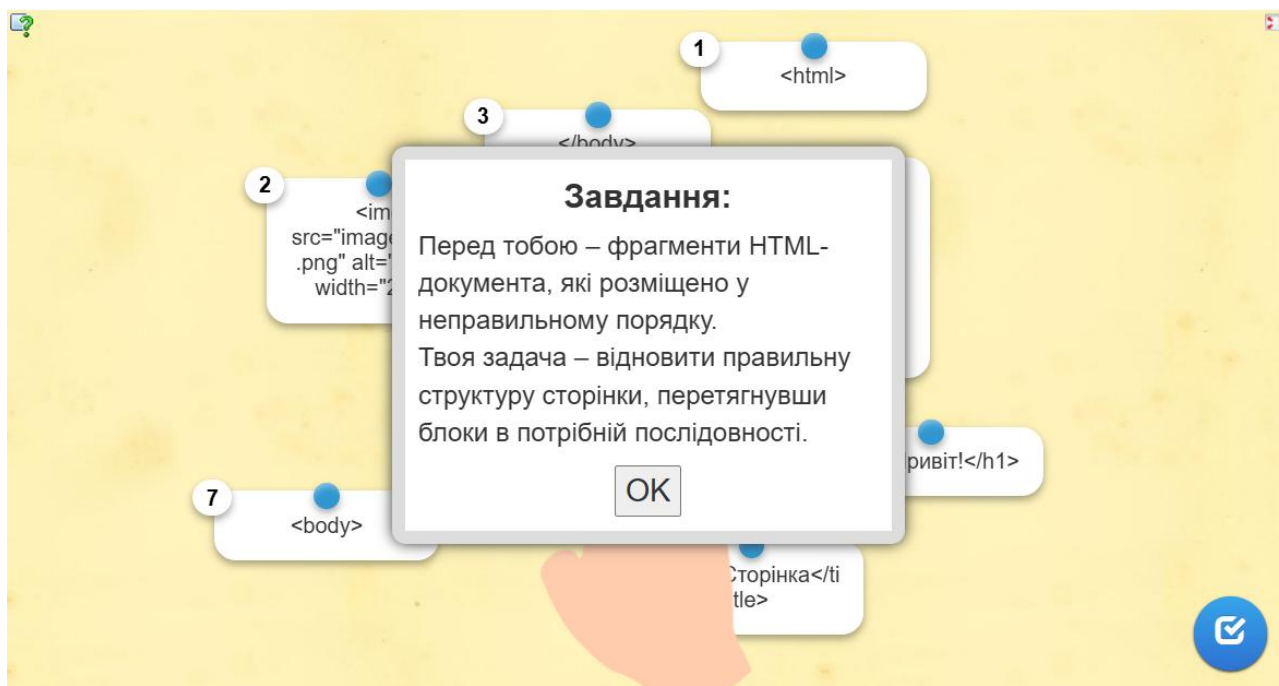


Рис. 2.12 Вправа «Впорядкування структури HTML-сторінки»

- завдання «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів у PhET».

Тип завдання: дослідницьке завдання / віртуальна лабораторія.

Тема: Моделювання. Аналіз та візуалізація даних.

Цифрові компетентності, що розвиваються: обробка та аналіз цифрових даних (перша сфера) [29], використання цифрових моделей для дослідження (п'ята сфера) [29], створення цифрового контенту (третя сфера) [29].

Цифрові інструменти: PhET Interactive Simulations (Pendulum Lab), Google Sheets.

Опис: Учні проводять серію експериментів у віртуальній лабораторії PhET (рис. 2.13), досліджуючи залежність періоду коливань маятника від його довжини. Результати вимірювань учні заносять до спеціально розробленої таблиці (табл. 2.2), де проводять розрахунки. Завдання передбачає збір даних за допомогою вбудованого цифрового секундоміра, систематизацію результатів у електронній таблиці та побудову графіка залежності. Дане завдання навчає учнів інтерпретувати результати симуляції та робити обґрунтовані висновки на основі цифрових даних.

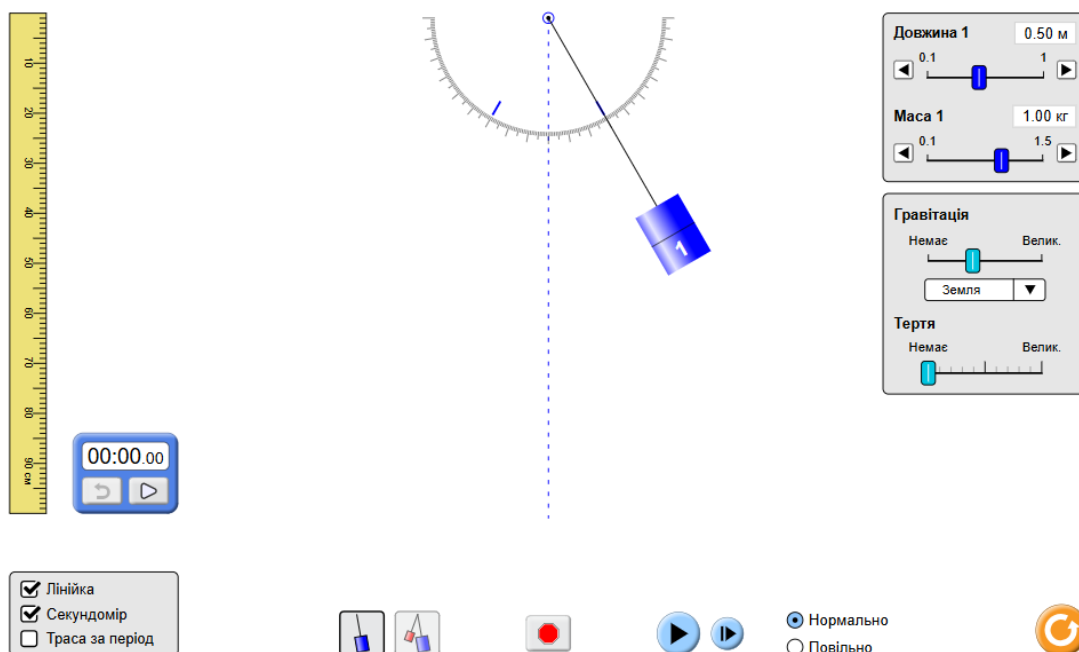


Рис. 2.13 Інтерфейс симулятора PhET під час експерименту з маятником

Таблиця 2.2

Шаблон для збору та обробки даних експерименту

№	Довжина маятника, м	Маса тягарця, г	Кут відхилення, °	Час коливань, t	Кількість коливань, N	Період коливань T, с
1	0.5	100	30			
2	1	100	30			
3	1,5	100	30			
4	2	100	30			

- завдання «Керування реляційною базою даних «Шкільна бібліотека»».

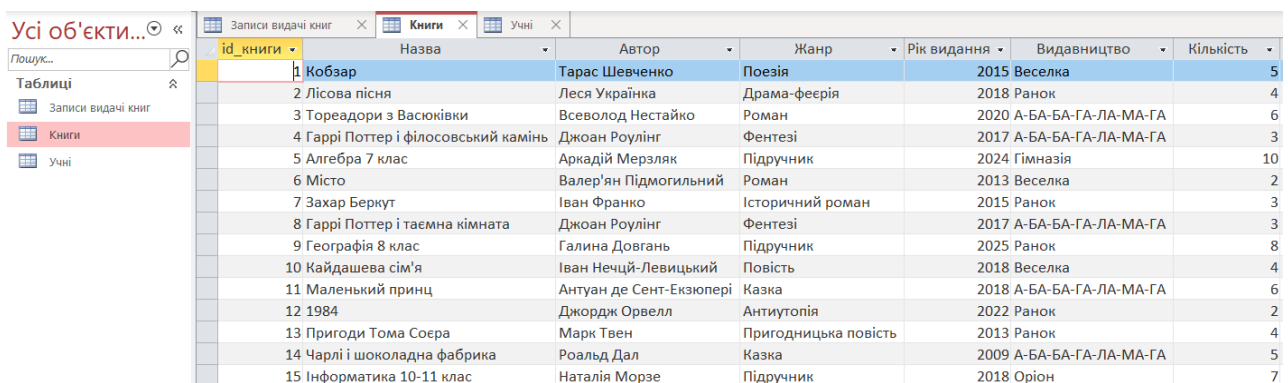
Тип завдання: практична робота / моделювання структур даних.

Тема: Системи керування базами даних. MS Access.

Цифрові компетентності, що розвиваються: управління даними та контентом (перша сфера) [29], структурування цифрової інформації (третя сфера) [29], системне вирішення проблем (п'ята сфера) [29].

Цифрові інструменти: MS Access.

Опис: Для виконання завдання учні отримують файл-шаблон із заповненими таблицями («Учні», «Книги», «Записи видачі книг»), у якому відсутні логічні зв'язки. Основна діяльність спрямована на роботу з розробленими шаблонами таблиць (рис. 2.14), де учні самостійно створюють зв'язки між таблицями та налаштовують забезпечення цілісності даних. Наступним етапом є аналітична робота: сортування та фільтрація даних у таблицях, а також розробка запитів на вибірку в режимі конструктора (наприклад, пошук боржників через умову Is Null в полі «Дата повернення», рис. 2.15). Завдання навчає учнів розуміти логіку взаємозв'язків у складних системах та використовувати MS Access як інструмент аналізу та впорядкування інформації.



id_книги	Назва	Автор	Жанр	Рік видання	Видавництво	Кількість
1	Кобзар	Тарас Шевченко	Поезія	2015	Веселка	5
2	Лісова пісня	Леся Українка	Драма-феєрія	2018	Ранок	4
3	Тореадори з Васюківки	Всеволод Нестайко	Роман	2020	А-БА-БА-ГА-ЛА-МА-ГА	6
4	Гаррі Поттер і філософський камінь	Джоан Роулінг	Фентезі	2017	А-БА-БА-ГА-ЛА-МА-ГА	3
5	Алгебра 7 клас	Аркадій Мерзляк	Підручник	2024	Гімназія	10
6	Місто	Валер'ян Підмогильний	Роман	2013	Веселка	2
7	Захар Беркут	Іван Франко	Історичний роман	2015	Ранок	3
8	Гаррі Поттер і таємна кімната	Джоан Роулінг	Фентезі	2017	А-БА-БА-ГА-ЛА-МА-ГА	3
9	Географія 8 клас	Галина Довгань	Підручник	2025	Ранок	8
10	Кайдашева сім'я	Іван Нечуй-Левицький	Повість	2018	Веселка	4
11	Маленький принц	Антуан де Сент-Екзюпері	Казка	2018	А-БА-БА-ГА-ЛА-МА-ГА	6
12	1984	Джордж Орвелл	Антиутопія	2022	Ранок	2
13	Пригоди Тома Соєра	Марк Твен	Пригодницька повість	2013	Ранок	4
14	Чарлі і шоколадна фабрика	Роальд Дал	Казка	2009	А-БА-БА-ГА-ЛА-МА-ГА	5
15	Інформатика 10-11 клас	Наталія Морзе	Підручник	2018	Оріон	7

Рис. 2.14 Розроблений шаблон таблиць бази даних «Шкільна бібліотека»



Прізвище	Ім'я	Назва	Дата видачі	Дата повернення
Литвин	Владислав	Географія 8 клас	04.09.2024	
Іваненко	Марія	Алгебра 7 клас	02.09.2024	
Гриценко	Ірина	Алгебра 7 клас	01.09.2024	
Мельник	Олена	Інформатика 10-11 клас	01.09.2024	

Рис. 2.15 Приклад виконання запиту на вибірку даних

- вікторина «Бази даних MS Access».

Тип вправи: вікторина.

Тема: Повторення та узагальнення знань про об'єкти бази даних.

Цифрові компетентності, що розвиваються: інформаційна грамотність (перша сфера) [29], самостійне навчання та виявлення прогалин у знаннях (п'ята сфера). [29]

Цифрові інструменти: Wordwall.

Опис: Учням пропонується інтерактивна вікторина (рис. 2.16), зміст якої охоплює фундаментальні поняття реляційних баз даних. Завдання зосереджені на розумінні призначення первинних ключів, логіці встановлення зв'язків між об'єктами, використанні логічних операторів у запитах (наприклад, Is Null для аналізу відсутніх даних та Like для пошуку за шаблоном), а також значенні цілісності даних для стабільності системи. Такий гейміфікований формат дозволяє провести експрес-діагностику знань перед виконанням практичної роботи, знімаючи психологічну напругу та підвищуючи мотивацію до вивчення технічних аспектів роботи з даними.

0:16

✓ 0

Який об'єкт у MS
Access призначений
для безпосереднього
зберігання даних?

Звіт

Запит

Форма

Таблиця



◀ 1 з 12 ▶



Рис. 2.16 Вікторина «Бази даних MS Access»

• вправа «Аналіз новини про технології»

Тема: Медіаграмотність. Інформаційна безпека та критичне оцінювання джерел.

Тип вправи: аналіз тексту / робота з інформацією.

Цифрові компетентності, що розвиваються: критичне мислення, оцінювання достовірності інформації (перша сфера) [29], розуміння ризиків маніпуляцій (четверта сфера) [29].

Цифрові інструменти: Quizizz.

Опис: Учням пропонуються три уривки текстів (рис. 2.17-19), стилізованих під новини, які мають різну ступінь достовірності: об'єктивна інформаційна стаття, маніпулятивний текст із емоційними перебільшеннями та рекламний матеріал, замаскований під новину. Завдання полягає в тому, щоб прочитати кожен уривок і відповісти на запитання, що стосуються джерела, стилю викладу, мети публікації та потенційних ознак фейку чи маніпуляції. Вправа допомагає учням сформувати навички свідомого споживання інформації та розвинути критичне сприйняття медіаконтенту.

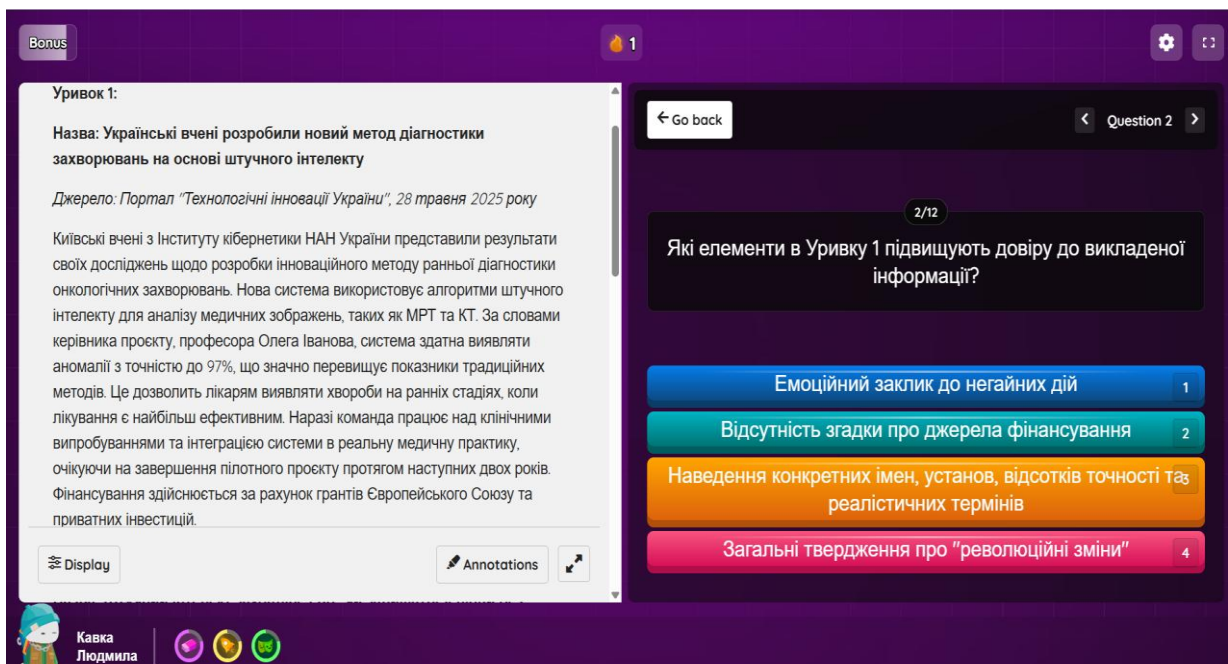


Рис. 2.17 Вправа «Аналіз новини про технології. Уривок 1»

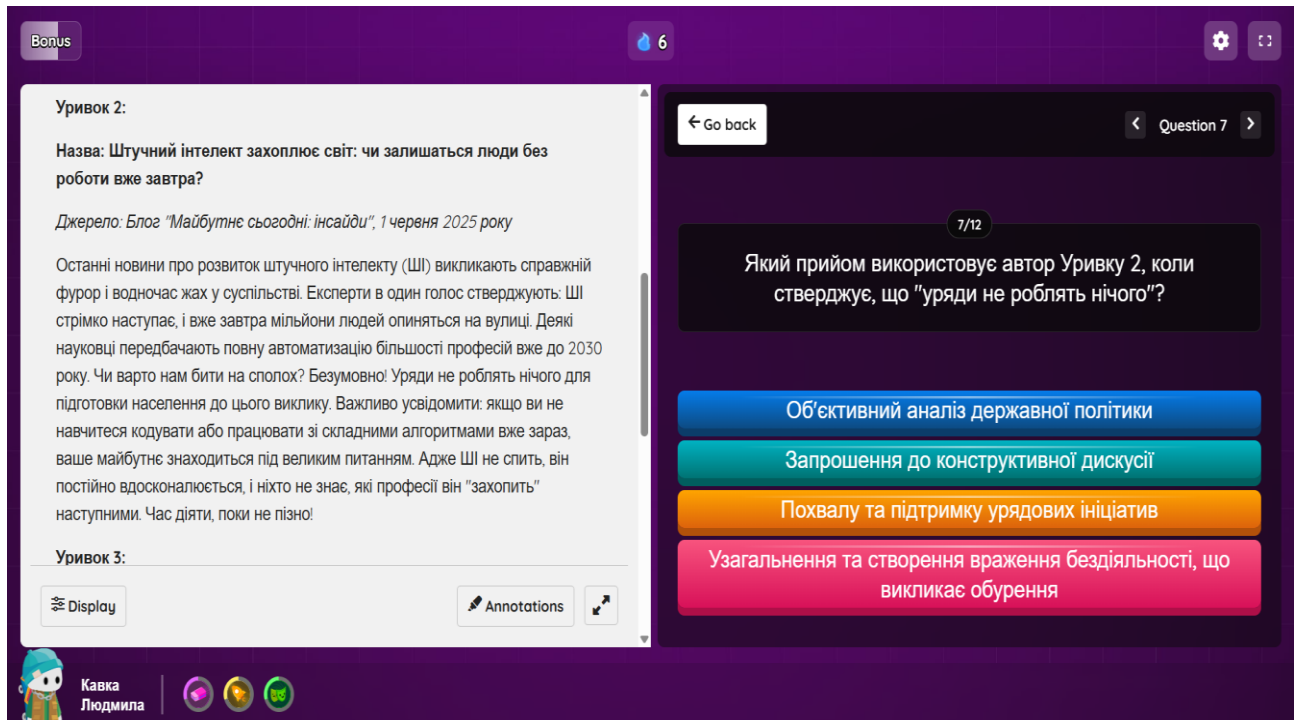


Рис. 2.18 Вправа «Аналіз новини про технології. Уривок 2»

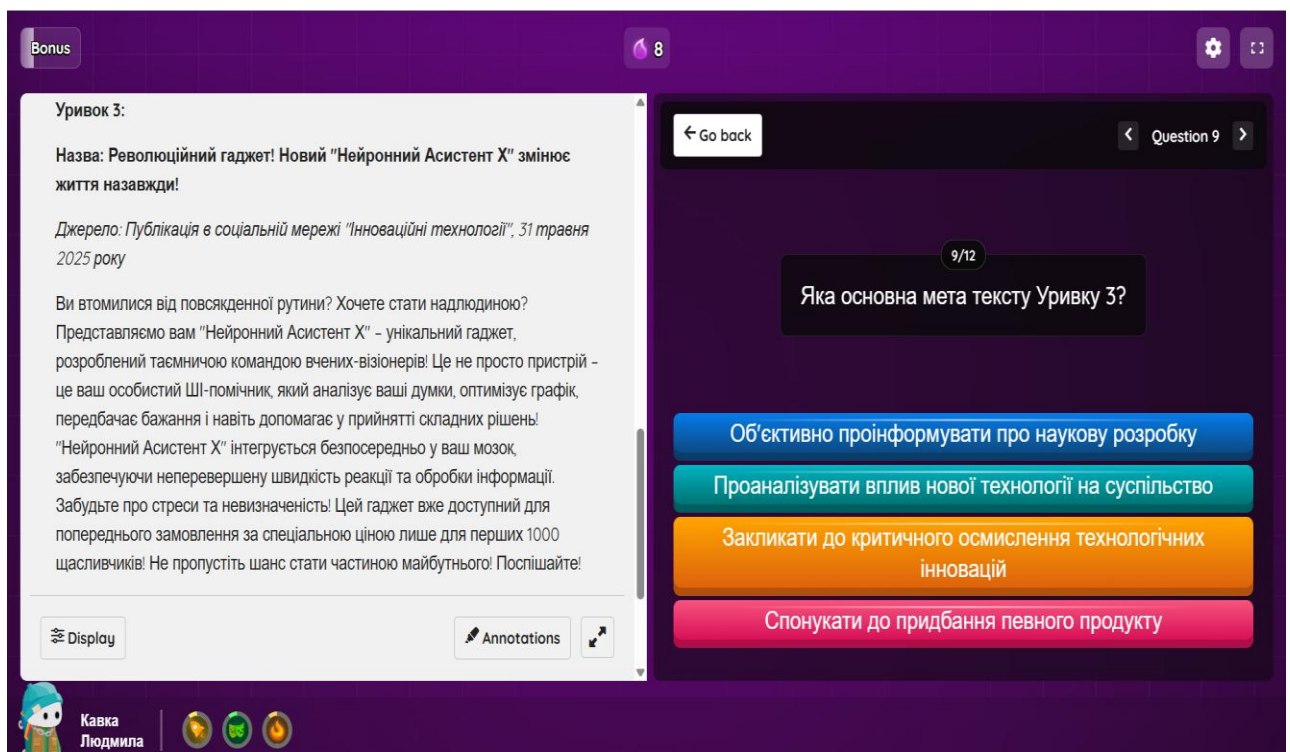


Рис. 2.19 Вправа «Аналіз новини про технології. Уривок 3»

•технічне завдання «Зрозумій клієнта»

Тема: Життєвий цикл розробки програмного забезпечення, збір та аналіз вимог, проєктний менеджмент, комунікація в ІТ-команді.

Тип вправи: аналіз вимог / командна робота / проєктне мислення.

Цифрові компетентності, що розвиваються: цифрова комунікація (друга сфера) [29], аналіз та структурування даних (перша сфера) [29], вміння ставити уточнювальні запитання, вирішення проблем (п'ята сфера) [29], планування роботи в цифровому середовищі (третья сфера) [29].

Цифрові інструменти: Trello.

Опис: Учні (індивідуально або в малих групах) отримують доступ до спеціально підготовленої дошки Trello, яка моделює реальну ситуацію з розробки програмного забезпечення. Учні виступають у ролі команди розробників, а вчитель – у ролі замовника, який надає технічні завдання.

Дошка Trello для цієї вправи складається з трьох основних списків (колонок), що відображають етапи роботи: «Технічне завдання (від замовника)», «Уточнення / Питання до замовника», та «Узгоджено / Реалізовано».

Початкові вимоги для учнів розміщуються у списку «Технічне завдання (від замовника)» у вигляді окремих карток (рис. 2.20).

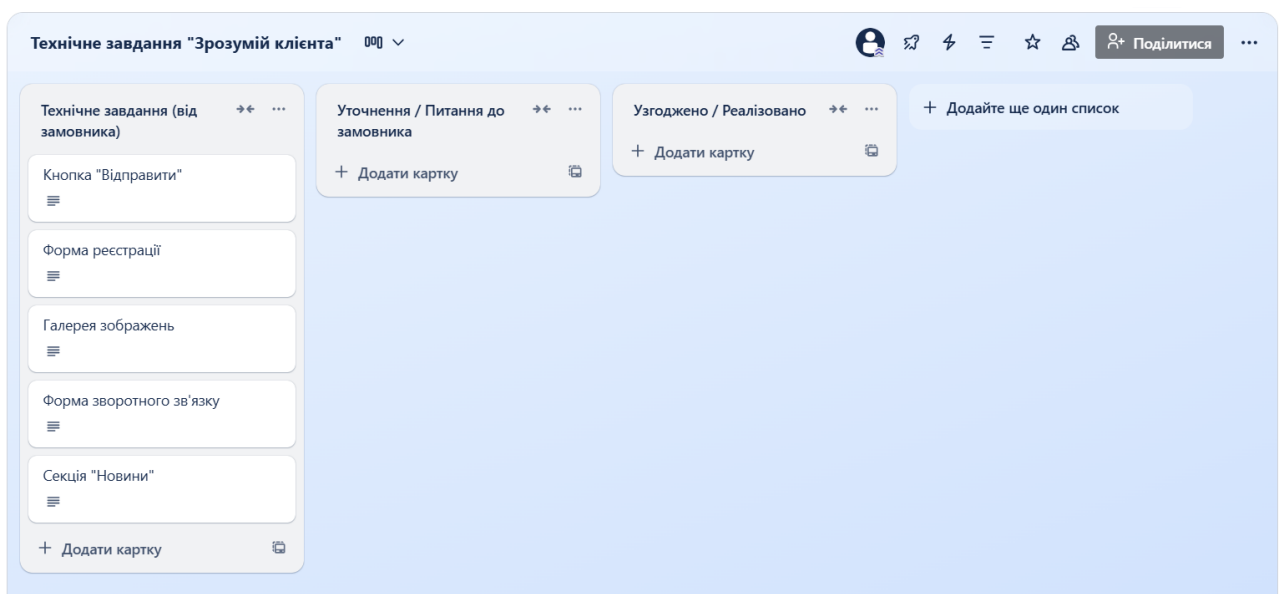


Рис. 2.20 Вигляд дошки «Зрозумій клієнта» в Trello

Вимоги сформульовані таким чином, що містять приховані неточності, пропускають ключові деталі або мають суперечливі формулювання, що вимагає від учнів ретельного аналізу. До прикладу, на рисунку 2.21 зображено вигляд технічного завдання «Кнопка “Відправити”» з описом від замовника.

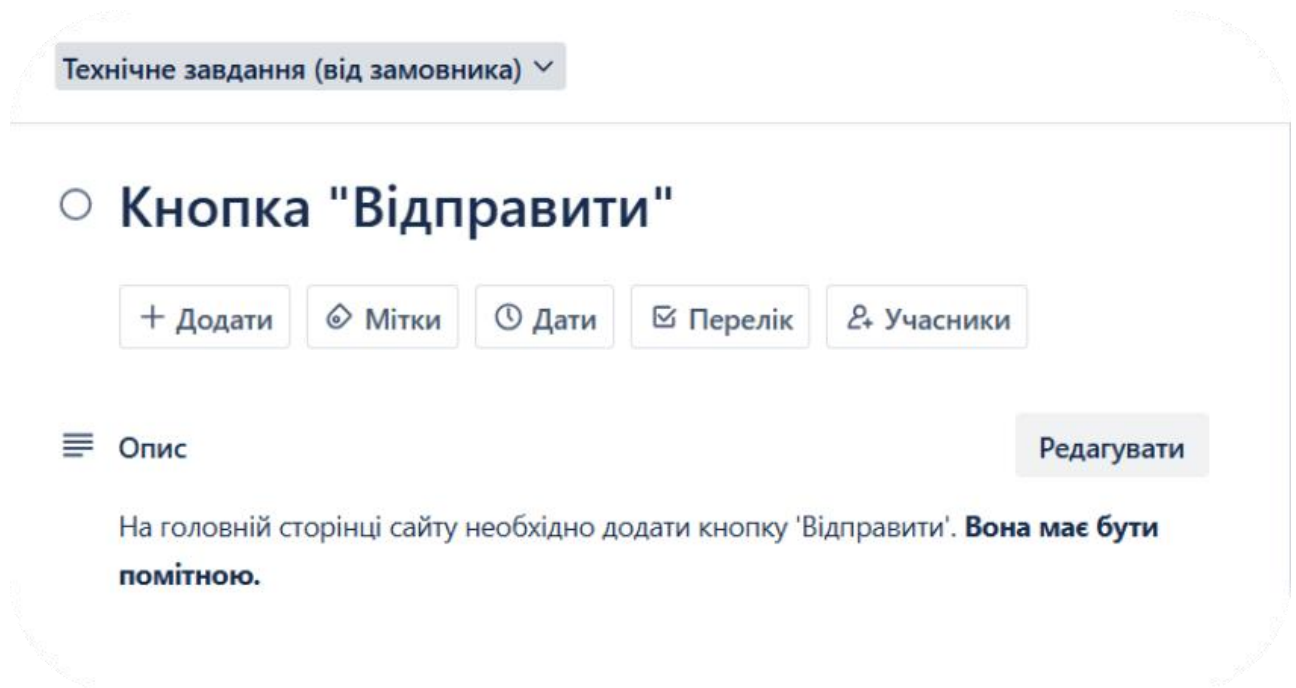


Рис. 2.21 Технічне завдання «Кнопка «Відправити»»

Завдання учнів – ретельно аналізувати кожну картку-вимогу. Якщо вони виявляють, що вимога є нечіткою і її можна трактувати по-різному, неповною, суперечливою, або нереалістичною – таку картку учні переміщують до списку «Уточнення / Питання до замовника». Відкривши переміщену картку, учні використовують розділ «Коментарі» для формулювання своїх запитань до замовника (вчителя). Ключовим тут є вміння ставити чіткі, конкретні та вичерпні питання, щоб отримати однозначну відповідь. Приклад такого уточнення можна подивитися на рисунку 2.22.

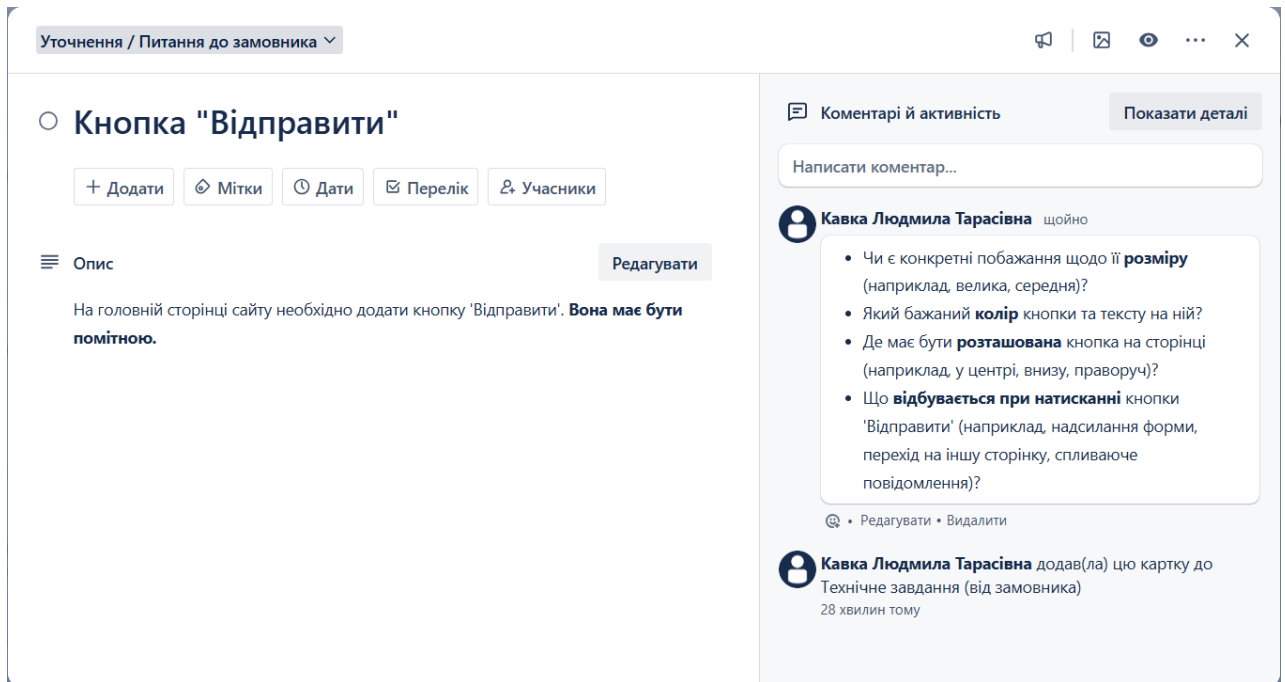


Рис. 2.22 Приклад уточнювальних запитань

Педагог, виступаючи в ролі замовника, надає відповіді в коментарях, допомагаючи учням крок за кроком розібратися з усіма деталями. Після того, як учні отримали всі необхідні уточнення і вимога стала повністю зрозумілою, вони переміщують картку до списку «Узгоджено / Реалізовано». Це символізує успішне завершення етапу збору та уточнення вимог.

Комплекс створених матеріалів демонструє, як цифрові інструменти можуть використовуватися не лише як допоміжний засіб для навчання інформатики, а як інструмент для розвитку цифрової компетентності у всіх її сферах. Поєднання проєктної діяльності, аналізу, моделювання, рефлексії та роботи з цифровим середовищем забезпечує сучасний, практико-орієнтований підхід до розвитку ЦК, що відповідає потребам старшої школи та вимогам компетентнісного навчання.

Висновки до другого розділу

У другому розділі було комплексно проаналізовано методичні основи розвитку цифрової компетентності учнів старших класів у контексті STEM-

освіти. На основі огляду цифрових інструментів виявлено, що сучасне освітнє середовище пропонує широкий спектр сервісів для роботи з даними, створення цифрового контенту, комунікації та організації навчальної діяльності. Ці інструменти дають можливість розвивати всі сфери цифрової компетентності відповідно до європейської рамки DigComp та адаптувати навчальний процес до вимог цифрового середовища.

У ході аналізу змісту чинної навчальної програми з інформатики для старшої школи було виявлено значний потенціал для розвитку цифрової компетентності. Зміст як стандартного, так і профільного рівнів охоплює теми, які прямо відповідають усім п'яти сферам ЦК, зокрема аналізу даних, створенню цифрового контенту та інформаційній безпеці. При цьому, профільний рівень створює фундамент для технічної та логіко-аналітичної підготовки (кодування, бази даних), а стандартний – для розвитку комунікативних та загальноосвітніх аспектів ЦК, що є сприятливим підґрунтям для інтеграції STEM.

У межах дослідження були окреслені методичні підходи та прийоми інтеграції STEM у освітній процес старшокласників. Зокрема, проаналізовано потенціал проєктно-орієнтованого, проблемного, активного навчання, міждисциплінарного підходу, дизайн-мислення та навчання на основі запитів. Такі підходи сприяють розвитку не лише предметних умінь, але й критичного мислення, уміння працювати з інформацією, розв'язувати проблеми та застосовувати цифрові технології для практичних завдань.

На основі проведеного теоретичного аналізу було розроблено конкретні приклади навчально-методичних матеріалів, спрямованих на всебічний розвиток цифрової компетентності учнів. До них увійшли кейс-ситуації, інтерактивні вправи, практичні та проєктні завдання, що орієнтовані на комплексний розвиток всіх сфер ЦК та інтеграцію STEM-елементів на уроках інформатики. Запропоновані матеріали можуть бути використані вчителями як готові інструменти для модернізації уроків і створення освітнього середовища, що відповідає сучасним освітнім вимогам.

Таким чином, результати другого розділу підтверджують, що інтеграція STEM-освіти та розвиток цифрової компетентності є взаємодоповнювальними процесами. Навчання інформатики має значний потенціал для реалізації цих завдань, а розроблені методичні матеріали можуть слугувати практичною основою для їх ефективного впровадження в освітній процес старшої школи.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШИХ КЛАСІВ В УМОВАХ STEM-ОСВІТИ

3.1 Обґрунтування критеріїв, показників цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти

Експериментальна перевірка ефективності розробленої методики розвитку цифрової компетентності в умовах STEM-освіти потребує чіткого та науково обґрунтованого інструментарію оцінювання. Обґрунтування критеріїв та показників є фундаментальним етапом, оскільки вони слугують мірилом якісних змін, що відбуваються у навчальній діяльності учнів. Критерії повинні бути не лише валідними, а й адаптованими до специфіки STEM-освіти, зокрема її діяльнісного, дослідницького та трансдисциплінарного характеру.

Методологічною основою для визначення критеріїв слугують структурні компоненти ЦК, детально проаналізовані в першому розділі роботи, згідно з Європейською рамкою DigComp. Водночас, ці критерії мають бути адаптовані до практичних аспектів STEM-навчання, зокрема проєктної діяльності, інженерного дизайн-мислення та командної роботи з використанням цифрових інструментів.

На основі синтезу теоретичних положень ЦК та специфіки STEM-орієнтованого навчання, психолого-педагогічних досліджень науковців (Н. Балик, В. Биков, Я. Сікора, Л. Тітова) було виділено критерії, кожен з яких охоплює сукупність взаємопов'язаних показників [30; 36; 37]:

1. Когнітивно-аналітичний критерій (інформаційна грамотність та вирішення проблем)

Даний критерій відображає здатність учня до усвідомленої, критичної та системної роботи з інформацією і даними, а також застосування логічного мислення для розв'язання прикладних STEM-завдань.

Обґрунтування. Когнітивно-аналітичний критерій ґрунтується на інформаційно-аналітичній складовій ЦК та компонентах пов'язаних із вирішення проблем. У контексті STEM-освіти він є базовим, оскільки будь-який інженерний або дослідницький проєкт передбачає пошук, відбір, аналіз та інтерпретацію вхідних даних.

Показники:

- критичність оцінювання інформації: здатність відрізнати достовірні джерела від сумнівних, виявляти ознаки маніпуляцій, фейкової або неповної інформації під час з роботи науковими чи технічними матеріалами.
- навички аналізу та синтезу даних: уміння обробляти масиви даних, здійснювати їх візуалізацію, формулювати аргументовані висновки та узагальнення.
- алгоритмічна культура: здатність розуміти логіку побудови алгоритмів та структуровано планувати етапи дослідницької або проєктної діяльності.

2. Технологічно-інструментальний критерій (створення контенту та технічне вирішення проблем)

Даний критерій характеризує рівень практичного володіння цифровими інструментами, які використовуються для розробки, моделювання та прототипування STEM-продуктів.

Обґрунтування. Технологічно-інструментальний критерій відповідає складовим цифрової компетентності, пов'язаним зі створенням цифрового контенту та технічним вирішенням проблем. У STEM-освіті цей критерій визначає здатність учнів перетворювати ідею або проєктний задум на функціональний цифровий або інженерний продукт.

Показники:

- рівень володіння інструментами моделювання: здатність створювати 3D-моделі, віртуальні схеми або симуляції процесів, використовуючи спеціалізоване ПЗ.

- навички кодування: уміння створювати, модифікувати та налагоджувати простий програмний код для управління моделями чи процесами (наприклад, у Tinkercad, Python).

- здатність до діагностики та усунення технічних несправностей: уміння виявляти помилки у схемі, коді чи налаштуваннях цифрового середовища та оперативно їх виправляти.

3. Соціально-комунікативний та етичний критерій (співпраця та безпека)

Даний критерій відображає здатність учнів ефективно взаємодіяти в цифровому середовищі, працювати в команді, дотримуватись норм цифрової етики і безпеки.

Обґрунтування. Соціально-комунікативний та етичний критерій ґрунтується на компонентах цифрової компетентності, пов'язаних із комунікацією, співпрацею та безпечною поведінкою в цифровому середовищі. У командних STEM-проєктах ці навички є вирішальними для успішної реалізації проєкту.

Показники:

- ефективність цифрової співпраці: здатність використовувати хмарні сервіси для розподілу завдань, синхронної роботи та конструктивного обміну ідеями в команді.

- цифрова етика та безпека: дотримання правил авторського права, правил захисту персональних даних та відповідальне ставлення до інформаційної безпеки під час роботи над проєктами.

- навички презентації та наукової комунікації: здатність чітко та аргументовано представляти результати STEM-проєктів, використовуючи мультимедійні засоби, для різних аудиторій.

У рамках нашого дослідження та на основі наукових досліджень Г. Генсерук, О. Карабін, О. Кривонос, О. Наливайко, Л. Тітова виокремлено рівні сформованості ЦК.

Для кількісної оцінки ефективності розробленої методики, на основі виділених критеріїв, пропонуються чотири рівні сформованості цифрової компетентності:

Низький рівень: учень демонструє лише фрагментарні знання ЦК, виконує завдання за чіткими інструкціями, має значні труднощі з вибором інструментів та діагностикою помилок.

Середній рівень: учень володіє основними цифровими інструментами, може виконувати типові завдання ЦК та STEM з мінімальною допомогою, але критичне оцінювання інформації та ефективна командна співпраця вимагають зовнішнього контролю.

Достатній рівень: учень демонструє усвідомлене володіння всіма трьома критеріями. Здатний самостійно планувати етапи проєкту, ефективно працювати в команді та створювати функціональний цифровий контент. Успішно діагностує та усуває типові технічні проблеми.

Високий рівень: учень демонструє глибоку інтеграцію знань та навичок. Здатний до інноваційного використання цифрових інструментів для вирішення нестандартних STEM-задач, самостійно обирає найбільш оптимальні алгоритми, є лідером у командній роботі та демонструє високий рівень критичного аналізу та цифрової етики.

Таким чином, обґрунтована система критеріїв, показників і рівнів, що базується на моделі DigComp та адаптована до специфіки STEM-освіти, створює надійну основу для об'єктивної оцінки результатів педагогічного експерименту й дозволяє простежити динаміку розвитку цифрової компетентності учнів старших класів у процесі впровадження розробленої методики.

3.2 Аналіз та узагальнення результатів експерименту

Експериментальна частина дослідження була спрямована на перевірку гіпотези щодо ефективності розробленої методики розвитку цифрової

компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти. З цією метою було організовано педагогічний експеримент, що проводився у Тернопільському класичному ліцеї. У дослідженні взяли участь учні 10–11 класів, які були поділені на дві групи: контрольну групу (КГ), до складу якої увійшло 28 учнів, та експериментальну групу (ЕГ), до якої увійшло 29 учнів. У контрольній групі навчання здійснювалося за традиційною методикою, тоді як в експериментальній групі впроваджувалася розроблена методика розвитку цифрової компетентності, що передбачала використання діяльнісних освітніх технологій (проектно-орієнтоване навчання, інженерне дизайн-мислення) та цілеспрямованого застосування цифрових інструментів.

Педагогічний експеримент проводився у три етапи: констатувальний, формувальний та контрольний. На констатувальному та контрольному етапах експерименту використовувався ідентичний за структурою та критеріями інструментарій оцінювання (додатки Г, Д).

На початку експерименту було проведено тестування з метою визначення вихідного рівня ЦК учнів експериментальної та контрольної груп. Отримані результати показали приблизно однаковий рівень ЦК в обох групах, що забезпечує об'єктивність подальшого аналізу. Аналіз розподілу учнів за рівнями ЦК (таблиця 3.1) засвідчив, що в обох групах переважають учні із середнім да достатнім рівнями. Частка учнів з низьким та високим рівнем цифрової компетентності приблизно однакова.

Таблиця 3.1

Результати початкового зрізу

Рівні успішності	На початку експерименту			
	КГ		ЕГ	
	К-сть	%	К-сть	%
Низький рівень	6	21,43	6	20,69
Середній рівень	12	42,86	13	44,83
Достатній рівень	6	21,43	7	24,14
Високий рівень	4	14,29	3	10,34

Детальніший аналіз результатів початкового тестування за окремими критеріями ЦК показав близькі значення середніх балів у контрольній та експериментальній групах (рис. 3.1).

Незначні відмінності у показниках відносно кожного критерію не мають системного характеру, а отже, не впливають на порівняльний аналіз груп.

Найменші середні значення зафіксовано за технологічно-інструментальним критерієм, що вказує на недостатній рівень практичних навичок використання цифрових інструментів у більшості учнів на початку експерименту.

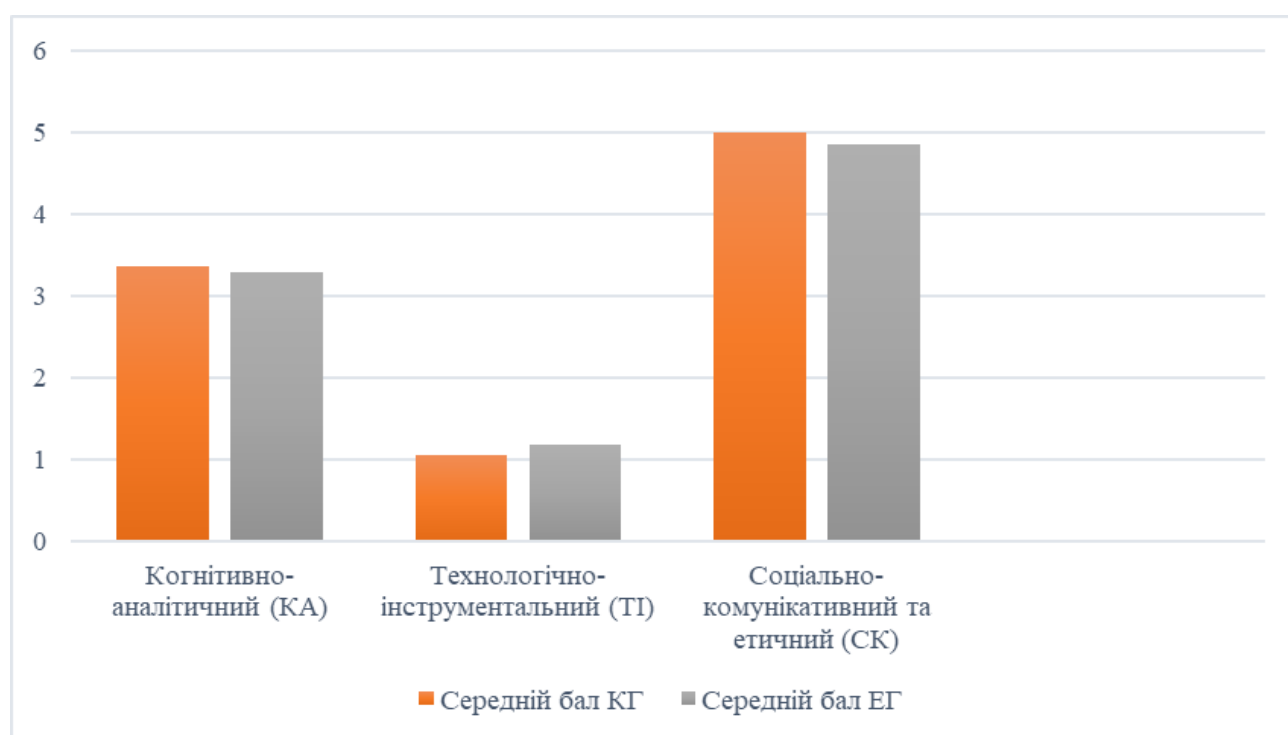


Рис. 3.1. Середні бали початкового зрізу КГ та ЕГ за критеріями

Після завершення формувального етапу експерименту було проведене контрольне тестування, результати якого засвідчили позитивну динаміку розвитку цифрової компетентності в обох групах, проте характер цих змін суттєво відрізнявся.

У контрольній групі зафіксовано незначне покращення показників, тоді як в експериментальній групі спостерігається істотне зростання частки учнів з достатнім та високим рівнями ЦК та відповідне зменшення кількості учнів із низьким і середнім рівнями.

Таблиця 3.2

Результати педагогічного експерименту

Рівні успішності	На початку експерименту				Наприкінці експерименту			
	КГ		ЕГ		КГ		ЕГ	
	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%
Низький рівень	6	21,43	6	20,69	5	17,86	2	6,90
Середній рівень	12	42,86	13	44,83	11	39,29	7	24,14
Достатній рівень	6	21,43	7	24,14	8	28,57	14	48,28
Високий рівень	4	14,29	3	10,34	4	14,29	6	20,69

Порівняльний аналіз середніх значень за окремими критеріями цифрової компетентності (рис. 3.2) показав, що найбільш виражені зміни в експериментальній групі відбулися за технологічно-інструментальним та соціально-комунікативним і етичним критеріями.

Отримані результати пояснюються системним використанням цифрових інструментів, командної роботи та проєктної діяльності в умовах STEM-навчання, що сприяло активному розвитку відповідних компонентів цифрової компетентності.

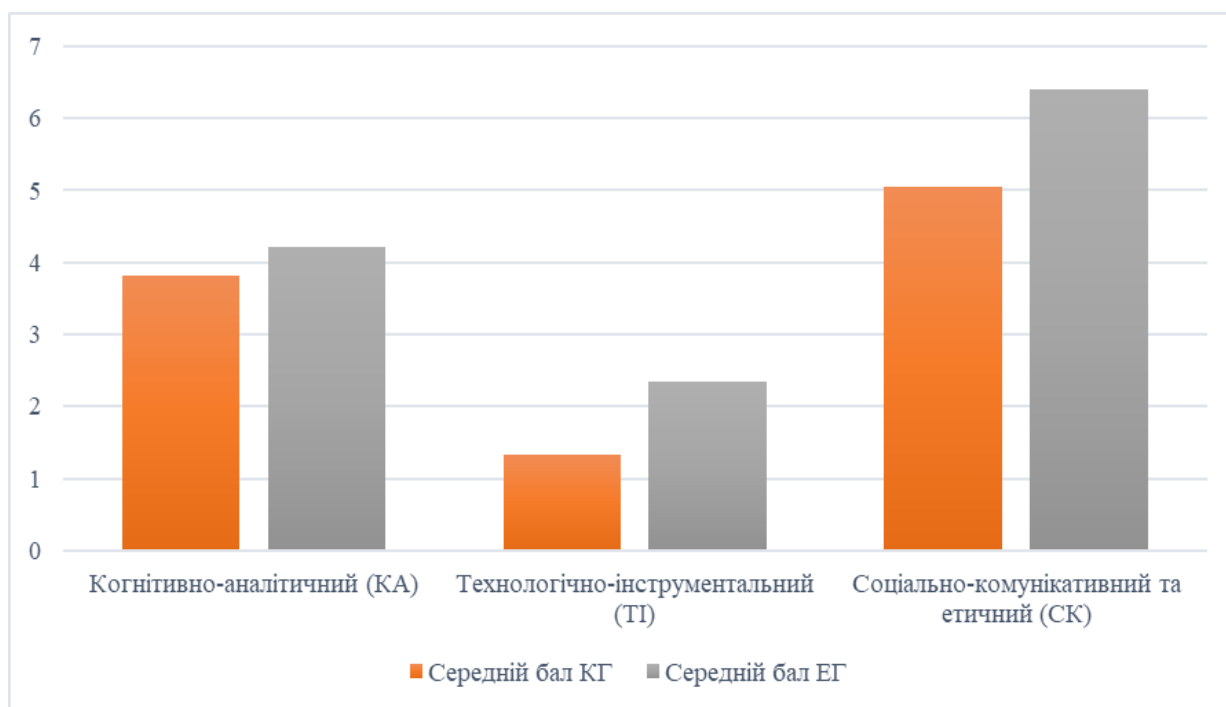


Рис. 3.2. Середні бали фінального зрізу КГ та ЕГ за критеріями

Для підтвердження достовірності виявлених відмінностей між результатами контрольної та експериментальної груп було здійснено статистичну перевірку значущості фінальних результатів за допомогою t-критерію Стьюдента для незалежних вибірок (додаток К). Аналіз проводився за загальною кількістю балів, отриманих учнями за результатами фінального тестування. Результати статистичного аналізу показали, що різниця між середніми значеннями контрольної та експериментальної груп є статистично значущою при рівні значущості $p = 0,05$, що свідчить про не випадковий характер зафіксованих змін.

Таким чином, аналіз та узагальнення результатів педагогічного експерименту підтверджують ефективність розробленої методики розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти. Отримані результати доводять, що цілеспрямоване використання STEM-підходів, проєктної діяльності та цифрових інструментів забезпечує значне підвищення рівня цифрової компетентності та сприяє підготовці учнів до успішної діяльності в сучасному цифровому середовищі.

Висновки до третього розділу

У третьому розділі дослідження було здійснено експериментальну перевірку ефективності розробленої методики розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти.

Для забезпечення об'єктивності оцінювання результатів експерименту, було обґрунтовано систему критеріїв, показників та рівнів цифрової компетентності. Визначено когнітивно-аналітичний, технологічно-інструментальний та соціально-комунікативний та етичний критерії, які комплексно відображають зміст і структуру цифрової компетентності в контексті STEM-освіти. Запропонована система критеріїв стала основою для розроблення інструментарію оцінювання та забезпечила можливість об'єктивного вимірювання результатів педагогічного експерименту.

Основною частиною дослідження став аналіз та узагальнення результатів педагогічного експерименту, спрямованого на перевірку ефективності розробленої методики. На основі результатів констатувального зрізу встановлено приблизно однаковий рівень цифрової компетентності в контрольній та експериментальній групах, що підтвердило репрезентативність вибірки та коректність подальшого порівняльного аналізу. Результати фінального зрізу засвідчили позитивну динаміку рівня цифрової компетентності в обох групах, однак більш виражені зміни зафіксовано в експериментальній групі. Експеримент показав зростання кількості учнів із достатнім і високим рівнями цифрової компетентності, а також підвищення середніх показників за всіма визначеними критеріями.

Перевірка статистичної значущості отриманих результатів за допомогою t-критерію Стюдента підтвердила достовірність виявлених відмінностей між показниками контрольної та експериментальної груп, що свідчить про ефективність впровадженої методики.

Таким чином, експериментальна перевірка довела результативність розробленої методики розвитку цифрової компетентності учнів старших класів

в умовах STEM-освіти та підтвердила доцільність її використання в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведене дослідження присвячене актуальній проблемі розвитку цифрової компетентності учнів старших класів закладів загальної середньої освіти в умовах STEM-освіти. У результаті виконання завдань кваліфікаційної роботи було досягнуто поставленої мети – теоретично обґрунтовано, розроблено та експериментально перевірено ефективність методики розвитку цифрової компетентності. Відповідно до поставлених завдань дослідження, отримано такі висновки:

1. Теоретично обґрунтовано основи розвитку цифрової компетентності учнів старших класів закладів загальної середньої освіти. Аналіз науково-педагогічних джерел і нормативних документів засвідчив, що цифрова компетентність є інтегративною наскрізною компетентністю, яка охоплює роботу з інформацією і даними, використання цифрових технологій, створення цифрового контенту, комунікацію, а також безпечну й етичну поведінку у цифровому середовищі. З'ясовано, що розвиток цифрової компетентності має відбуватися системно та цілеспрямовано, а не фрагментарно, через інтеграцію цифрових інструментів у різні освітні галузі. У цьому контексті STEM-освіта розглядається як ефективна модель організації навчання, що створює умови для цілісного та усвідомленого формування цифрової компетентності в освітньому процесі.

2. Виявлено особливості розвитку цифрової компетентності учнів старших класів. З'ясовано, що старший шкільний вік характеризується достатнім рівнем когнітивної зрілості, сформованістю системного й абстрактного мислення, розвитком саморефлексії та здатності до усвідомленого прийняття рішень. Учні цього віку демонструють прагнення до самостійності, самореалізації та активного пошуку власної цифрової ідентичності. Встановлено, що ці вікові особливості створюють сприятливі умови для залучення старшокласників до виконання складних навчальних і проєктних

завдань, що вимагають інтеграції знань, критичного аналізу інформації та активного використання цифрових технологій в освітній діяльності.

3. Конкретизовано методичні підходи та прийоми розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти. Обґрунтовано доцільність використання проєктно-орієнтованого навчання, інженерного дизайн-мислення, проблемного навчання та активних методів організації освітнього процесу. Зазначені підходи забезпечують практичне застосування цифрових технологій для розв'язання реальних або наближених до реальних проблем. Визначено, що застосування цифрових інструментів у межах STEM-діяльності дозволяє формувати не лише предметні знання, а й уміння аналізувати інформацію, працювати в команді та приймати обґрунтовані рішення. Такий підхід забезпечує комплексний розвиток цифрової компетентності та підвищує мотивацію учнів до навчання.

4. Розроблено методику розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти та експериментально перевірено її дієвість. Методика передбачає цілеспрямовану інтеграцію цифрових інструментів у діяльнісне навчання та реалізується через систему навчально-методичних матеріалів і вправ. До складу методики входять дослідницькі, проєктні, аналітичні та рефлексивні завдання, що сприяють розвитку різних сфер цифрової компетентності. Педагогічний експеримент дозволив оцінити ефективність запропонованої методики в реальних умовах освітнього процесу. Результати експерименту засвідчили позитивну динаміку розвитку цифрової компетентності учнів експериментальної групи порівняно з контрольною. Статистична перевірка отриманих даних підтвердила достовірність і значущість результатів дослідження.

Узагальнюючи результати дослідження, можна зробити висновок, що STEM-освіта є ефективним середовищем для цілеспрямованого розвитку цифрової компетентності учнів старших класів, а розроблена методика може бути рекомендована для використання в освітній практиці закладів загальної середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Близнюк Т. Цифрові інструменти для онлайн і офлайн навчання : навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2021. 64 с.
2. Будник О. Б. Розвиток цифрової компетентності майбутніх педагогів у Новій українській школі. *Інноваційні освітні технології в Новій українській школі*. 2021. С. 22–33.
3. Гайда В. Я. Ефективні прийоми STEM-навчання. *Наукові записки*. Серія: Педагогічні науки. 2024. Вип. 212. С. 81–85.
4. Генсерук Г. Р. Міжнародні рамки цифрової компетентності майбутніх учителів. Педагогічні науки : зб. наук. пр. 2021. Вип. 94. С. 32–37.
5. Голяд І. С., Тропіна М. Цифровий супровід проектно-дослідницької діяльності в освітньому процесі. *Трудове навчання та технології : сучасні реалії та перспективи розвитку* : збірник матеріалів Х Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті академіка Д. О. Тхоржевського, 28 трав. 2021 р. / уклад. Д. Е. Кільдеров, І. С. Голяд. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2021. С. 44–49.
6. Гордійчук Т. М., Дмитрієва С. М. Вікові особливості міжособистісних стосунків у старшому шкільному віці та шляхи їх оптимізації. *Проблеми сучасної психології* : збірник наукових праць / за ред. І. В. Фриз. 2015. С. 36–41.
7. Грушко Р. STEM-освіта та цифрова компетентність: підготовка майбутніх учителів інформатики до викликів цифрової епохи. *Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції* : збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Кропивницький, 24 квіт. 2025 р.). Кропивницький : ДонДУВС, 2025. С. 397.
8. Гулай О., Кабак В., Герасимчук Г. Засоби та технології цифрового навчання: теоретичний та практичний аспекти : Монографія. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 160 с.

9. Гуменний О. Д., Федоренко О. І. Система розвитку цифрової компетентності викладачів професійно-теоретичної підготовки закладів професійної освіти в міжкурсовий період. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2025.

10. Державний стандарт базової середньої освіти. Офіційний сайт МОН України. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrainska-shkola-2/derzhavniy-standart-bazovoi-serednoi-osviti> (дата звернення: 27.05.2025).

11. Єльпітіфоров Є. М., Рудишин С. Д., Кмець А. М. Моделі STEM-уроків в закладах загальної середньої освіти – ключові і предметні компетентності в контексті природничих наук : методичний посібник. Суми : Корпункт, 2024. 36 с.

12. Кавка Л. Т., Карабін О. Й. Основні аспекти розвитку цифрової компетентності здобувачів освіти. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : матеріали XVI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Тернопіль, 6-7 листопада, 2025 р.). Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2025.

13. Кавка Л. Т., Карабін О. Й. Проектна діяльність як засіб розвитку цифрової компетентності здобувачів освіти. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : матеріали XV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Тернопіль, 10 квітня, 2025 р.). Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2025. С. 56–59.

14. Кавка Л. Т., Карабін О. Й. STEM-технології як засіб розвитку цифрової компетентності в учнів старшої школи. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : матеріали XIV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Тернопіль, 7–8 листопада, 2024 р. Тернопіль : ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2024. с. 212–214.

15. Карабін О. Й., Шуль М. В. Впровадження ІКТ із використанням елементів STEM-технологій в освітньому процесі. *Інноваційна педагогіка*. 2020. Вип. 29, Т. 1. С. 138–142. DOI: 10.32843/2663-6085/2020/29-1.28.

16. Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р. Київ : [б. в.], 2020.

17. Коркішко А., Калмикова М. Розвиток критичного мислення старшокласників у процесі застосування цифрових технологій. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*. 2021. № 15. С. 187–193. DOI: 10.31865/2414-9292.15.2021.243004.

18. Костиць О. О. Психологічні особливості учнів старшої школи. Маріупольський молодіжний науковий форум: традиційні й новітні аспекти дослідження і викладання іноземних мов і літератури : матеріали II Всеукраїнської конференції. 2017. С. 235–237.

19. Краєва О. А. Криза ідентичності підліткового віку та її роль у становленні зрілої особистості. *Проблеми сучасної психології*. 2010. Вип. 7. С. 310–321.

20. Кривонос О. М., Бірук Н. П., Торгонська А. О., Яценко О. І. Діагностика сформованості цифрової компетентності учнів старшої школи. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. Т. 97, № 5. С. 94–124. DOI: 10.33407/itlt.v97i5.5348.

21. Куркай Н. Інноваційні форми та засоби STEM-освіти. *Педагогічні науки та освіта*. 2022. Вип. XL–XLI. С. 63–70.

22. Медведєва М. О., Тітова Л. О., Ковтанюк І. І. Цифрові інструменти у формуванні інформаційно-цифрової компетентності здобувачів освіти. *Українські студії в європейському контексті : зб. наук. пр.* 2024. Вип. 9. С. 184.

23. Морзе Н. В., Вембер В. П., Гладун М. А. 3D картування цифрової компетентності в системі освіти України. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Т. 70, № 2. С. 28–42. DOI: 10.33407/itlt.v70i2.2987.

24. Навчальна програма з інформатики (профільний рівень) для 10-11 класів загальноосвітніх шкіл. Міністерство освіти і науки України. Київ, 2017. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/01/10-11-profilniy-riven.docx> (дата звернення: 27.05.2025).

25. Навчальна програма з інформатики (рівень стандарту) для 10-11 класів загальноосвітніх шкіл. Міністерство освіти і науки України. Київ, 2017. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx> (дата звернення: 27.05.2025).

26. Наливайко О. О., Прокопенко А. І., Кабусь Н. Д., Хатунцева С. М., Жукова О. А. Проєктно-цифрова діяльність як засіб формування цифрової компетентності студентів гуманітарних спеціальностей. Інформаційні технології і засоби навчання. 2022. Т. 87, № 1. С. 218–235. DOI: 10.33407/itlt.v87i1.4748.

27. Нежива Л., Паламар С., Семеній Н. Використання цифрових інструментів у проєктній діяльності здобувачів вищої освіти педагогічних спеціальностей. *Information Technologies and Learning Tools*. 2024. Vol. 101, № 3. С. 71–82. DOI: 10.33407/itlt.v101i3.5398.

28. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи / М-во освіти і науки України. Київ, 2016. 40 с.

29. Офіційний ресурс (ЄС): The European Commission's Joint Research Centre. Digital Competence Framework for Citizens (DigComp) Framework. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/education-and-training/digital-transformation-education/digital-competence-framework-citizens-digcomp/digcomp-framework_en (дата звернення: 01.10.2025).

30. Оцінювання інформаційно-комунікаційної компетентності учнів та педагогів в умовах євроінтеграційних процесів в освіті : посібник / В. Ю. Биков, О. В. Овчарук та ін. Київ : Педагогічна думка, 2017. 160 с.

31. Підготовка вчителя до реалізації технологій STEM-освіти в гімназії : методичні рекомендації / В. В. Рогоза, Ф. Г. Левченко, В. Ю. Пелех та ін. Київ : Педагогічна думка, 2025. 69 с.

32. Рекомендація 2006/962/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС) Про основні компетенції для навчання протягом усього життя : прийняття від 18.12.2006. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_975#Text (дата звернення: 20.11.2025).

33. Сакунова Г. В., Мороз І. О. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики через призму STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 1. С. 285–289.

34. Сахно О. В. Цифрова компетентність і технології для освіти: принципи та інструменти. *Імідж сучасного педагога*. 2023. Вип. 6(195). С. 10–14. DOI: 10.33272/2522-9729-2020-6(195)-10-14.

35. Свідоцтво досягнень учнів 5–9-х класів : форма, затверджена наказом Міністерства освіти і науки України від 02.08.2024 № 1093. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2024/08/05/Svidotstvo.dosyahnennya-5-9-kh.klasiv-2024.pdf> (дата звернення: 18.11.2025).

36. Сікора Я. Б., Іванова С. М. Критерії та показники розвитку цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова*. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. Київ : Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2024. Вип. 23 (30). С. 74–83.

37. Тітова Л. О. Критерії сформованості інформаційно-цифрової компетентності майбутніх учителів математики. *Інноваційна педагогіка*. 2023. Вип. 56, Т. 2. С. 147–150. DOI: 10.32782/2663-6085/2023/56.2.32.

38. Трускавецька І. Я. Використання сучасних освітніх онлайн-платформ у професійній підготовці майбутніх учителів біології та основ здоров'я. *Інноваційна педагогіка*. Теорія та методика навчання (3 галузей знань). 2023. Вип. 60. С. 71–75. DOI: 10.32782/2663-6085/2023/60.14.

39. Туркот Т. І., Коновал О. А. Педагогіка та психологія вищої школи : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Херсон : Олді-плюс, 2013. 466 с.

40. DigComp UA (Адаптована версія): Рамка цифрової компетентності для громадян України (DigComp UA for Citizens). Київ: Міністерство цифрової трансформації України, 2020. URL: <https://fit.knu.ua/wp->

content/uploads/2020/07/DigComp-Framework-UA-for-Citizens.pdf

(дата

звернення: 01.10.2025).

41. Córdova-Esparza D. M., Romero-González J. A., Córdova-Esparza K. E., Terven J., López-Martínez R. E. Active Learning Strategies in Computer Science Education: A Systematic Review. *Multimodal Technology & Interaction*. 2024. Vol. 8, No. 6. DOI: 10.3390/mti8060050.

42. Ješková Z., et al. Active learning in STEM education with regard to the development of inquiry skills. *Education Sciences*. 2022. Vol. 12, No. 10. P. 686.

43. Rahmatullah I. A., Wijaya I. P. R., Afriansyah M. The Role of Digital Technology in Improving Students' Problem-Solving Skills in Project-Based Learning. *International Conference on Community Development (ICCD 2021)*. Atlantis Press / ASSEHR, 2021. C. 150–155. DOI: 10.2991/assehr.k.211210.025.

44. Sukontawaree N., Poonputta A., Prasitnok O. Development of Problem-Solving Abilities in Science by Inquiry-Based Learning with Cooperative Learning for Grade 4 Students. *Journal of Educational Issues*. 2022. Vol. 8, No. 2. P. 771–782.

45. Wang W. Research on Teachers' Digital Competence in STEM of Higher Education in the Context of Digital Transformation. *Open Journal of Social Sciences*. 2024. Vol. 12. P. 207–215.

ДОДАТКИ

Додаток А

Класифікація цифрових інструментів за компонентами ЦК та STEM-завданням

Група інструментів	STEM-завдання	Ключові компоненти ЦК (DigComp)	Приклади
1. Моделювання та візуалізація	Імітація фізичних, хімічних, інженерних процесів; 3D-проектування та прототипування.	Створення цифрового контенту (Область 3), Вирішення проблем (Область 5).	Програми для 3D моделювання(Tinkercad, Blender, 3ds Max, Autodesk Fusion 360), Симулятори (PhET Interactive Simulations, Crocodile Physics/Chemistry),.
2. Кодування та алгоритмізація	Програмування мікроконтролерів, роботів, створення програмних рішень; обробка даних експерименту.	Створення цифрового контенту (Область 3), Вирішення проблем (Область 5).	Середовища для програмування (Python, JavaScript, C++), Платформи для програмування мікроконтролерів (Arduino IDE, платформи на базі Raspberry Pi), Візуальне кодування (Scratch, Code.org, Blockly).
3. Збір та аналіз даних	Обробка великих масивів даних; статистичний аналіз, візуалізація результатів досліджень.	Грамотність щодо інформації та даних (Область 1), Вирішення проблем (Область 5).	Електронні таблиці (Google Sheets, Excel), Хмарні платформи для аналізу (Google Colab, Jupyter Notebooks), Спеціалізоване ПЗ (Mapke/Octave, R).
4. Комунікація та співпраця	Обмін інформацією, спільна робота над проєктами, проведення відеоконференцій.	Комунікація та співпраця (Область 2), Безпека (Область 4).	Хмарні сервіси (Google Workspace/MS 365), Платформи для управління проєктами (Trello, Asana), Системи відеоконференцій (Zoom, Google Meet).
5. Інформаційно-пошукові системи	Пошук, оцінка та управління джерелами інформації для дослідження проблеми.	Грамотність щодо інформації та даних (Область 1), Безпека (Область 4).	Академічні бази даних (Google Scholar, Scopus), Електронні бібліотеки, Пошукові системи та Інструменти для цитування (EasyBib, Zotero).

Додаток Б

Навчальні програми з інформатики старшої школи

Рівень стандарту (10-11 клас)		Профільний рівень	
Базовий модуль	Моделі і моделювання. Аналіз та візуалізація даних	Мова програмування та структури даних	10 клас
	Інформаційні технології в суспільстві	Сучасні інформаційні технології	
	Мультимедійні та гіпертекстові документи	Аналіз і візуалізація даних	
	Системи керування базами даних	Електронні публікації	
Вибіркові модулі	Графічний дизайн	Графіка\мультимедіа	11 клас
	Комп'ютерна анімація	Бази даних	
	Тривимірне моделювання	Алгоритми	
	Математичні основи інформатики	Вебтехнології	
	Інформаційна безпека	Парадигми та технології програмування	
	Вебтехнології		
	Основи електронного документообігу		
	Бази даних		
	Формальна логіка		
	Комп'ютерні технології опрацювання звукової інформації		
	Креативне програмування		

Додаток В**Шаблон технічного опису проєкту «Прототип шкільного сайту»**

1. Назва команди / класу

.....

2. Склад команди (ПІБ та ролі учасників)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Мета створення сайту

.....

.....

.....

4. Вибрані інструменти (Google Sites, Canva тощо)

.....

.....

.....

5. Структура сайту (перелік сторінок, меню, внутрішні розділи)

.....

.....

.....

.....

6. Опис контенту (яку інформацію розміщено на сторінках)

.....

.....

.....

.....

.....

7. Джерела натхнення (сайти інших шкіл, які аналізували)

.....

.....

.....

8. Що ми змінили або вдосконалили у порівнянні з іншими сайтами

.....

.....

.....

9. Труднощі, з якими зіткнулися, і як їх подолали

.....

.....

.....

10. Що вдалося найкраще, чим пишаємося

.....

.....

.....

.....

11. Висновки (що дізналися, які навички розвинули)

Додаток Г

Початковий тест (Констатувальний зріз). Інструментарій оцінювання ЦК

Мета: визначити вихідний рівень сформованості цифрової компетентності учнів старших класів.

Час на виконання: 45 хвилин.

Максимальний бал: 24 балів (розподіл балів вказано для кожного критерію).

Частина А. Теоретичний блок (8 балів)

(Оцінює когнітивно-аналітичний, соціально-комунікативний та етичний критерій)

1. Завдання на критичність оцінювання інформації (4 бали)

Завдання 1.1. (Когнітивно-аналітичний критерій) Прочитайте наданий фрагмент новини. Оберіть **три** ознаки, які вказують на те, що інформація може бути неперевіреною або маніпулятивною (3 бали).

Фрагмент новини:

СЕНСАЦІЯ: НОВИЙ АВТОПЛОТ ВІД «ТЕХНО-ВЕЛИКАНА» ЗМЕНШИТЬ АВАРІЙНІСТЬ НА 100%! Експерти у захваті!

Наш кореспондент отримав ексклюзивну інформацію про революційний автопілот Z-3000. Анонімне джерело, близьке до розробників, повідомляє, що система вже пройшла внутрішнє тестування і показала ідеальні результати. Навіть при роботі вночі та в сильний дощ жодна тестова машина не потрапила в аварію. Наші експерти вважають, що вже за рік ця технологія повністю змінить вигляд міст. Подробиці технічних параметрів і фінансових показників компанії ми не розкриваємо, але віримо, що Z-3000 є найкращим рішенням.

A. Надмірно емоційні заголовки;

B. Посилання на анонімні джерела;

C. Відсутність імен експертів;

D. Використання складних наукових термінів;

E. Чітке посилання на фінансову звітність компанії.

Завдання 1.2. (Соціально-комунікативний та етичний критерій)

Вкажіть, чи порушите ви право авторської власності, якщо використаєте чужу фотографію для презентації свого STEM-проєкту, не вказавши джерело, за умови, що використання даної презентації ніяк не монетизується. (1 бал)

A. Не порушу, оскільки це не комерційне використання;

B. Порушу, оскільки порушено право на авторство;

C. Порушу лише у випадку, якщо автор зареєстрував права.

2. Завдання на Алгоритмічну культуру та Безпеку (4 бали)

Завдання 2.1. (Когнітивно-аналітичний критерій) Надано простий алгоритм, який має зчитувати температуру і вмикати вентилятор, якщо температура $> 25^{\circ}\text{C}$. Визначте та опишіть логічну помилку в послідовності дій

даного алгоритму. Запропонуйте, яку дію (або зміну в послідовності) потрібно виконати, щоб алгоритм працював коректно. (2 бали)

Алгоритм:

1. Ініціалізувати датчик температури.
2. Зчитати температуру.
3. Якщо температура $> 25^{\circ}\text{C}$, перейти до кроку 5.
4. Увімкнути вентилятор.
5. Вимкнути вентилятор.
6. Повторити з кроку 2.

Завдання 2.2. (Соціально-комунікативний та етичний критерій) Вам надійшов лист нібито від «Техпідтримки Google» з вимогою терміново підтвердити пароль. Яка ваша перша і найважливіша дія? Напишіть коротку відповідь. (2 бали)

Частина Б. Практичний блок (16 балів)

(Оцінює технологічно-інструментальний, соціально-комунікативний та когнітивно-аналітичний критерій)

3. Технологічно-інструментальний критерій (8 балів)

Завдання 3.1. (Кодування/Моделювання та Вирішення проблем) (4 бали) Варіативне завдання. Виконайте одне завдання на вибір (Або 1, Або 2):

1. **Кодування:** Напишіть простий код (на Python, JavaScript або візуальному блочному середовищі, як Scratch), який конвертує температуру з градусів Цельсія у Фаренгейти. *Формула:* $F = C \cdot 1.8 + 32$.

2. **Моделювання:** Створіть просту 3D-модель (в Tinkercad, SketchUp Free, або іншому доступному інструменті) настільної підставки для смартфона. Модель має містити: площину-основу, опору під кутом та виріз для смартфона.

Завдання 3.2. (Аналіз даних та Управління даними) Надано таблицю із даними про енергоспоживання різних приладів за місяць. Перенесіть подану таблицю в MS Excel або Google Sheets. Побудуйте **кругову діаграму**, яка відображає частку споживання кожного приладу, та сформулюйте **один висновок** (аналіз) на основі діаграми. (4 бали)

Прилад	Споживання (кВт/год за місяць)
Комп'ютер (робоче місце)	45
Холодильник	60
Освітлення (LED)	15
Бойлер / Опалення	90
Інші прилади	30

4. Соціально-комунікативний та етичний критерій (8 балів)

Завдання 4.1. (Співпраця та Планування) Вам потрібно спланувати роботу над створенням прототипу мобільного застосунку “Шкільний розклад” (4 бали).

Створіть список із не менше 6 кроків, які буде виконувати команда, розділивши їх на три етапи:

1. Підготовка / Планування
2. Розробка
3. Тестування та завершення

Примітка: кожен етап має містити щонайменше два кроки. У відповідях врахуйте розподіл ролей, використання цифрових інструментів та базові вимоги до безпеки даних.

Завдання 4.2. (Комунікація та Вирішення проблем) Замовник просить створити дизайн головної сторінки навчального вебсайту “ЕкоШкола”.

Він сформулював такі нечіткі вимоги:

- «Зробіть головний банер привабливим».
- «Кнопка запису має бути зручною».
- «Новини повинні виглядати сучасно».

Сформулюйте по одному уточнювальному запитанню до кожної вимоги, щоб можна було почати роботу (4 бали).

Вимоги до оцінювання

№	Розподіл балів за Критеріями	Вимоги до оцінювання та Розподіл балів
ЧАСТИНА А. ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК (8 балів)		
1.1	КА: 3 бали	1 бал за вибір А (надмірно емоційний заголовок). 1 бал за вибір В (посилання на анонімні джерела). 1 бал за вибір С (відсутність імен експертів/фахових посилань).
1.2	СК: 1 бал	1 бал за правильну відповідь (В: Порушу, оскільки порушено право на авторство).
2.1	КА: 2 бали	1 бал за визначення помилки (напр., вентилятор увімкнеться, навіть якщо умова істинна). 1 бал за пропозицію коректного виправлення (наприклад, використання умовної конструкції, що чітко розділяє шляхи "Увімкнути" та "Повторити").
2.2	СК: 2 бали	1 бал за правильне визначення однієї ознаки шахрайства (наприклад, емоційний тон/вимога терміновості). 1 бал за правильну першу дію: Не переходити за посиланням та перевірити офіційне джерело (не з листа).
ЧАСТИНА Б. ПРАКТИЧНИЙ БЛОК (16 балів)		
3.1 (Кодування)	ТІ: 4 бали	1 бал за коректне визначення змінної для вхідного значення (температура в С). 1 бал за застосування правильної формули ($F = C \cdot 1.8 + 32$). 1 бал за коректний синтаксис (код без помилок). 1 бал за

		виведення/відображення результату.
3.1 (Моделювання)	ТІ: 4 бали	1 бал за наявність площини-основи. 1 бал за наявність опори під кутом (кут має бути реалістичним для підставки). 1 бал за наявність вирізу для смартфона/кабелю. 1 бал за відносну акуратність та функціональність моделі.
3.2	ТІ: 2 бали КА: 2 бали	ТІ: 1 бал за коректне перенесення даних та побудову кругової діаграми. ТІ: 1 бал за правильні підписи, назву та легенду діаграми. КА: 1 бал за формулювання висновку (наприклад, "Найбільшу частку споживання займає Бойлер"). 1 бал за обґрунтованість/точність аналізу (наприклад, порівняння часток).
4.1	СК: 4 бали	1 бал за логічно повний опис етапу Підготовка/Планування (мін. 2 кроки, напр., збір вимог, формування ТЗ). 1 бал за логічно повний опис етапу Розробка (мін. 2 кроки, напр., дизайн, кодування). 1 бал за логічно повний опис етапу Тестування та завершення (мін. 2 кроки, напр., фінальне тестування, реліз). 1 бал за дотримання мінімум 6 кроків та чітку логічну послідовність.
4.2	СК: 4 бали	1 бал за коректне уточнювальне запитання до першої вимоги. 1 бал за запитання до другої вимоги. 1 бал за запитання до третьої вимоги. 1 бал за використання професійного, ввічливого та аргументованого стилю комунікації.
	ВСЬОГО БАЛІВ: 24	КА: 7 б., ТІ: 6 б., СК: 11 б.

Ключ оцінювання та переведення балів

Критерій	Бали за частину А	Бали за частину Б	Максимальний бал за критерій
Когнітивно-аналітичний (КА)	5	2	7 балів
Технологічно-інструментальний (ТІ)	0	6	6 балів
Соціально-комунікативний та етичний (СК)	3	8	11 балів
Загальний бал (24-бальна шкала)	8	16	24 бали

Таблиця переведення балів у рівні сформованості ЦК та 12-бальну шкалу

Якісний рівень (п. 3.1)	Діапазон балів (24-бальна шкала)	Оцінка (12-бальна шкала)	Характеристика
Низький	0–6 балів	1–3	Фрагментарне володіння інструментами, значні труднощі з критичним аналізом та плануванням.
Середній	7–12 балів	4–6	Володіння базовими інструментами, виконання типових завдань за чіткими інструкціями; потреба у зовнішньому контролі при аналізі даних та співпраці.
Достатній	13–18 балів	7–9	Усвідомлене володіння всіма критеріями, самостійне планування етапів проєкту, ефективна командна робота, успішна діагностика типових проблем.
Високий	19–24 балів	10–12	Глибока інтеграція знань, здатність до інноваційного використання інструментів, критичний аналіз нестандартних ситуацій, високий рівень цифрової етики та лідерство.

Додаток Д

Заключний тест (Фінальний зріз). Інструментарій оцінювання ЦК

Мета: визначити рівень сформованості цифрової компетентності учнів старших класів після впровадження розроблених методичних матеріалів та порівняти його з початковим зрізом.

Час на виконання: 45 хвилин.

Максимальний бал: 24 балів (розподіл балів вказано для кожного критерію).

Частина А. Теоретичний блок (8 балів)

(Оцінює Когнітивно-аналітичний та Соціально-комунікативний та етичний критерій)

1. Завдання на критичність оцінювання інформації (4 бали)

Завдання 1.1. (Когнітивно-аналітичний критерій) Прочитайте наданий фрагмент новини. Оберіть **три** ознаки, які вказують на те, що інформація може бути неперевіреною або маніпулятивною. (3 бали)

Фрагмент новини:

СЕНСАЦІЯ: ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОПЕРАЦІЯХ ЗБІЛЬШИЛО УСПІШНІСТЬ НА 75%!

Дослідники приватної клініки «InnovTech» оголосили про свій прорив. Вони стверджують, що завдяки новій системі ШІ, розробленій за останні три місяці, кількість успішних хірургічних втручань у їхній клініці зросла майже на три чверті. Дослідження було проведено на групі з 40 пацієнтів, які отримали нову терапію. Повний звіт, включаючи методологію та контрольні групи, незабаром буде доступний за підпискою. Але вже зараз очевидно, що це відкриття змінить медицину.

- A. Надмірно емоційний заголовок;
- B. Точне використання медичної термінології та аббревіатур;
- C. Дослідження проводилося на обмеженій вибірці пацієнтів;
- D. У тексті не зазначено сферу застосування технології;
- E. Відсутність вільного доступу до результатів дослідження.

Завдання 1.2. (Соціально-комунікативний та етичний критерій) Під час підготовки навчального проєкту ви знайшли в інтернеті таблицю з даними (статистика, результати опитування), яку хочете використати у своїй роботі. Автор таблиці невідомий, джерело не вказане. Яка дія є найбільш коректною з погляду цифрової етики? (1 бал)

- A. Використати таблицю без змін, оскільки вона у відкритому доступі;
- B. Використати дані, але зазначити, що джерело невідоме;
- C. Використати таблицю лише після перевірки інформації в інших джерелах;
- D. Повністю відмовитися від використання таблиці.

2. Завдання на Алгоритмічну культуру та Безпеку (4 бали)

Завдання 2.1. (Когнітивно-аналітичний критерій) Розгляньте алгоритм роботи системи автоматичного освітлення в коридорі школи. Визначте та опишіть логічну помилку в послідовності дій. Запропонуйте, яку дію (або зміну в послідовності) потрібно виконати, щоб алгоритм працював коректно. (2 бали)

Алгоритм:

1. Увімкнути датчик руху.
2. Увімкнути світло.
3. Якщо рух зафіксовано – перейти до кроку 4.
4. Вимкнути світло.
5. Повторити з кроку 2.

Завдання 2.2. (Соціально-комунікативний та етичний критерій) Ви отримали повідомлення у месенджері нібито від знайомої, яка просить підтримати дитину його родичів у благодійному конкурсі малюнків. Повідомлення містить емоційне прохання "поставити вподобайку" за посиланням, посилаючись на можливість отримання гранту на лікування. Яка ваша перша дія? Напишіть коротку відповідь і обґрунтуйте її. (2 бали)

Частина Б. Практичний блок (16 балів)

(Оцінює Технологічно-інструментальний, Соціально-комунікативний та Когнітивно-аналітичний критерії)

3. Технологічно-інструментальний критерій (8 балів)

Завдання 3.1. (Кодування/Моделювання та Вирішення проблем) (4 бали) Варіативне завдання. Виконайте одне завдання на вибір (Або 1, Або 2):

1. **Кодування:** Напишіть простий код (на Python, JavaScript або візуальному блочному середовищі, як Scratch), який конвертує швидкість з метрів за секунду (м/с) у кілометри за годину (км/год).

2. **Моделювання:** Змодельуйте процес реєстрації нового користувача на освітній онлайн-платформі у будь-якій зручній формі: схема (у Google Drawings, PowerPoint, Canva), блок-схема або карта знань. Модель обов'язково має містити: дії користувача, дії системи, щонайменше один елемент перевірки або безпеки (наприклад: перевірка пароля, підтвердження email)

Завдання 3.2. (Аналіз даних та Управління даними) На основі наданих даних про щоденні викиди вуглекислого газу (див. таблицю) побудуйте стовпчасту діаграму (гістограму) в Google Sheets (або MS Excel), щоб візуалізувати внесок кожного джерела у загальний обсяг викидів. Після побудови діаграми сформулюйте один висновок (аналіз) про найбільш значуще джерело забруднення. (4 бали)

Джерело викидів	Середній обсяг CO ₂ (в тоннах)
Автомобільний транспорт	120
Виробничі підприємства	200
Енергопостачання будинків (Опалення)	80
Сільськогосподарська діяльність	50

4. Соціально-комунікативний та етичний критерій (8 балів)

Завдання 4.1. (Співпраця та Планування) Вам потрібно спланувати роботу над створенням інтерактивної карти-путівника для туристів міста (4 бали).

Створіть список із не менше ніж 6 кроків, які виконуватиме команда, розподіливши їх на три етапи:

1. Підготовка / планування
2. Розробка
3. Тестування та завершення

Примітка: кожен етап має містити щонайменше два кроки. У відповідях врахуйте розподіл ролей, використання цифрових інструментів та базові вимоги до безпеки даних.

Завдання 4.2. (Комунікація та Вирішення проблем) Надано три нечіткі вимоги від замовника для прототипу мобільного застосунку "Шкільна бібліотека".

Він сформулював такі нечіткі вимоги:

- "Головна сторінка повинна мати дуже сучасний вигляд".
- "Користувачі повинні мати можливість швидко знаходити будь-яку книгу".
- "Система має заохочувати учнів частіше брати книги".

Сформулюйте по одному уточнювальному запитанню до кожної вимоги, щоб можна було почати роботу (4 бали).

Вимоги до оцінювання

№	Розподіл балів за Критеріями	Вимоги до оцінювання та Розподіл балів
ЧАСТИНА А. ТЕОРЕТИЧНИЙ БЛОК (8 балів)		
1.1	КА: 3 бали	1 бал за вибір А (Надмірно емоційний заголовок). 1 бал за вибір С (Дослідження проводилося на обмеженій вибірці пацієнтів). 1 бал за вибір Е (Відсутність вільного доступу до результатів дослідження).
1.2	КА: 1 бал	1 бал за правильну відповідь (С: Використати таблицю лише після перевірки інформації в інших джерелах).
2.1	КА: 2 бали	1 бал за визначення логічної помилки: алгоритм вимикає світло на кроці 4, якщо рух зафіксовано, що є неправильною послідовністю. 1 бал за пропозицію коректного виправлення (введення умовної конструкції, що розділяє дії в залежності від фіксації руху).
2.2	СК: 2 бали	1 бал за правильну першу дію: Не переходити за посиланням та перевірити через інший канал зв'язку. 1 бал за обґрунтування: використання емоційного шантажу/терміновості для маніпуляції.

ЧАСТИНА Б. ПРАКТИЧНИЙ БЛОК (16 балів)		
3.1 (Кодування)	ТІ: 4 бали	1 бал за коректне визначення змінної для вхідного значення (м/с). 1 бал за застосування правильної формули ($\text{км/год} = \text{м/с} \cdot 3.6$). 1 бал за коректний синтаксис (код без помилок). 1 бал за виведення/відображення результату.
3.1 (Моделювання)	ТІ: 4 бали	1 бал за наявність чітких дій користувача. 1 бал за наявність чітких дій системи. 1 бал за включення елементу безпеки/перевірки (наприклад, підтвердження email, перевірка пароля). 1 бал за коректну логіку/послідовність процесу.
3.2	ТІ: 2 бали КА: 2 бали	ТІ: 1 бал за коректне перенесення даних та побудову стовпчастої діаграми. ТІ: 1 бал за правильні підписи осей, назву та легенду діаграми. КА: 1 бал за формулювання обґрунтованого висновку (наприклад, Виробничі підприємства є найбільш значущим джерелом). 1 бал за точність та обґрунтованість аналізу (наприклад, порівняння часток).
4.1	СК: 4 бали	1 бал за логічно повний опис етапу Підготовка/Планування (мін. 2 кроки). 1 бал за логічно повний опис етапу Розробка (мін. 2 кроки). 1 бал за логічно повний опис етапу Тестування та завершення (мін. 2 кроки). 1 бал за врахування розподілу ролей та/або безпеки даних.
4.2	СК: 4 бали	1 бал за коректне, релевантне уточнювальне запитання до вимоги 1 ("сучасний вигляд"). 1 бал за запитання до вимоги 2 ("швидко знаходити"). 1 бал за запитання до вимоги 3 ("заохочувати учнів"). 1 бал за використання професійного, ввічливого та аргументованого стилю комунікації.
	ВСЬОГО БАЛІВ: 24	КА: 8 б., ТІ: 6 б., СК: 10 б.

Ключ оцінювання та переведення балів

Критерій	Бали за частину А	Бали за частину Б	Максимальний бал за критерій
Когнітивно-аналітичний (КА)	5	2	7 балів
Технологічно-інструментальний (ТІ)	0	6	6 балів
Соціально-комунікативний та етичний (СК)	3	8	11 балів
Загальний бал (24-бальна шкала)	8	16	24 бали

Таблиця переведення балів у рівні сформованості ЦК та 12-бальну шкалу

Якісний рівень (п. 3.1)	Діапазон балів (24-бальна шкала)	Оцінка (12-бальна шкала)	Характеристика
Низький	0–6 балів	1–3	Фрагментарне володіння інструментами, значні труднощі з критичним аналізом та плануванням.
Середній	7–12 балів	4–6	Володіння базовими інструментами, виконання типових завдань за чіткими інструкціями; потреба у зовнішньому контролі при аналізі даних та співпраці.
Достатній	13–18 балів	7–9	Усвідомлене володіння всіма критеріями, самостійне планування етапів проєкту, ефективна командна робота, успішна діагностика типових проблем.
Високий	19–24 балів	10–12	Глибока інтеграція знань, здатність до інноваційного використання інструментів, критичний аналіз нестандартних ситуацій, високий рівень цифрової етики та лідерство.

Додаток Е

План-конспект уроку: Дослідження комп'ютерної моделі маятника

Тема: Дослідження комп'ютерної моделі роботи маятника за допомогою онлайн-симулятора PhET. Аналіз впливу параметрів на період коливань.

Навчальна програма: Інформатика (Рівень стандарту / Базовий модуль: Моделі і моделювання. Аналіз та візуалізація даних).

Тип уроку: формування компетентностей

Клас: 10-11

Мета:

- сформувати цілісне розуміння сутності інформаційних моделей та етапів комп'ютерного моделювання;
- показати роль моделювання у вивченні природних явищ;
- ознайомити учнів із симулятором PhET “Pendulum Lab” як прикладом фізичної моделі;
- навчити учнів збирати дані з моделі, фіксувати результати дослідження та будувати графічні залежності у середовищі електронних таблиць.

Очікувані результати:

Здобувачі освіти оволодіють:

- **Уміння вчитися впродовж життя:** учні самостійно досліджують явище, планують хід роботи.
- **Математична компетентність:** розуміння періодичності, залежностей, робота з величинами.
- **Інформаційно-цифрова компетентність:** робота з цифровою моделлю, внесення даних у таблицю, аналіз.

Обладнання: комп'ютери/ноутбуки, доступ до мережі Інтернет, проєктор.

Середовище моделювання: PhET Interactive Simulations – Pendulum Lab.

Структура уроку:

- І. Організаційний етап
- ІІ. Актуалізація опорних знань
- ІІІ. Засвоєння нових знань
- ІV. Застосування нових знань
- V. Підведення підсумків заняття

Хід уроку:**І. Організаційний етап**

Привітання, перевірка готовності до уроку.

ІІ. Актуалізація опорних знань

- Що таке модель?
- Чим цифрова модель відрізняється від фізичної?
- Чому симуляції використовують у науці?

III. Засвоєння нових знань

Роль комп'ютерного моделювання

Моделювання є потужним інструментом, що дозволяє вивчати складні або тривалі явища, які важко або неможливо дослідити безпосередньо в реальних умовах. Важливо розуміти, що моделі бувають різними: від фізичних (наприклад, макет літака чи архітектурна мініатюра) до комп'ютерних моделей.

Комп'ютерна модель – це спрощене, але функціональне відтворення реального об'єкта, процесу чи системи, що зберігає його основні властивості. Робота з такою моделлю через симуляції дає можливість швидко змінювати вхідні параметри і миттєво отримувати результати, спостерігаючи за реакцією системи. Отримані з моделі результати можуть бути представлені у різноманітних форматах: числових, графічних або табличних, що полегшує їх аналіз та інтерпретацію.

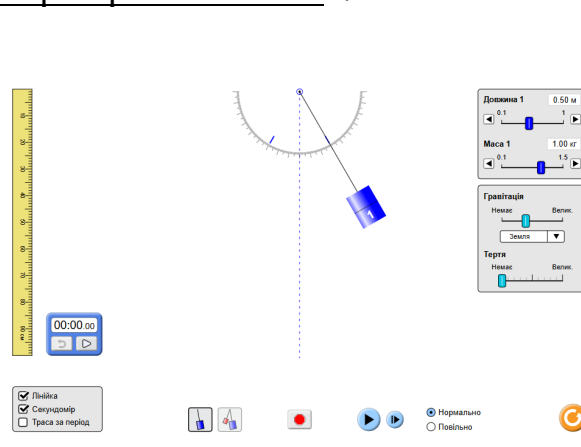
Етапи комп'ютерного моделювання:

1. Формулювання задачі.
2. Вибір параметрів.
3. Побудова моделі.
4. Проведення експериментів з моделлю.
5. Аналіз результатів.
6. Формулювання висновків.

Демонстрація симулятора

Учитель на екрані демонструє роботу обраного симулятора PhET.

Симуляція: «Лабораторія маятників».



Показує:

- де знаходяться елементи керування симуляцією;
- як змінювати значення параметрів (довжина, маса, кут відхилення, гравітація);
- які є додаткові інструменти і як їх використовувати (секундомір, лінійка);
- як запускати симуляцію.

IV. Застосування нових знань

Практична робота

1. Відкрийте симуляцію «Лабораторія маятників» у PhET (Pendulum Lab).

2. Налаштуйте фіксовані параметри (параметри, які ми не змінюємо):

- Маса: 100 г.
- Гравітація: « Земля».
- Опір повітря: немає.
- Інструменти: увімкніть Секундомір та Лінійку для точних вимірювань.

3. Ми будемо досліджувати, як довжина нитки (L) впливає на період (T).

Для цього ми проведемо 4 вимірювання, змінюючи L.

Інструкція з вимірювання (для кожного експерименту):

- Встановіть необхідну довжину L (за допомогою повзунка).
- Відхиліть маятник на кут (30°).
- Запустіть секундомір і тільки після цього саму симуляцію.
- Виміряйте час (t), необхідний для 10 повних коливань ($N=10$).
- Обчисліть період: $T = \frac{t}{N}$

4. Створіть таблицю в Excel та заповніть її:

№	Довжина маятника, м	Маса тягарця, г	Кут відхилення, °	Час коливань, t	Кількість коливань, N	Період коливань T, с
1	0.5	100	30			
2	1	100	30			
3	1,5	100	30			
4	2	100	30			

5. Побудуйте графік залежності $T = f(L)$.

6. Запишіть висновки. Як змінюється період із збільшенням довжини маятника?

V. Підведення підсумків заняття

Що нового дізналися за сьогодні? Чи все було зрозуміло?

Додаток Ж**План-конспект уроку: Проблеми інформаційної безпеки**

Тема: Проблеми інформаційної безпеки. Загрози при роботі в інтернеті і їх уникнення.

Навчальна програма: Інформатика (Рівень стандарту / Базовий модуль: Інформаційні технології в суспільстві; Вибірковий: Інформаційна безпека)

Клас: 10-11

Тип уроку: формування компетентностей

Мета уроку:

- сформувати в учнів уявлення про сучасні загрози в інтернеті (фішинг, соціальна інженерія, дезінформація, маніпулятивні технології);
- навчити розпізнавати ознаки шкідливого повідомлення чи небезпечного листа;
- розвивати навички критичного мислення під час аналізу інформації з мережі;
- ознайомити учнів із практичними способами захисту персональних даних та безпечної поведінки в мережі.

Ключові компетентності, що формуються:

- **Цифрова компетентність (ЦК):** Грамотність щодо інформації та даних (Область 1: Оцінювання даних, інформації), Безпека (Область 4: Захист даних, цілісність систем).
- **STEM-компетентності:** Критичне мислення, аналіз і синтез даних, інженерна цілісність, відповідальне прийняття рішень.

Обладнання: комп'ютери/ноутбуки, доступ до мережі Інтернет, проєктор.

Структура уроку:

- I. Організаційний етап
- II. Актуалізація опорних знань
- III. Засвоєння нових знань
- IV. Застосування нових знань
- V. Підведення підсумків заняття

Хід уроку:

I. Організаційний етап

Привітання, перевірка готовності до уроку.

II. Актуалізація опорних знань

Учитель запитує учнів, із якими небезпечними ситуаціями в інтернеті вони стикались або про які чули: підозрілі SMS, прохання надіслати код підтвердження, підроблені листи банків, фальшиві новинні заголовки.

Робиться висновок: інформаційні загрози стають частиною нашого повсякдення, і важливо вміти їх розпізнавати.

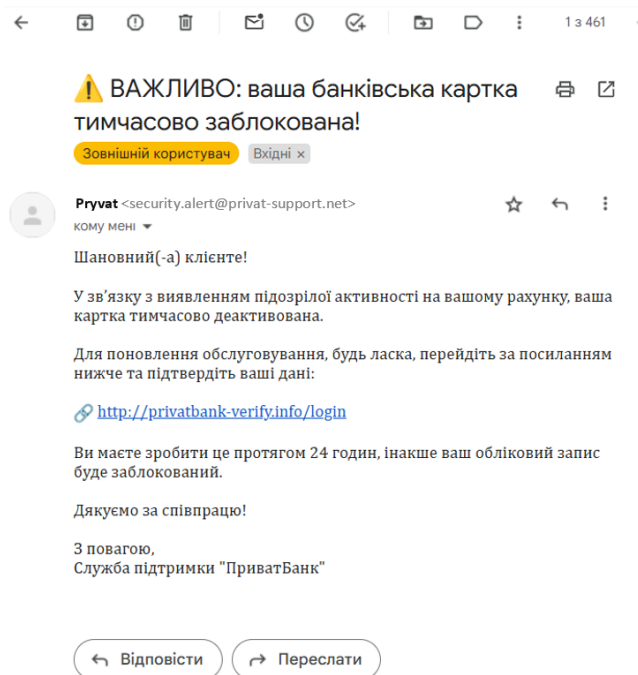
III. Засвоєння нових знань

Інтернет значно спростив обмін інформацією, але разом із тим зробив користувачів більш вразливими до різноманітних кіберзагроз. Кожного дня мільйони людей отримують фальшиві листи та повідомлення, які маскуються під офіційні сповіщення банків, державних установ чи популярних сервісів. Такі повідомлення створюються з метою викрадення персональних даних, паролів або фінансової інформації. Окрім фішингу, існують інші види загроз: поширення шкідливого програмного забезпечення, маніпулятивні новини, а також технології соціальної інженерії, що апелюють до емоцій і змушують людину діяти необдуманно.

Однією з найбільш поширених проблем є дезінформація, адже новини в мережі поширюються швидше, ніж їх можна перевірити. Уміння аналізувати джерело, встановлювати, кому вигідне поширення певної інформації, і виявляти ознаки викривлення фактів — стає необхідною компетентністю сучасного користувача.

Вправа: кейс-ситуація «Хибний лист»

Учні пропонується змодельована ситуація з отриманням підозрілого електронного листа. Завдання полягає в аналізі ознак фішингу, обговоренні потенційних ризиків у групі та спільному прийнятті рішення щодо подальших дій.



Учні в визначають:

- що в листі викликає підозру;
- які ознаки свідчать про фішинг;
- яких дій не можна здійснювати;
- які правильні кроки користувача.

Після обговорення учні сідають за комп'ютери.

IV. Застосування нових знань

Завдання 1. Створити інфографіку в Canva – пам'ятку правил «Як не стати жертвою фішингу».

Завдання 2. Аналіз новини про технології

Учням пропонуються три уривки текстів, стилізованих під новини, які мають різну ступінь достовірності: об'єктивна інформаційна стаття, маніпулятивний текст із емоційними перебільшеннями та рекламний матеріал, замаскований під новину. Завдання полягає в тому, щоб прочитати кожен уривок і відповісти на запитання, що стосуються джерела, стилю викладу, мети публікації та потенційних ознак фейку чи маніпуляції.

The screenshot displays a digital interface for a lesson. On the left, a news snippet titled "Уривок 1:" is shown. The title is "Назва: Українські вчені розробили новий метод діагностики захворювань на основі штучного інтелекту". The source is cited as "Джерело: Портал 'Технологічні інновації України', 28 травня 2025 року". The text describes a new diagnostic method developed by Ukrainian scientists from the Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine, using artificial intelligence algorithms to analyze medical images like MRI and CT scans. It claims a 97% accuracy rate and mentions a pilot project planned for the next two years, funded by European Union grants and private investments. Below the text are buttons for "Display" and "Annotations".

On the right, a quiz question is displayed: "Які елементи в Уривку 1 підвищують довіру до викладеної інформації?". Below the question are four numbered options: 1. "Емоційний заклик до негайних дій", 2. "Відсутність згадки про джерела фінансування", 3. "Наведення конкретних імен, установ, відсотків точності та реалістичних термінів", and 4. "Загальні твердження про 'революційні зміни'". The interface also includes a "Go back" button, a "Question 2" button, and a progress indicator showing "2/12".

V. Підведення підсумків заняття

Виставлення оцінок.

Чи виникали труднощі з аналізом текстів?

Що запам'яталося найбільше із сьогоднішнього уроку?

Додаток И**План-конспект уроку: Планування та аналіз вебсайту**

Тема: Робота над навчальним проєктом «Прототип шкільного сайту». Планування та аналіз структури вебсайту.

Навчальна програма: Інформатика (Рівень стандарту / Базовий модуль: Інформаційні технології в суспільстві; Вибірковий модуль: Вебтехнології).

Клас: 10-11

Тип уроку: формування компетентностей

Мета:

- сформувати в учнів цілісне уявлення про логіку реалізації навчального цифрового проєкту;
- ознайомити учнів із принципами аналізу та планування структури вебсайту;
- сформувати вміння аналізувати приклади вебсайтів за визначеними критеріями з метою використання ідей у власному проєкті;
- забезпечити організаційну та змістову підготовку учнів до подальшої проєктної діяльності в межах створення прототипу шкільного сайту.

Очікувані результати:

Здобувачі освіти:

- аналізують приклади шкільних вебсайтів за визначеними критеріями (структура, навігація, дизайн, наповнення);
- планують структуру та навігацію майбутнього вебсайту;
- працюють у групі над створенням цифрового проєкту, розподіляючи ролі та обов'язки;
- заповнюють окремі пункти шаблону технічного опису проєкту.

Обладнання: проєктор, комп'ютери.

Структура уроку:

- I. Організаційний етап
- II. Мотивація навчальної діяльності
- III. Актуалізація опорних знань
- IV. Ознайомлення з етапами реалізації проєкту
- V. Практична робота
- VI. Підведення підсумків
- VII. Домашнє завдання

Хід уроку:**I. Організаційний етап**

Привітання, перевірка готовності учнів до уроку.

II. Мотивація навчальної діяльності

Вчитель повідомляє, що протягом трьох тижнів учні будуть працювати над навчальним проектом «Прототипу шкільного сайту».

Результатом проекту стане:

- прототип сайту, створений у Google Sites;
- заповнений шаблон технічного опису проекту;
- презентація результатів командної роботи.

III. Актуалізація опорних знань

Фронтальне обговорення з класом:

- Яке призначення має сайт школи?
- Які розділи ви вважаєте обов'язковими для шкільного вебсайту?
- Чому важливо планувати структуру сайту перед його створенням?
- Які ознаки зручного для користувача сайту?

Учитель узагальнює відповіді та підкреслює значення етапу планування в розробці цифрових продуктів.

IV. Ознайомлення з етапами реалізації проекту

Вчитель пояснює загальну логіку виконання проекту. Демонструє пам'ятку «Етапи планування сайту» та коротко коментує кожен етап.



V. Практична робота

Учні об'єднуються в команди по 4-5 осіб.

Учитель уточнює, що на цьому уроці учні працюють над такими етапами та завданнями до них:

Етап	Завдання для учнів	Результат
Аналіз прикладів сайтів	Проаналізувати 2–3 сайти інших шкіл за такими критеріями: структура, меню, дизайн, наповнення. Визначити щонайменше 3 переваги та 2 недоліки кожного сайту. Сформулювати ідеї, які можна використати для власного проекту.	Заповнення пунктів 7–8 шаблону.
Планування структури сайту	Визначити перелік основних сторінок, логіку меню, вміст головної сторінки та загальну навігацію сайту.	Заповнення пункту 5 шаблону.
Розподіл ролей	Розподілити ролі між учасниками команди (дизайнер, контент-менеджер, адміністратор сайту, аналітик, спікер).	Заповнення пункту 2 шаблону.

Учні сідають за комп'ютери та починають роботу.

VI. Підведення підсумків

Коротке обговорення:

- що вдалося виконати на уроці;
- які ідеї для сайту здалися найбільш вдалими;
- чому етап планування є важливим для успішної реалізації проєкту.

Учитель наголошує, що результати сьогоднішньої роботи стануть основою для наступних етапів проєкту.

VII. Домашнє завдання

1. Завершити аналіз прикладів шкільних сайтів (за потреби).
2. Почати спільну роботу над контентом майбутнього сайту:

Кожен учасник команди долучається до обговорення та підготовки матеріалів:

- визначити, яка інформація буде розміщена на головній сторінці;
- окреслити перелік основних розділів сайту;
- запропонувати ідеї щодо наповнення сторінок (тексти, зображення, блоки).

3. Підготувати первинні ідеї в межах ролей:

- учасники, відповідальні за дизайн, пропонують ідеї стилю та логотипу;
- аналітик/контент-менеджер формує перелік інформаційних матеріалів;
- координатор команди узагальнює напрацювання та фіксує їх у шаблоні.

Додаток К

Результати перевірки статистичної значущості відмінностей між показниками фінального зрізу контрольної та експериментальної груп

Для перевірки ефективності розробленої методики було застосовано t -критерій Стьюдента для незалежних вибірок. Розрахунок проводився для порівняння результатів фінального зрізу знань учнів контрольної групи (КГ) та експериментальної групи (ЕГ).

Гіпотези дослідження:

- **Нульова гіпотеза (H_0):** статистично значущих відмінностей між середніми загальними балами контрольної (КГ) та експериментальної (ЕГ) груп немає.
- **Альтернативна гіпотеза (H_1):** середні загальні бали учнів експериментальної групи після експерименту статистично значущо вищі, ніж у контрольній групі.

Таблиця К.1.

Статистичні показники фінального зрізу успішності

Показник	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)
Кількість учнів (N)	28	29
Середнє значення (M)	10,18	12,97
Середньоквадратичне відхилення (S)	5,31	4,91
Емпіричне значення t ($t_{\text{емп}}$)	$t = 4,65$	
Критичне значення t ($t_{\text{крит}}$)	2,00	
Кількість ступенів вільності (df)	55	
Рівень значущості	$p = 0,05$	

Оскільки обчислене емпіричне значення t -критерію Стьюдента ($t = 4,65$) перевищує критичне значення ($t_{\text{крит}} = 2,00$) при рівні значущості $p = 0,05$, нульову гіпотезу H_0 було відхилено. Це свідчить про наявність статистично значущих відмінностей між показниками груп. Отримані результати підтверджують ефективність розробленої методики розвитку цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти.