

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет педагогічної освіти

Кафедра педагогіки

**ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ STEM-
ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ**

Кваліфікаційна робота студентки групи
ОПНм-24

ступінь вищої освіти: магістр

спеціальності: 011 Освітні, педагогічні
науки

Коробійчук Вероніки Володимирівни

Керівник: докт. пед. наук, професор
Лаврентьєва О.О.

Кривий Ріг – 2025

ЗАПЕВНЕННЯ

Я, *Коробійчук Вероніка Володимирівна*, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомлений. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.



ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	9
1.1. Особливості застосування STEM-підходу на уроках інформатики в загальноосвітній школі.....	9
1.2. Сутність, зміст і класифікація STEM-технологій у шкільному курсі інформатики.....	22
1.3. Педагогічні умови підготовки майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики	30
Висновки до розділу 1	38
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДНИЦЬКА РОБОТА З ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ ДО ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ.....	41
2.1. Вивчення стану та аналіз проблеми в практиці вищої педагогічної школи	41
2.2. Презентація методики підготовки майбутніх педагогів до використання STEM-технологій	57
Висновки до розділу 2	64
ВИСНОВКИ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69
ДОДАТКИ	75

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі, що керується стрімкими змінами під рушієм науково-технічного прогресу, цифрова трансформація, глобалізація та перехід від індустріального до інформаційного суспільства ставлять нові виклики перед системою освіти. Однією з ключових проблем є пошук ефективного підходу до навчання молодого покоління, який би забезпечував підготовку різногалузевих фахівців з високим рівнем володіння природничо-математичними знаннями та розумінням фізичних і інформаційних процесів. Ця проблема загострилася внаслідок тривалого дистанційного навчання, під час якого значна частина школярів втратила зв'язок між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням у повсякденному житті, що вимагає від освітньої системи нових методичних рішень і інструментів для відновлення та поглиблення навчальних компетентностей.

Впровадження STEM-підходу розглядається як один із найперспективніших шляхів подолання сучасних освітніх викликів, оскільки він поєднує міждисциплінарну інтеграцію природничих наук, технологій, інженерії та математики, враховує різний рівень підготовки та здібностей учнів і сприяє формуванню критичного мислення, креативності та проєктних навичок. Інформатика в шкільній системі виступає природним ядром для інтеграції STEM-підходів: вона надає інструментарій для моделювання, програмування, аналізу даних і цифрового проєктування, а застосування цифрових технологій – візуалізація, симуляції, графіка та анімація – робить навчальний процес більш цікавим, привабливим і результативним. Саме через інформатику можлива організація міжпредметних проєктів, створення віртуальних лабораторій і використання освітніх платформ, що відкриває широкі можливості для реалізації інженерно-дослідницької траєкторії навчання.

Аналіз наукових напрацювань підтверджує багатовимірність проблеми

та наявність теоретичної бази для її вирішення. Вітчизняні дослідники – Г. Генсерук [16], Л. Карташова [4], А. Кух та О. Кух[27], М. Моїсеєнко [33], О. Спірін [45] – досліджували питання формування цифрових компетентностей педагогів і виклики дистанційного навчання; В. Биков [14], А. Гуржій [19], В. Ковальчук [21] аналізували роль веб-орієнтованих систем підтримки освітньої діяльності (Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams) та їхній педагогічний потенціал; фахівці зі STEM-освіти – О. Барна [13], М. Гладун [6], Н. Морзе [35], В. Пікалова [38], Л. Себало [42] – розробляли концептуальні засади інтеграції природничих і технічних дисциплін у шкільну практику та методики впровадження STEM-підходів. У галузі ігрових технологій і гейміфікації важливі теоретичні та прикладні напрацювання мають праці зарубіжних дослідників, зокрема Дж.П. Гі (J.P. Gee) [2], К. Сквайр (K. Squire) [75], Р. В. Ек (R.V. Eck) [92], К.М. Капп (K.M. Kapp) [3] і Дж. Макгонігал (J. McGonigal) [5], які досліджували освітні ігри, дизайн навчальних симуляцій та вплив ігрових механік на мотивацію й навчальні результати; С. Детердінг (S. Deterding) та Р. Халед (R. Khaled) розробляли класифікації техніки гейміфікації і моделі мотивації, що широко застосовуються в дистанційному навчанні [1]. Окремі дослідження, присвячені педагогічному використанню цифрових інструментів і віртуальних лабораторій (Tinkercad, Scratch, LEGO Education), демонструють їхню ефективність у формуванні практичних навичок і проєктного мислення в тих, хто навчається. Синтез цих наукових підходів створює міцну теоретичну й методичну базу для розробки педагогічних умов і методичних рекомендацій щодо підготовки майбутніх учителів до застосування ігрових та STEM-технологій у дистанційному та змішаному навчанні.

Водночас практика підготовки майбутніх учителів інформатики в Україні виявляє низку системних проблем: фрагментарне входження STEM-елементів у методичні курси, недостатній рівень інформаційної та діяльнісної готовності студентів, відсутність системного формувального оцінювання та ресурсної підтримки. Незважаючи на те, що завдяки

міжнародним і вітчизняним програмам щорічно створюються STEM-лабораторії та надається обладнання, ефективно впровадження STEM-підходу залишається складним і багатогранним процесом, що вимагає не лише технічного забезпечення, а й цілеспрямованої методичної підготовки викладачів, розробки діагностичних інструментів і механізмів підтримки педагогічної практики.

Отже, актуальність у вирішенні проблеми запровадження STEM-підходу і зумовила визначення теми кваліфікаційної роботи **«Підготовка майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики»**.

Об'єкт дослідження – фахова підготовка майбутніх учителів інформатики.

Предмет дослідження – педагогічні умови підготовки майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати педагогічні умови, розробити методику підготовки майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики.

В основу дослідження покладено *припущення* про те, що підготовка майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики буде ефективною, якщо забезпечується їх безперервний професійний розвиток у контексті STEM-парадигми; здійснюється інтеграція STEM-технологій у зміст фахової підготовки майбутніх учителів інформатики; організовується практикоорієнтоване міждисциплінарне навчання у межах формальної та неформальної освіти; створюється доступне матеріально-технічне середовища із методичним супроводом STEM-освіти майбутніх учителів.

Завдання дослідження:

1. З'ясувати сутність STEM-підходу, виявити характеристики STEM-технологій, доцільних для використання на уроках інформатики у загальноосвітній школі.

2. Визначити зміст, схарактеризувати критерії та показники готовності майбутніх учителів використання STEM-технологій на уроках інформатики.

3. Виявити й обґрунтувати педагогічні умови підготовки майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики

4. Розробити методику підготовки майбутніх учителів інформатики, спрямованої на формування їхньої готовності до ефективного використання STEM-технологій у професійній діяльності.

Методи дослідження: *теоретичні:* аналіз, синтез, порівняння, узагальнення наукових джерел з проблем STEM-освіти та цифровізації педагогічної діяльності; структурно-системний аналіз для визначення сутності та структури готовності майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій; моделювання для розроблення методики формування готовності та змісту спецкурсу; *емпіричні:* анкетування студентів, тестування й діагностична контрольна робота, аналіз результатів діяльності (STEM-завдань, міні-проектів), спостереження, само- та взаємооцінювання; *інтерпретаційно-аналітичні:* кількісний і якісний аналіз результатів, визначення рівнів сформованості готовності.

Практичне значення дослідження полягає у тому, що його розроблені зміст готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики, визначені її компоненти, критерії, показники та ознаки рівнів можуть застосовуватися як інструмент діагностики вихідного та підсумкового стану професійної підготовленості студентів. Запропонована методика формування готовності, реалізована засобами спецкурсу «STEM-освіта: інтеграція технологій у викладанні інформатики», може бути використана у практиці закладів вищої освіти для модернізації змісту методичної підготовки, організації навчальних і виробничих практик, а також для впровадження елементів дослідницько-проектної діяльності у професійне становлення майбутніх учителів інформатики. Матеріали спецкурсу (модулі, кейси, діагностичні інструменти, мікропроекти, методичні рекомендації) становлять готовий ресурс для педагогів-практиків і можуть бути адаптовані у системі післядипломної та неформальної освіти.

Апробація кваліфікаційної роботи. Матеріали дослідження

обговорювалися під час III Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних, педагогічних працівників і молодих учених «Теорія і практика професійного становлення фахівця в інноваційному соціокультурному просторі» (17-18 квітня 2025 р.).

Структура роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (50 позицій), 5-ти додатків. Загальний обсяг роботи – 95 сторінок, з них основного тексту – сторінок.

Публікації: Подолянчук В. В. Формування готовності майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій у професійній діяльності: вимога часу. *Теорія і практика професійного становлення фахівця в інноваційному соціокультурному просторі:* Матеріали 3-ї Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних, педагогічних працівників і молодих учених, Дніпро, 17-18 квітня 2025 р. [Електронне видання]. Дніпро: Університет ім. Альфреда Нобеля, 2025. С. 133–135.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1. Особливості застосування STEM-підходу на уроках інформатики в загальноосвітній школі

Сучасна система освіти, діючи в умовах стрімкого розвитку цифрових технологій та інтеграції міжнародного досвіду, орієнтована на реформування й упровадження цілісного STEM-напряму для розвитку ключових компетентностей здобувачів. Такий підхід до підготовки молодого покоління трактується як інноваційна комунікативно-технологічна модель, що формує нові виклики для педагогічної практики, зокрема щодо проектування та організації навчального процесу, де пріоритетом є набуття учнями необхідних умінь і навичок. Передумовою його запровадження стало перебування учасників навчального процесу в умовах постійної пізнавальної діяльності, яка потребує опрацювання зростаючих обсягів інформації та її суспільно значущого застосування, на тлі зниження інтересу дітей і молоді до природничих, математичних і технічних дисциплін [44].

STEM-освіта – це програма навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування та вимагає розуміння наукових понять, формування технічно складних навичок [12]. Зародження нового напрямку освіти почалося в 1990 році де впродовж десятиліття його розвитку у програмі Educate to Innovate було схвалено рішення вищим органом влади США стосовно існування STEM-освіти як окремої дидактичної галуззі у 2009 році [39, с. 6]. За даними Міністерства торгівлі США, уже через десять років після впровадження STEM-підходу в систему навчання кількість робочих місць у відповідних галузях зросла утричі, що засвідчує стале економічне зростання та підвищення стабільності, прямо пов'язані з формуванням перспектив

розвитку майбутнього [28]. Україна також приєдналася до міжнародного співробітництва у цьому напрямі, створивши у 2015 році Коаліцію STEM-освіти шляхом підписання Меморандуму. Пріоритетним завданням стало вдосконалення дослідницької й експериментальної бази для учнів із застосуванням сучасного обладнання відповідно до схваленої Кабінетом Міністрів України 5 серпня 2020 року «Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» та затвердженого 13 січня 2021 року «Плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року» [30]. Подальший розвиток та наукове обґрунтування різних аспектів упровадження STEM-підходу в українській системі освіти висвітлено у працях провідних дослідників, зокрема О. Барни, Д. Васильєвої, Н. Морзе, І. Савченко, І. Чернецького та ін. [22].

Найуспішніший досвід упровадження STEM-підходу демонструють такі країни, як Німеччина, Сінгапур, США, Ізраїль і Фінляндія. Їх характеризує ефективна співпраця між урядовими структурами та бізнесом, що стала підґрунтям для створення програм «Project Lead The Way» (PLTW). Завдяки цим програмам учні мають змогу поглиблювати знання з обраних предметів на рівні середньої школи, навчаючись за інтерактивними курсами. Освітня система Японії вирізняється творчим спрямуванням STEM-уроків, оскільки саме через розвиток власних ідей, винахідництва та вміння розв'язувати проблеми забезпечується розкриття потенціалу здобувачів. Важливою особливістю японського підходу є органічне поєднання STEM-змісту з традиційними культурними цінностями. У країнах Європейського Союзу значної популярності набули програми Erasmus+, Marie Skłodowska-Curie Actions та European Institute of Innovation and Technology (EIT), що відкривають педагогам можливості для міжнародного стажування, професійного обміну, отримання грантів і проведення STEM-досліджень на підтримку талановитих молодих науковців [47].

Спираючись на запропоноване Р. Колвеллом у 1990 році тлумачення, формується між- та трансдисциплінарний підхід, що передбачає глибше

осмислення й експериментальне випробування законів природи та явищ навколишнього середовища. Підґрунтям цієї методики є акронім STEM, утворений від англійських понять: *science* – природничі науки, *technology* – технології, *engineering* – інженерія (проєктування, дизайн), *mathematics* – математика, тобто інтеграція змісту різних галузей знань. Важливо зауважити, що STEM-освіта має два поширені різновиди – STEAM і STREAM, які подано на рис. 1.1.

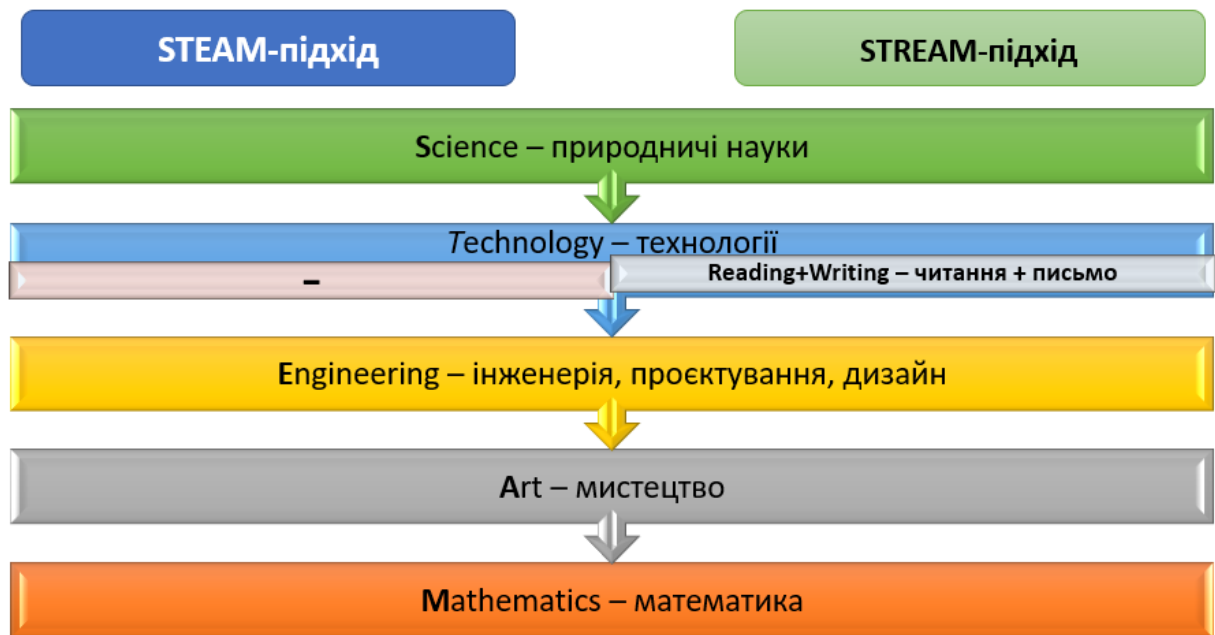


Рис. 1.1. Компоненти акронімів STEAM- та STREAM-підходів

З рис. 1.1 видно, що STREAM-підхід передбачає поєднання прикладної діяльності з гуманітарними дисциплінами. На відміну від нього, STEAM-підхід акцентує увагу на розвитку інтересу до технологій і стимулює здобувачів до розв’язання завдань шляхом досліджень.

Серед ключових аспектів STEM-підходу виокремлюють формування точності, вміння діяти відповідно до алгоритму, здатність працювати з різноманітними ресурсами та матеріалами, а також готовність до експериментування. Як зазначають науковці, STEM дає можливість кожному учневі наближатися до реального життя, долаючи освітні втрати як у теоретичній частині, так і через практичне застосування знань у повсякденній

діяльності [49, с. 128].

STEM-навчання інтегрує такі форми залучення учнів, як-от:

- активне – участь здобувачів у навчанні на основі практично здобутих знань, отриманих у процесі досліджень та експериментів, замість пасивного засвоєння матеріалу;

- колаборативне – один із напрямів педагогіки партнерства, що передбачає узгодження та об'єднання індивідуальних напрацювань учасників задля досягнення спільної мети, обмін ідеями та спільного пошуку розв'язання поставлених завдань і актуальних проблем [15, с. 22].

Використання STEM-методик сприяє активізації пізнавальної діяльності школярів, оскільки навчання ґрунтується на експериментуванні, виконанні проєктних завдань та взаємодії з сучасними технологіями, що забезпечує практичне засвоєння знань і розвиток здатності застосовувати їх у реальних ситуаціях.

До вагомих переваг STEM-освіти належать:

- формування в учнів уміння працювати з помилками та розглядати їх як елемент навчального досвіду, а не як невдачу;

- зростання професійного самовизначення завдяки ознайомленню учнів із реальними сферами застосування STEM-спеціальностей, участі у проєктній діяльності та вирішенні прикладних завдань;

- розвиток навчальної автономії – здобувачі поступово навчаються планувати власну діяльність, обґрунтовувати вибір рішень і усвідомлювати наслідки цих рішень, не перекладаючи відповідальність на педагога;

- узагальнення та систематизація знань, умінь і навичок шляхом виконання завдань різного рівня складності, що потребують інтеграції змісту кількох дисциплін [10, с. 16].

Крім того, STEM-підхід застосовується і в навчально-виховній роботі педагога з учнями, оскільки забезпечує безперервний розвиток креативного та критичного мислення, а також сприяє соціалізації особистості через різні формати взаємодії – від індивідуального спілкування до роботи в групах. У

такому середовищі формується культура відповідального лідерства, уміння ефективно розв'язувати проблеми у команді, аргументовано відстоювати власну позицію й поважати думки інших.

STEM-підхід у закладах загальної середньої освіти дає можливість педагогам формувати міждисциплінарне навчальне середовище, у якому такі предмети, як математика, фізика, хімія, біологія, географія, астрономія та технології інтегруються в єдину систему для цілісного розуміння наукових явищ і практичного застосування знань у реальних життєвих ситуаціях [11].

Одним із поширених прикладів реалізації міжпредметних зв'язків на уроках інформатики є проведення інтегрованих занять, зокрема:

- «інформатика – математика» – опрацювання геометричних фігур у графічних редакторах; розв'язування комплексних задач із використанням математичних формул у табличному процесорі Excel;

- «інформатика – природознавство» – застосування електронних карт під час вивчення теми «Сузір'я»; моделювання фізичних і біологічних явищ у середовищах Scratch, Tinkercad та інших навчальних платформах;

- «інформатика – фізика» – дослідження законів Ньютона чи термодинаміки за допомогою симуляцій, створених мовою програмування Python.

Модернізація STEM-підходу в сучасній загальноосвітній школі спрямована на формування й розвиток навчально-пізнавальних та творчих якостей здобувачів, а також критичного мислення, що відповідає засадам Концепції Нової української школи (НУШ) та узгоджується з усіма її складовими, зокрема соціально-особистісною і просторово-матеріальною[37].

Коректне вибудовування індивідуальної освітньої траєкторії у напрямі STEM безпосередньо пов'язане з нормативно-правовим забезпеченням, насамперед із Державним стандартом загальної середньої освіти, у якому визначено етапи інтеграції STEM в освітній процес (див. табл. 1.1) [48, с. 8].

Таблиця 1.1

Етапи втілення STEM підходу в освітній процес

№ етапу	Рівень реалізації	Зміст етапу
1	Початкова школа	мотивація здобувачів до пізнання та самостійного дослідження, розвиток конструкторських умінь і дослідницької ініціативи, що підтримується збереженням інтересу до навчання (організація екскурсій, Днів науки, упровадження проєктного навчання)
2	Середня школа	формування системи практичних умінь і навичок та цілісного розуміння природничих і екологічних наук (проведення тематичних тижнів, залучення до діяльності з винахідництва, участь у спеціалізованих фестивалях і конкурсах)
3	Старша школа	поглиблене опанування STEM-дисциплін із перспективою свідомого професійного вибору, що передбачає усвідомлення ролі й функціонування науково-технологічної сфери у світі та її значення для розвитку суспільства

З-поміж шляхів упровадження STEM-освіти важливою умовою є розроблення такої освітньої траєкторії та навчальних програм, у межах яких учні відчують академічну свободу, можливість самостійного вибору й реалізації власних освітніх інтересів, а також доступ до спеціалізованих програм, зокрема спрямованих на підтримку участі дівчат у STEM-галузях. Не менш значущим є формування національної ідентичності та ціннісних орієнтирів здобувачів, а також поглиблене вивчення англійської мови, яка виступає не лише глобальною мовою міжнародної наукової комунікації, а й основною мовою програмування та технічної документації. У такий спосіб спілкування іноземною мовою забезпечує доступ до світових цифрових ресурсів і водночас сприяє розумінню культурного різноманіття.

Реалізація STEM-освіти має відбуватися з використанням інноваційних методів, починаючи з дошкільної освіти, створюючи для дітей умови для проведення досліджень, експериментів, участі в різноманітних заходах і позашкільних гуртках [29, с. 434]. Вітчизняна дослідниця Н. Морзе наголошує на перспективах упровадження STEM-підходу в українських реаліях і демонструє ефективні практики, що ґрунтуються на використанні різноманітних ресурсів (див. табл. 1.2) [34].

Таблиця 1.2

Порівняльна характеристика традиційної та STEM-моделі навчання

№	Аспект	Традиційна модель	Перехідний етап	STEM-модель
1	<i>Організація змісту</i>	Окремі предмети	Інтегровані теми	Міждисциплінарні модулі
2	<i>Характер знань</i>	Наголос на відтворенні знань	Застосування знань для розв'язання завдань	Створення інноваційних рішень і продуктів
3	<i>Діяльність учнів</i>	Виконання завдань «за зразком»	Часткова самостійність	Дослідження, проєктування, інженерне мислення
4	<i>Методи навчання</i>	Лекційна система	Моделювання й практикум	Дослідницько-проєктний підхід
5	<i>Роль учнів</i>	Пасивні слухачі	Активні учасники	Співтворці, дослідники, автори рішень
6	<i>Роль учителя</i>	Джерело знань, контролер	Ментор і консультант	Фасилітатор і партнер у навчанні
7	<i>Рівень мислення</i>	Низькі когнітивні операції (запам'ятовування)	Аналіз	Синтез, оцінювання, критичність, креативність
8	<i>Тип завдань</i>	Однозначні, із правильним результатом	Завдання з варіативністю шляхів	Відкриті проблеми з множинністю рішень
9	<i>Оцінювання</i>	Перевірка результату	Оцінювання процесу виконання завдання	Оцінювання продукту, процесу та рефлексії
10	<i>Очікуваний результат навчання</i>	Грамотність і базова освіченість	Сформовані уміння застосовувати знання	Інноваційна компетентність та готовність до реальних викликів

До ключових елементів STEM, які комплексно збагачують навчальний процес, належать проєктна діяльність, розв'язання проблемних ситуацій і розроблення стратегій дій, що дають можливість здобувачам отримати практично значущий результат. Важливим аспектом функціонування STEM є різний ступінь взаємозв'язку між навчальними предметами, що визначає спосіб побудови змісту уроку: від простого тематичного узгодження дисциплін до створення єдиної інтегрованої моделі навчання, у межах якої знання з різних галузей працюють на вирішення спільної навчальної задачі. Саме характер і глибина цього взаємозв'язку лежать в основі підходів до організації STEM-уроків, що відображено на рис. 1.2 [39, с. 7].

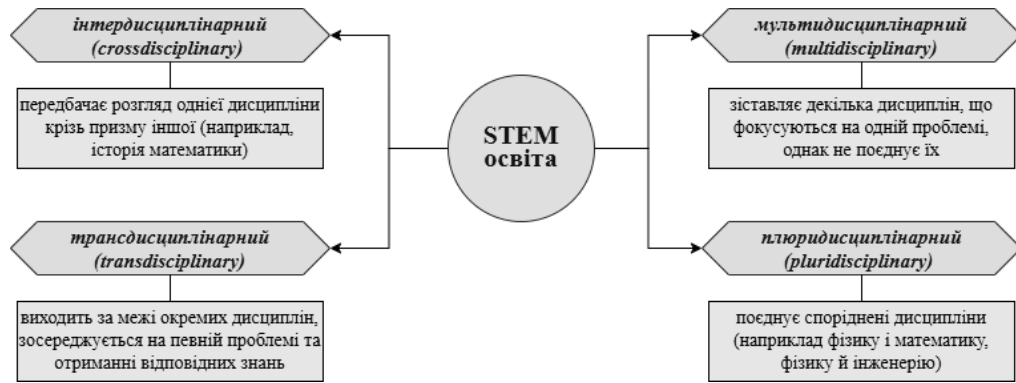


Рис. 1.2. Взаємозв'язки між навчальними дисциплінами в межах STEM-підходу

Такий підхід узгоджується з принципами Нової української школи, зокрема орієнтацією на особистісний розвиток учня, розкриття його потенціалу та підготовку до викликів XXI століття. STEM-освіта спрямована на розвиток як *hard skills*, так і *soft skills*, забезпечуючи збалансоване поєднання технічних, аналітичних і соціально-комунікативних умінь.

Створення навчальних ситуацій дає можливість сформувати сприятливу атмосферу для активного сприйняття освітнього матеріалу, поєднуючи пізнавальну діяльність із зацікавленістю та позитивними емоціями. Це забезпечує умови, за яких чинники, що впливають на динаміку уроку, працюють на повну реалізацію освітніх цілей. На такому підґрунті формуються специфічні особливості STEM-методики, серед яких:

- 1) поєднання навчання з особистими захопленнями та професійними інтересами учня;
- 2) розвиток потенціалу та підготовка до створення технологічних і інноваційних продуктів;
- 3) залучення до командної діяльності, взаємодопомоги та відповідального партнерства;
- 4) подолання психологічного бар'єра щодо висловлення власної думки та аргументації позиції;
- 5) формування впевненості у собі, своїх рішеннях та діях [12, с. 27].

Сучасні технології відкривають широкі можливості для створення стимулюючого навчального середовища, яке забезпечує інтерактивність, використання інноваційних підходів і високий рівень залученості здобувачів. У цьому контексті важливу роль відіграють освітні організації та осередки STEM-освіти, що функціонують у режимі постійного розвитку та оновлення.

Значущим компонентом є інтегрований освітній простір, який передбачає взаємодію закладів освіти різних рівнів і наукових асоціацій. Така співпраця сприяє формуванню партнерських стосунків, обміну досвідом, спільній реалізації проєктів і підвищенню якості навчання. У межах багатокомпонентної рівневої моделі організації STEM-освіти виокремлюють такі елементи:

- *STEM-школа* – поділ класів за профілями з урахуванням STEM-спрямування, упровадження інтеграції навчального змісту через реалізацію міжпредметних проєктів;
- *STEM-центр* – спеціалізована установа (зазвичай на базі університету, закладу освіти, підприємства або їх об'єднання), що надає STEM-орієнтовані освітні послуги та забезпечує взаємодію всіх зацікавлених сторін;
- *STEM-лабораторія (студія)* – структурний підрозділ або окрема установа, в якій здійснюється науково-дослідна та методична діяльність у галузі STEM [46, с. 96]. Поява віртуальних лабораторій дає можливість педагогам моделювати роботу складного промислового обладнання, створювати ситуації для дослідницької діяльності та розвивати проблемне мислення в учнів. Прикладом такої інфраструктури є «STEM-лабораторія МАНЛаб», створена за підтримки Національного центру «Мала академія наук України». Для встановлення якісного зв'язку між теоретичними знаннями та реальним життям педагоги активно використовують технологію Game Based Learning, що враховує принципи гейміфікації [48, с. 42].
- неформальна освіта – навчання, що відбувається у повсякденному житті, під час використання відкритих освітніх ресурсів та самоосвітніх практик [29, с. 433].

Упровадження STEM-освіти під час розв'язування завдань та виконання вправ в інтерактивному середовищі сприяє не лише розширенню світогляду учнів, а й підвищенню рівня їх навчальних досягнень і мотивації до навчання. Одним зі шляхів формування стійкої навчальної мотивації є організація позакласних і позашкільних активностей, зокрема конкурсів, фестивалів, хакатонів, вебквестів та проєктної діяльності. На сьогодні в Україні діє єдиний національний освітній проєкт STEMCONNECT, створений неприбутковою громадською організацією «Освіторія», метою якого є наближення української STEM-освіти до світових практик шляхом запровадження онлайн-платформи з необхідними навчальними матеріалами [47, с. 23].

У сучасних умовах неабиякого значення набуває здатність ефективно працювати з інформацією в інтернет-середовищі, оскільки медіаграмотність є важливою складовою відповідальної цифрової поведінки та критичного сприйняття інформації. Нестача систематичної роботи в цьому напрямі призводить до труднощів у розрізненні фактів і суджень, виявленні недостовірних даних та пошуку релевантної інформації. Розвиток навичок ефективної роботи з інформацією здійснюється, зокрема, на уроках інформатики через аналіз вебресурсів і наукових видань. Незважаючи на наявні труднощі, учителі інформатики можуть пропонувати учням завдання зі створення теоретичного базису на STEM-тематику з подальшою перевіркою надійності джерел і актуальності даних, що супроводжується формуванням умінь критичного аналізу результатів та їх представлення у формі мультимедійного проєкту [17, с. 25].

Поширення сучасних тенденцій, технологій і цифрових платформ у науці та освіті сприяє інтеграції окремих навчальних предметів, зокрема впровадженню інтегрованого курсу STEM, який належить до інформатичної освітньої галузі та передбачає використання спеціалізованих STEM-інструментів (рис. 1.3).

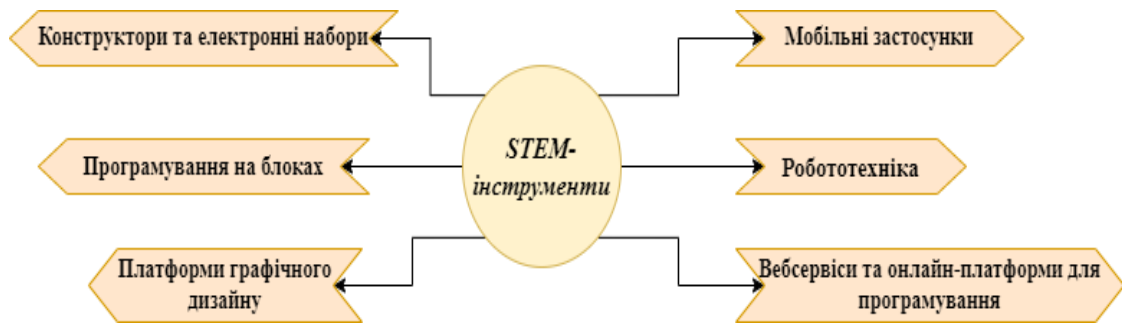


Рис. 1.3. Різновиди спеціалізованих STEM-інструментів для формальної та неформальної освіти

Педагоги, орієнтовані на професійний розвиток і вдосконалення власної педагогічної майстерності, активно використовують сучасні цифрові сервіси у роботі з учнями. Застосування різноманітних підходів у методиці викладання сприяє досягненню високих навчальних результатів, зокрема під час роботи з молодими дослідниками. Для цього широко використовуються такі платформи, як LEGO Mindstorms, LittleBits, Scratch, Blockly, Code.org, Tinkercad, Codeblocks, Canva, Piktochart [50, с. 161]. Їхній функціонал спрямований на ігрове ознайомлення з технічними процесами, створення та моделювання складних конструкцій із використанням датчиків і цифрових інструментів. Така взаємодія виступає ефективним способом реалізації STEM-підходу засобами навчальних проєктів.

За результатами досліджень, 70% педагогів вважають STEM-проєкти дієвими, а 62% зазначають, що співпраця є ключовою складовою STEM-навчання [15, с. 21]. Прикладом застосування проєктної технології, що забезпечує формування необхідних умінь і навичок, є створення ігор, зокрема «Перегони» (сила тяжіння), «Футбол» (неповне розгалуження в програмуванні), «Гідро- та вітрова електростанція» тощо.

Завдяки використанню спеціалізованих платформ здобувачі освіти мають можливість зосереджуватися на складніших завданнях на уроках інформатики, таких як:

- створення алгоритмів і програм для розв’язування реальних задач;

- аналіз даних із використанням табличного процесора Microsoft Excel та високорівневої мови програмування Python;
- розроблення вебзастосунків.

Дослідження свідчать, що найбільш поширеним напрямом упровадження STEM-освіти в навчальний процес – як у форматі інтегрованого курсу, так і факультативу – є робототехніка. Її ключовою особливістю є здатність формувати зацікавленість школярів у технологічних спеціальностях, що мають значення для розвитку держави. У цьому контексті педагог виступає партнером, який співпрацює з учнем у процесі створення та застосування нових підходів до навчання.

Робототехніка передбачає опанування основ програмування, розвиток логічного й алгоритмічного мислення, засвоєння понять відстані, координат і напрямку. Вона є ефективною формою організації STEM-проектів, оскільки поєднує технічну діяльність з дослідницьким підходом.

Дослідно-проектна діяльність у межах робототехніки спрямована на розв'язання не лише дидактичних і розвивальних, а й виховних завдань, сприяючи формуванню відповідальної, соціально активної та громадянсько зрілої поведінки учнів [31]. Її реалізація ґрунтується на принципах комунікативності, розвитку індивідуальності, науковості, інтеграції, дослідницької спрямованості та пізнавальної активності (рис. 1.4) [48, с. 47].

Рис. 1.3 відображає основні принципи реалізації STEM-проекту, що визначають логіку його організації та виконання. Вони забезпечують поєднання дослідницької діяльності, командної взаємодії, інтеграції знань із різних галузей, поступового ускладнення завдань і орієнтації на створення практично значущого результату. Такий підхід дає можливість учням брати участь у повному циклі роботи над проектом – від формулювання проблеми до представлення готового продукту, що сприяє розвитку критичного мислення, творчості та відповідального ставлення до спільної діяльності. Головною перевагою цього напрямку є можливість створення завершеного проекту протягом одного або кількох уроків завдяки злагодженій командній роботі з

електронними компонентами та датчиками, а також поєднанню змісту математики, фізики й інформатики.

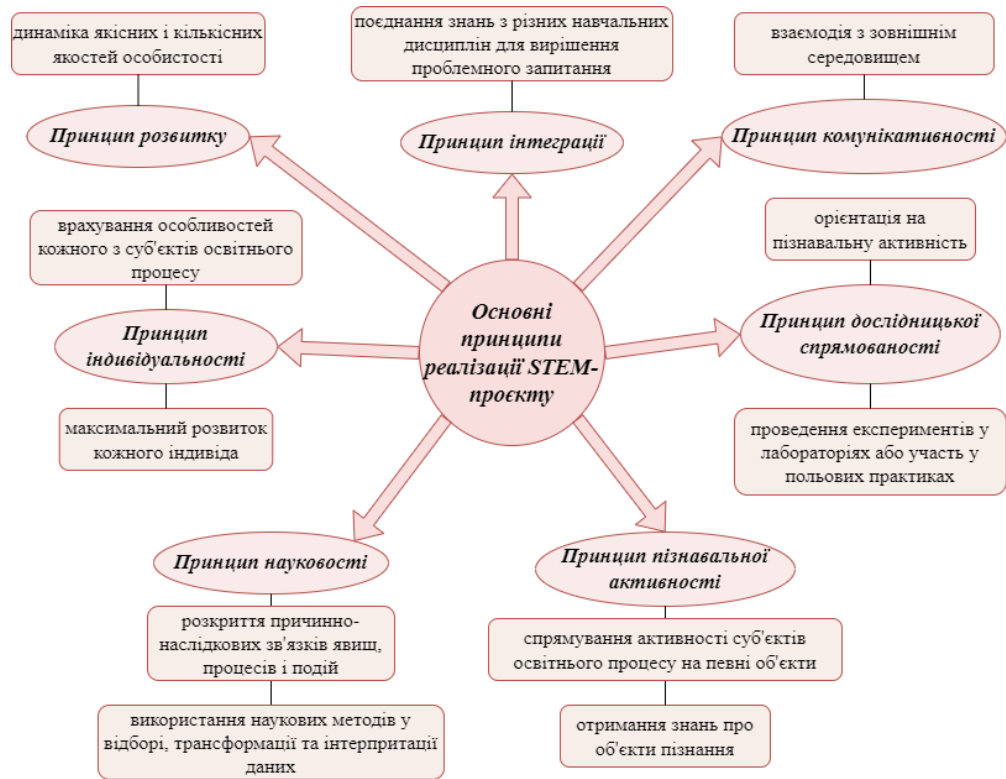


Рис. 1.4. Основні принципи реалізації STEM-проєкту

Отже, впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти забезпечує перехід від традиційного навчання до інтегрованого, дослідницько-проєктного підходу, що спрямований на розвиток критичного мислення, творчості, навчальної автономії та практичного застосування знань. Важливу роль у цьому відіграють уроки інформатики, оскільки саме вони забезпечують опанування цифрових інструментів, основ програмування, аналізу даних та розроблення проєктів, які є базою для реалізації STEM-діяльності. Створення STEM-середовища, використання робототехніки, віртуальних лабораторій, гейміфікації та командної взаємодії сприяє підвищенню мотивації й навчальних досягнень учнів і формує готовність до викликів і професійних орієнтирів XXI століття.

1.2. Сутність, зміст і класифікація STEM-технологій у шкільному курсі інформатики

Сучасний світ стрімко розвивається, і технологічний прогрес стає невід'ємною складовою повсякденного життя. Для вирішення складних завдань і створення інноваційних продуктів молодшому поколінню потрібні не лише теоретичні знання, а й практичні навички, що забезпечують їх ефективне застосування. Саме тому дедалі більшої актуальності набуває реалізація STEM в освітньому процесі, завдяки якій учні не обмежуються запам'ятовуванням фактів, а формують компетентності, необхідні для подальшої професійної діяльності. Водночас успішне впровадження STEM-освіти передбачає не лише наявність сучасно обладнаних лабораторій, а й підготовку педагогів, здатних працювати в умовах змін. Певні труднощі зумовлюються тим, що частина педагогічних працівників старшого покоління не завжди готова до трансформації власної професійної діяльності. Активне використання новітніх педагогічних підходів і технологій навчання та оцінювання виступає важливим показником якості реалізації STEM-освіти, оскільки формування партнерства й розвиток навчального середовища сприяють створенню позитивної атмосфери в класі.

Акронім *STEM* використовується для позначення структурних компонентів освітнього процесу, які є визначальними у створенні умов для формування життєвих компетентностей здобувачів освіти. Освітня система в цьому підході реалізується через інтеграцію чотирьох взаємопов'язаних складових: S – Science (природничі науки), T – Technology (технології), E – Engineering (інженерія, проєктування), M – Mathematics (математика). Таке поєднання зумовлює міждисциплінарний характер навчання, сприяє розвитку критичного й системного мислення, практичних навичок дослідження та проєктної діяльності й забезпечує можливість застосування теоретичних знань у реальних життєвих і професійних ситуаціях.

У контексті реалізації цього підходу особливо важливу роль відіграють

уроки інформатики, оскільки саме вони забезпечують опанування цифрових інструментів, основ програмування, аналізу даних і навчально-проектної діяльності, що є базовими механізмами STEM-освіти. Створення STEM-середовища, використання робототехніки, віртуальних лабораторій, гейміфікації та командної взаємодії сприяє підвищенню мотивації й навчальних досягнень учнів і забезпечує формування готовності до викликів і професійних орієнтирів XXI століття.

Зміст STEM-освіти становить динамічна система STEM-компетентностей і навичок. Однак у низці закладів освіти її впровадження відбувається повільно через недостатнє фінансування, нестачу необхідного обладнання та обмежену кількість кваліфікованих педагогів. Не менш важливим елементом навчального процесу є STEM-середовище, створення якого має передбачати не лише необхідні матеріальні та цифрові компоненти, а й чітко вибудовану структуру зовнішнього та внутрішнього блоків (рис. 1.5).

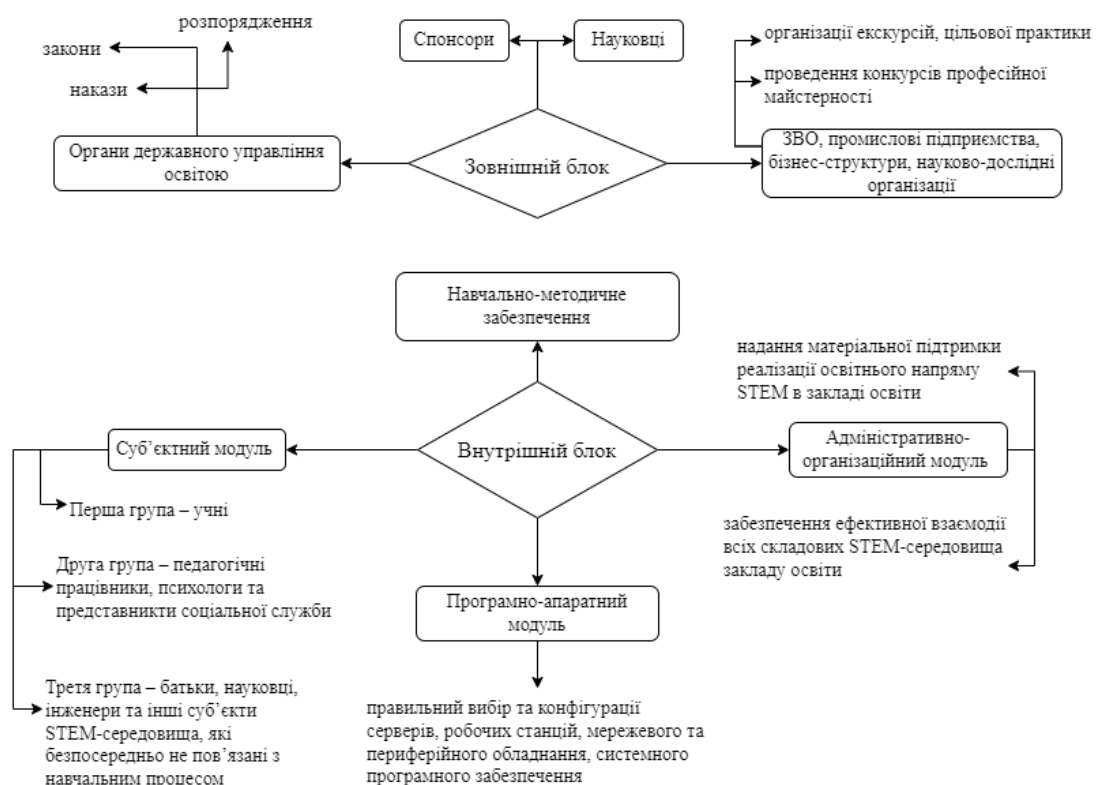


Рис. 1.5. Зміст STEM-середовища закладу загальної середньої освіти

З рис. 1.4 можна зауважити, що суб'єктивний модуль внутрішнього блоку STEM-середовища охоплює три групи суб'єктів освітнього процесу, кожна з яких виконує специфічну роль. Перший кластер (учні) демонструє високий рівень реалізації педагогіки партнерства та відображає чіткий взаємозв'язок між отриманими знаннями, набутими навичками й уміннями та їх застосуванням у реальних життєвих ситуаціях. Другий кластер (педагогічні працівники, соціальні служби, психологи) віддзеркалює комплексний підхід до розроблення методичних рекомендацій та заходів, спрямованих на налагодження ефективної взаємодії всіх учасників освітнього процесу. Третій кластер (батьки та науковці) безпосередньо впливає на формування комунікаційних й підприємницьких умінь у здобувачів освіти шляхом надання необхідних матеріалів та підтримки ефективної реалізації STEM-проєктів [48, с. 35–39].

У контексті формування ефективного STEM-середовища значну роль, поряд із суб'єктами освітнього процесу, відіграє матеріально-технічне забезпечення, яке створює умови для реалізації концептуальних засад STEM-освіти. Інноваційні ресурси STEM-освіти, так само як і в традиційній освіті, тісно пов'язані з основною формою взаємодії педагога й учня – уроком. Соціально-педагогічна система в межах STEM-підходу має власну структурну модель організації уроку, що містить п'ять різновидів діяльності: мозковий штурм, пошук взаємозв'язків, застосування STEM, дослідження та рефлексія (див. табл. 1.3).

З огляду на табл. 1.3 можна зробити висновок, що четверта структурна складова уроку – дослідження – має здійснюватися за заздалегідь визначеними стратегіями, розробленими вчителем з урахуванням рівня сформованості дослідницьких умінь і навичок учнів. Така діяльність передбачає поступовий перехід від збирання ідей і формулювання запитань (мозковий штурм) та встановлення взаємозв'язків між поняттями до інтеграції складових STEM у практичну діяльність і виконання дослідницьких завдань. Саме послідовність «мозковий штурм → пошук взаємозв'язків → застосування STEM →

дослідження → рефлексія» забезпечує логіку організації STEM-уроку та створює умови для розвитку в учнів умінь аналізувати проблему, обирати способи її розв'язання, експериментувати та оцінювати результати.

Таблиця 1.3

Загальний план STEM-уроку

№	Структурна складова	Зміст / характеристика
1	Мозковий штурм	Організація на початку вивчення теми з метою збирання максимального спектра ідей та запитань, пов'язаних із майбутнім навчальним матеріалом.
2	Пошук взаємозв'язків	Аналіз зібраних ідей і встановлення зв'язків між ними; визначення напрямів, що перетинаються, та можливостей об'єднання ідей у цілісну концепцію.
3	Застосування STEM	Інтеграція щонайменше двох складових STEM-підходу (S, T, E, M) у зміст уроку для практичного опрацювання теми.
4	Дослідження	Розгляд об'єкта або явища під керівництвом учителя у співпраці зі здобувачами освіти; педагог надає підтримку в міру потреби для розвитку дослідницьких умінь.
5	Рефлексія	Аналіз перебігу уроку та результатів навчальної діяльності, оцінювання продуктивних методів роботи й визначення перспектив подальшого розвитку досягнень учнів.

Використання таких стратегій свідчить про зміну не лише функцій педагога, а й його професійної ролі у шкільному середовищі – від джерела знань до фасилітатора та партнера у навчанні. Йдеться про стратегії організації дослідницької діяльності учнів на етапі дослідження STEM-уроку, серед яких виокремлюють:

– структуровану стратегію – учитель пропонує заздалегідь підготовлений план експерименту з чіткими алгоритмами виконання та докладною інструкцією;

– керовану стратегію – учні розробляють власні методи і алгоритми проведення дослідження на запропоновану вчителем тему, встановлюють взаємозв'язки з дотичними поняттями, напрямками та сферами;

– контрольовану стратегію – учитель окреслює межі діяльності учнів (визначає цілі, надає інструменти й орієнтовні ідеї) та пропонує поєднувати власні рішення із запропонованими зразками;

– вільну стратегію – учні самостійно обирають тему дослідження і здійснюють його, виявляючи відповідальність, самодисципліну та здатність до самонавчання [36, с. 78-79].

Поряд із цим існує система взаємозв'язків, що забезпечує ефективність проведення STEM-уроку і становить основу об'єктивних та суб'єктивних закономірностей STEM-освіти. Вони охоплюють такі компоненти:

- *об'єктивні закономірності:*
 - інтегрований розвиток особистості та орієнтація на нього;
 - – залежність результатів навчання від матеріальних, соціальних і психологічних умов;
 - суспільна спрямованість змісту освіти;
 - провідна роль пізнавальної діяльності;
 - взаємодія учасників навчального процесу;
- *суб'єктивні закономірності:*
 - засвоєння понять ґрунтується на пізнавальній активності учнів;
 - розвиток когнітивних процесів, креативності та критичного мислення;
 - поступовий перехід у засвоєнні знань від простих до складних конструкцій [8, с. 71].

Окрім того, не менш важливим завданням сучасного педагога є не тільки врахування викликів сьогодення, а й упровадження нових підходів до навчання, зокрема мобільного, змішаного й адаптивного, STREAM- та соціально-емоційно-етичного (СЕЕН) навчання, а також педагогіки партнерства [20, с. 69]. Для підтримання стійкої зацікавленості учнів і підготовки їх до викликів сучасного світу вчителю необхідно керуватися такими вимогами:

- добір завдань різного рівня складності для різних категорій учнів;
- постійне впровадження нових освітніх тенденцій у власну педагогічну практику;
- розроблення авторських завдань і проєктів.

Для успішного проведення STEM-уроку важливо використовувати комплекс засобів та обладнання, що забезпечує реалізацію дослідницької й конструктивної діяльності учнів з урахуванням основних функцій — інформаційної, креативної, контрольної та практичної [41]. Одним із найпоширеніших принципів STEM-орієнтованого середовища є BYOD (Bring Your Own Device), тобто використання здобувачами освіти власних цифрових пристроїв у навчальному процесі. Такий підхід дає змогу частково компенсувати нестачу сучасного лабораторного обладнання в закладі освіти та створює умови для активного застосування цифрових технологій під час навчання [43, с. 187].

Одним із ключових інструментів оптимізації освітнього процесу в контексті формування STEM-компетентностей є комп'ютер, інтегративний потенціал якого у взаємодії з ресурсами Web 2.0 забезпечує можливість організації інтерактивних форм навчання як в аудиторному, так і в дистанційному форматах. Використання комп'ютерних технологій сприяє ефективній реалізації різноманітних педагогічних стратегій, зокрема проведенню дискусій, інтерактивного голосування, пошуку верифікованої інформації, комп'ютерного моделювання процесів і явищ, створенню тривимірних моделей молекулярних структур, розробленню діагностичних тестів та інтерактивних вправ, презентації результатів проєктної діяльності й організації рефлексії.

Важливе значення для візуалізації інженерних концепцій і практичної реалізації проєктів мають технології тривимірного друку. Використання 3D-принтерів надає здобувачам освіти можливість матеріалізувати власні інженерні задуми у формі прототипів, моделей або функціональних об'єктів. Упровадження 3D-технологій у навчальний процес підвищує рівень наочності та практичної спрямованості навчання, що сприяє глибшому розумінню складних геометричних та інженерних концепцій.

Платформи інтерактивних дошок, зокрема Padlet і Linoit, виступають ефективними інструментами для організації зазначених видів навчальної

діяльності, забезпечуючи інтерактивну взаємодію та обмін інформацією між учасниками освітнього процесу [26, с. 68].

Найважливішим у реалізації STEM-освіти є застосування загальноприйнятих у педагогічній практиці форм здобуття та організації навчання, які відповідають дидактичним цілям і забезпечують цілісність освітнього процесу.

Узагальнюючи викладене, варто підкреслити, що повна реалізація STEM-освіти неможлива без використання спеціалізованих STEM-технологій, які забезпечують практичну та проєктно-дослідницьку діяльність учнів. Найбільшого потенціалу вони набувають саме на уроках інформатики, оскільки цей навчальний предмет створює умови для опанування цифрових інструментів, моделювальних середовищ, програмування, аналізу даних та візуалізації результатів. Інтеграція STEM-технологій у навчальний процес з інформатики дозволяє поєднати теоретичні знання з їх безпосереднім застосуванням і формує здатність учнів до розв'язування реальних інженерних, наукових і технологічних завдань.

Враховуючи провідну роль інформатики у формуванні цифрової та дослідницько-проєктної складової STEM-освіти, особливого значення набуває добір технологій, які забезпечують можливість учням програмувати, моделювати, аналізувати дані, працювати з цифровими пристроями та створювати власні інженерні рішення (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

STEM-технології, що доцільно застосовувати на уроках інформатики

№	Категорія STEM-технологій	Характеристика та приклади використання на уроках інформатики
1	Візуальне та блокове програмування	Створення алгоритмів, ігор, анімацій, симуляцій; Scratch, Blockly, Code.org.
2	Програмування та алгоритмізація	Розв'язування задач, створення застосунків, моделювання процесів; Python, C#, JavaScript.
3	Робототехнічні та мікроконтролерні платформи	Програмування роботів і електронних пристроїв; Arduino, micro:bit, LEGO Mindstorms.
4	Цифрове моделювання та 3D-проєктування	Створення цифрових моделей, візуалізація об'єктів; Tinkercad, Fusion 360.

5	Симуляційні та віртуальні лабораторії	Дослідження алгоритмів, фізичних і природничих явищ через симулятори; PhET, Algodoo, Virtual Labs.
6	Хмарні сервіси та платформи командної роботи	Спільне програмування, обмін результатами, колективні проєкти; Google Workspace, Microsoft Teams, Padlet, Linoit.
7	Технології BYOD	Використання власних цифрових пристроїв учнів для виконання навчальних і дослідницьких завдань, аналізу даних і тестування застосунків.

Використання таких інструментів перетворює урок інформатики на лабораторію практичного застосування знань, де навчання відбувається через експериментування та створення продукту діяльності.

Систематизація STEM-технологій, застосовуваних на уроках інформатики, дає можливість виокремити три рівні їх педагогічної реалізації. На базовому рівні вони виступають цифровими інструментами загального призначення (офісні пакети, інтерактивні дошки, платформи для дистанційного навчання), що забезпечують співпрацю, комунікацію та рефлексію учнів. На предметно орієнтованому рівні домінують симуляції, візуалізація й аналіз даних, освітня робототехніка, 3D-моделювання, мікроконтролери й елементарні IoT-рішення, які забезпечують матеріалізацію інженерного циклу – від висунення гіпотези до створення й тестування прототипу. На надпредметному рівні реалізуються інтегровані STE(A)M/STREAM-модулі, у межах яких технічні компоненти поєднуються з гуманітарними аспектами, етикою, медіаграмотністю та дизайн-мисленням, що зміщує акценти з питання «як це працює» на «навіщо і з яким соціальним ефектом». Така стратифікація забезпечує можливість побудови індивідуальних освітніх траєкторій і поступове збільшення автономії учня – від структурованих завдань до вільних досліджень.

Отже, STEM-технології, інтегровані в навчальні заняття з інформатики, не лише розширюють інструментарій учителя, а й суттєво підвищують результативність навчання, створюючи умови для переходу від репродуктивного засвоєння знань до їх практичного застосування у процесі програмування, моделювання та проєктування. Таке навчальне середовище

формує в учнів готовність до дослідження, розв'язування нестандартних завдань, командної взаємодії й представлення результатів своєї діяльності, що відповідає сучасним вимогам STEM-освіти та сприяє підготовці школярів до подальшої професійної реалізації в умовах цифрового суспільства. У цьому контексті особливої актуальності набуває спеціальна підготовка майбутніх учителів інформатики до роботи зі STEM-технологіями, оскільки саме від рівня сформованості в них відповідних компетентностей залежить ефективність реалізації STEM-освіти у закладах загальної середньої освіти.

1.3. Педагогічні умови підготовки майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики

Ефективне застосування STEM-технологій у шкільному курсі інформатики безпосередньо залежить від рівня їх опанування на етапі професійної підготовки майбутніх учителів. Ідеться про цілісну систему педагогічних умов, яка забезпечує узгодженість змістової інтеграції, практикоорієнтованого навчання, інституційної підтримки та рефлексивно-оцінювального супроводу. У межах цієї системи зміст підготовки, методи, навчальне середовище й форми взаємодії мають бути організовані таким чином, щоб випускник педагогічного університету був здатний проєктувати, реалізовувати й оцінювати STEM-орієнтовані уроки інформатики відповідно до вимог сучасної школи [4].

Під *педагогічними умовами* в межах нашого дослідження розуміємо цілеспрямовано організований комплекс організаційних, змістових, кадрових, технологічних і мотиваційних чинників, що забезпечують оптимальні передумови для формування готовності здобувачів освіти до проєктування та реалізації STEM-орієнтованих уроків інформатики. Такий підхід дозволяє узгодити теоретичну підготовку з практичним застосуванням цифрових і дослідницьких інструментів, забезпечує поступовий розвиток професійної автономії та формує здатність працювати в інноваційному освітньому

середовищі.

У структурі дослідження виокремлено комплекс педагогічних умов, реалізація яких сприятиме підвищенню результативності фахової підготовки майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій. Ось деякі з них.

Умова 1. Забезпечення безперервного професійного розвитку майбутніх учителів інформатики в контексті STEM-парадигми

Ефективне впровадження STEM-технологій у шкільний курс інформатики передбачає формування у майбутніх учителів здатності до постійного професійного зростання, відкритості до інновацій та готовності до перегляду власних педагогічних практик. Безперервний професійний розвиток є визначальним чинником, що забезпечує відповідність діяльності педагога динаміці технологічного прогресу та оновленню освітніх стандартів.

Сучасний учитель інформатики у STEM-орієнтованому середовищі виконує багатоаспектні функції: навчально-виховну, культурологічну, соціально-психологічну, дослідницьку й проєктувальну. Це уможлиблює перехід від традиційної ролі «джерела інформації» до ролі фасилітатора, консультанта, наставника й модератора навчального середовища. Звідси впливає потреба в систематичному підвищенні кваліфікації, оволодінні сучасними цифровими інструментами, STEM-платформами, методами моделювання, проєктно-дослідницькими технологіями та інноваційними формами організації навчальної діяльності.

Підготовка у закладі вищої освіти повинна забезпечувати формування в майбутнього вчителя інформатики умінь самоосвіти, участі у професійних спільнотах практики, дотримання академічної доброчесності, цифрової безпеки та етики роботи з даними. Ці складники виступають фундаментом професійної стійкості та здатності швидко адаптуватися до нових технологічних і педагогічних рішень. Особливого значення набуває створення можливостей для інтеграції у професійну спільноту через участь у наукових гуртках, олімпіадах, педагогічних хакатонах, онлайн-курсах, вебінарах та

менторських програмах.

Ключовим напрямом є формування дослідницької компетентності майбутніх учителів інформатики. Вона має багатовимірну структуру, що охоплює мотиваційно-ціннісний, змістовий, інформаційний, діяльнісний, поведінковий та оцінювально-рефлексивний компоненти, які повинні розвиватися поетапно у процесі фахової підготовки [6].

На змістовому рівні це передбачає опанування методології наукового пізнання й методів педагогічного експерименту в ІКТ-насиченому середовищі. На діяльнісному рівні – оволодіння процедурами проблематизації, висування гіпотез, проєктування дослідження, збору, очищення, аналізу та інтерпретації даних, а також репродукції результатів у вигляді коду, наборів даних, візуалізацій та аналітичних звітів. На рівні поведінкових установок важливо культивувати наполегливість, ініціативність, командну відповідальність та орієнтацію на результат. На рефлексивному рівні – забезпечити розвиток умінь само- та взаємооцінювання, ведення рефлексивних журналів, аналізу труднощів і досягнень у форматі проєктних портфоліо. Формування дослідницької компетентності забезпечує здатність майбутнього вчителя інформатики не лише застосовувати готові цифрово-педагогічні рішення, а й проєктувати, апробувати та вдосконалювати власні інновації на доказовій основі, що відповідає сучасним вимогам STEM-освіти [6].

Важливою умовою також є розгортання партнерства з позашкільними STEM-інституціями – STEM-центрами, технічними гуртками, інженерними лабораторіями, ІТ-компаніями. Стажування на їхній базі забезпечує занурення майбутніх учителів у реальні сценарії використання цифрових технологій, розвиває інженерний стиль мислення, сприяє набуттю досвіду командної взаємодії та формує лідерство змін як важливу рису професійної ідентичності.

Таким чином, безперервний професійний розвиток майбутніх учителів інформатики – це не лише процес оновлення знань, а й стратегія поступового нарощування професійної автономії, готовності до впровадження інновацій та здатності забезпечувати якісну STEM-освіту школярів у цифрову добу.

Умова 2. Інтеграція STEM-технологій у зміст фахової підготовки майбутніх учителів інформатики

Інтеграція STEM-технологій у зміст фахової підготовки майбутніх учителів інформатики є необхідною умовою формування здатності проєктувати й реалізовувати інноваційні моделі навчання у шкільному курсі. Такий підхід забезпечує узгодженість між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням і сприяє розвитку предметної, дослідницької, технологічної та проєктувальної складових професійної діяльності.

Зміст підготовки має охоплювати опанування сучасних цифрових платформ і інструментів (інтерактивні навчальні середовища, системи моделювання, 3D-дизайн, робототехніка, мікроконтролери, хмарні сервіси), а також методик їх педагогічного використання. Це забезпечує не лише технологічну обізнаність, а й розуміння механізмів дидактичного застосування інструментів відповідно до мети уроку, вікових особливостей учнів та рівня їхньої навчальної автономії.

Інтеграція STEM-технологій у навчальні дисципліни передбачає міжпредметний характер підготовки: вивчення алгоритмів пов'язується з моделюванням фізичних і біологічних процесів; робота з даними – із математичним аналізом; цифровий дизайн – з інженерними принципами. Навчальні модулі з методики навчання інформатики мають будуватися на перетині комп'ютерних наук, математики та природничої проблематики, щоб формувати в майбутніх учителів логіку міждисциплінарних проєктів. Структуроване включення інженерного циклу (постановка проблеми, дослідження, конструювання, тестування, удосконалення) у навчальні завдання, кейси й практикуми сприяє формуванню глибокого розуміння STEM-методології.

Технологічна насиченість фахової підготовки передбачає системне володіння засобами, релевантними шкільній практиці: освітньою робототехнікою та мікроконтролерами (Arduino, micro:bit, Lego Education), засобами 3D-моделювання і друку (Tinkercad, Fusion 360), візуальними та

текстовими мовами програмування (Scratch/Blockly, Python), платформами аналізу даних (Google Sheets/Excel, Jupyter), середовищами управління навчанням і командною роботою (Google Workspace, Microsoft 365, Moodle), системами контролю версій (Git/GitHub), VR/AR-симуляторами для здійснення експериментів у безпечних умовах. Кожен із цих інструментів має бути чітко прив'язаний до дидактичних цілей та оцінюватися за впливом на формування інженерного, алгоритмічного та аналітичного мислення здобувачів освіти [12].

Доказовість результатів підготовки забезпечується поєднанням різних джерел даних: тестів змістово-методологічного знання, артефактів проєктної діяльності (код із коментарями, схеми, макети, звіти з візуалізаціями), спостережень за мікрОВикладанням, рефлексивних журналів, публічних захистів і рецензування ровесниками. Портфоліо студента, підтримане хмарними інструментами, фіксує траєкторію зростання і є підґрунтям для підсумкової атестації та коригування індивідуальної освітньої траєкторії.

Практичне орієнтування змісту підготовки реалізується через лабораторні заняття, тренінги, міні-проєкти та аналіз реальних освітніх кейсів, зокрема симуляції, моделювання та цифрові слідчі задачі. Такий формат сприяє розвитку педагогічного передбачення – здатності прогнозувати результати навчальної взаємодії, враховувати типові труднощі учнів і проєктувати алгоритм підтримки навчання.

Отже, інтеграція STEM-технологій у зміст фахової підготовки забезпечує перехід від декларативного знання про STEM до практичного вміння організовувати дослідницько-проєктну діяльність учнів, що є ключовою вимогою сучасної шкільної освіти.

Умова 3. Організація практикоорієнтованого міждисциплінарного навчання у межах формальної та неформальної освіти

Практикоорієнтоване міждисциплінарне навчання є важливою умовою формування готовності майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій, оскільки забезпечує перехід від теоретичного засвоєння

знань до їх застосування в ситуаціях, наближених до реальної професійної діяльності. У фокусі такого навчання перебуває не окремий предмет, а технологічна проблема або проєктне завдання, розв'язання якого потребує інтеграції знань і методів інформатики, математики, фізики, інженерії, дизайну та цифрових технологій.

У межах формальної освіти практикоорієнтована підготовка реалізується через лабораторні заняття, тренінги, моделювання уроків, навчальну та виробничу практику, розробку й апробацію STEM-фрагментів занять, створення цифрових освітніх ресурсів для учнів. Такі види діяльності сприяють розвитку здатності конструювати навчальні ситуації, прогнозувати результати проєкту, обирати відповідні цифрові інструменти, організовувати командну взаємодію та підтримку учнів на різних етапах навчальної діяльності.

У межах неформальної освіти професійний розвиток майбутніх учителів забезпечується через участь у хакатонах, воркшопах, інженерних конкурсах, робототехнічних змаганнях, діяльність STEM-центрів і освітніх лабораторій, а також навчання на платформах MOOC (Coursera, EdX, Udemy, Prometheus, FutureLearn, OWL). Робота на MOOC підтримує індивідуальну освітню траєкторію, забезпечує доступ до найновіших світових практик STEM-освіти й формує навички самоосвіти та самоменеджменту.

Взаємодоповнення формальної й неформальної освіти забезпечує безперервність професійного досвіду: від опанування STEM-інструментів у навчальних умовах – до реалізації відкритих проєктів, що мають соціальний чи технологічний результат. Це створює реальну підготовку майбутнього вчителя інформатики до організації STEM-діяльності школярів з опорою на дослідницько-проєктну логіку навчання.

Подальшим механізмом реалізації цієї умови є методична модернізація освітнього процесу шляхом упровадження дослідницько орієнтованих підходів. Проєктно орієнтоване та проблемно орієнтоване навчання, запитове (inquiry-based) навчання, перевернений і змішаний формати, а також

мейкерська педагогіка виступають організаційною моделлю занять, у межах якої майбутні вчителі створюють прототипи, моделюють явища, висувують і тестують гіпотези, фіксують етапи роботи та результати у портфоліо. Поєднання зазначених підходів формує засади самостійної дослідницької діяльності та забезпечує перенесення досвіду в шкільну практику, де STEM-урок вибудовується як цикл інженерного проєктування з доказовою перевіркою рішень [4].

Важливою складовою цієї умови є інтеграція мікрОВикладання та навчальних практик у школах, під час яких студенти апробують власні STEM-сценарії, організовують взаємодію з учнями та збирають емпіричні дані для подальшої рефлексії.

Умова 4. Створення доступного матеріально-технічного середовища та забезпечення методичного супроводу STEM-освіти майбутніх учителів інформатики

Створення матеріально-технічного та методичного підґрунтя є ключовою умовою підготовки майбутніх учителів інформатики до впровадження STEM-технологій, оскільки саме навчальне середовище визначає можливість повноцінної проєктно-дослідницької діяльності. Технологічне забезпечення повинно не лише відповідати вимогам сучасної цифрової школи, а й бути доступним для регулярного використання здобувачами освіти, забезпечуючи гнучку взаємодію з інструментами та їх дидактичне застосування.

Матеріально-технічна складова STEM-середовища охоплює комп'ютерні класи з високою пропускнуою здатністю мережі, інтерактивні панелі, 3D-принтери, VR/AR-рішення, робототехнічні набори, мікроконтролери, пристрої збору даних і датчики, навчальне програмне забезпечення та хмарні сервіси для спільної роботи. Постійна практична взаємодія з цими інструментами формує технологічну впевненість і інженерний стиль мислення, а також забезпечує розуміння того, як вибудовувати навчальне середовище відповідно до цілей та етапів уроку.

Матеріально-технічна база повинна гарантувати доступ до репрезентативних STEM-засобів — освітньої робототехніки, конструкторів із сенсорами, 3D-принтерів і сканерів, платформ моделювання та симуляцій, систем керування версіями коду, а також хмарної інфраструктури для колаборації та оцінювання. Таке середовище створює умови для відтворення повного циклу проєктно-дослідницької діяльності, включаючи проєктування, експериментування, валідацію та рефлексію результатів.

Разом із технічним забезпеченням необхідним є повноцінний методичний супровід. Ідеться про доступ до каталогів STEM-ресурсів, збірників навчальних кейсів, конструкторів уроків, сценаріїв проєктів, відеоінструкцій, електронних посібників, банків віртуальних лабораторій і симуляторів. Такі ресурси дозволяють майбутньому вчителю інформатики не лише опановувати цифрові інструменти, а й усвідомлювати, коли, для чого й яким чином доречно застосовувати їх у навчальній діяльності учнів.

Важливим елементом методичного супроводу виступає системна менторська підтримка — взаємодія зі шкільними вчителями-практиками, методистами, фахівцями STEM-центрів та ІТ-компаніями. Професійний зворотний зв'язок забезпечує коригування навчальних проєктів, оцінювання ефективності дидактичних рішень та запобігання типових методичних помилок під час проведення STEM-уроків.

Змістово-методичне забезпечення має включати узгоджені програми, кейс-банки та сценарії уроків, у яких інженерний цикл, робота з даними й програмування інтегровані з природничою проблематикою та вимогами стандартів НУШ. Доцільним є створення навчальних «мікромодулів» — коротких структурованих блоків з визначеними результатами навчання, критеріями оцінювання, механізмами зворотного зв'язку та варіативністю для різних рівнів підготовленості учнів. Такий формат сприяє перенесенню університетського досвіду в реальні умови класу і готує майбутнього вчителя до роботи з різнорівневими групами.

Збалансоване поєднання матеріально-технічного забезпечення,

методичного супроводу й професійної підтримки створює умови для того, щоб майбутній учитель інформатики міг самостійно конструювати STEM-середовище, адаптувати цифрові й інженерні інструменти під навчальні завдання, підтримувати проєктно-дослідницьку діяльність учнів і розвивати ІСС-компонент (інженерно-цифрову-креативну) освітнього процесу.

Отже, у сукупності зазначені умови формують підготовку, здатну забезпечити випускникові реальну професійну готовність до проектування STEM-уроків інформатики: інженерно-дослідницьку культуру мислення, володіння інструментами та методиками, уміння працювати в команді й фасилітувати командні процеси, а також спроможність до відповідального інноваційного лідерства у шкільному середовищі.

Висновки до розділу 1

У розділі досліджено теоретичні аспекти підготовки майбутніх педагогів до використання STEM-технологій на уроках інформатики, що передбачало з'ясування особливостей застосування STEM-підходу, сутності та змісту STEM-технологій та педагогічних умов їх ефективного використання на уроках інформатики в загальноосвітній школі. Отримані результати вможливили такі часткові висновки.

Встановлено особливості застосування STEM-підходу на уроках інформатики. STEM-підхід у шкільному курсі інформатики визначається як інтегрована модель навчання, у якій засвоєння змісту відбувається через розв'язання реальних технологічних і науково-практичних задач із використанням інструментів моделювання, програмування, аналізу даних, цифрового проєктування та візуалізації. Інформатика слугує природним ядром для впровадження STEM-технологій, оскільки забезпечує доступ до цифрових засобів, що дають змогу учням здійснювати інженерно-дослідницьку діяльність. Замість відтворення готових знань застосовується логіка повного інженерного циклу – постановка проблеми, висунення гіпотези, розробка

прототипу, тестування, удосконалення й презентація результатів. Такий підхід сприяє розвитку критичного й системного мислення, креативності, інформаційної та технологічної грамотності, командної взаємодії, уміння приймати рішення й нести відповідальність за їх реалізацію. Урок інформатики набуває дослідницько-проектного характеру та стає середовищем для формування ключових компетентностей XXI століття, що відповідає сучасним вимогам Нової української школи.

Уточнено сутність і зміст STEM-технологій у шкільному курсі інформатики. Сутність STEM-технологій у шкільному курсі інформатики полягає у поєднанні комп'ютерних наук, природничо-математичної підготовки та інженерно-проектної діяльності у цілісну педагогічну систему, де зміст, методи та оцінювання взаємно підсилюють одне одного. Зміст STEM-технологій реалізується через інтегровані навчальні модулі, що поєднують алгоритмізацію з моделюванням фізичних і біологічних процесів, аналіз даних із математичними методами, цифровий дизайн із принципами інженерії, робототехніку та IoT з технологіями безпеки. Методична складова ґрунтується на активному експериментуванні, гейміфікації, симуляціях, проектуванні та повному інженерному циклі: від постановки проблеми до створення і вдосконалення прототипів. Оцінювання спрямоване не на відтворення інформації, а на перевірку процесу й продукту — здатність планувати дослідження, працювати з даними, аргументовано захищати рішення та усвідомлювати їхні обмеження. Змістове структурування STEM-технологій у межах інформатики охоплює три рівні практик: базовий (цифрові інструменти загального призначення), предметний (симуляції, аналіз даних, робототехніка, 3D-моделювання, IoT) і надпредметний (STE(A)M/STREAM-модулі з включенням гуманітарних і соціальних вимірів). Саме така архітектоніка забезпечує стійку навчальну мотивацію, формує технологічну грамотність, інженерний стиль мислення та готовність учнів до роботи в умовах невизначеності й інновацій.

У ході дослідження було виокремлено педагогічні умови підготовки

майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій на уроках інформатики, а саме: забезпечення безперервного професійного розвитку майбутніх учителів інформатики в контексті STEM-парадигми; інтеграція STEM-технологій у зміст фахової підготовки майбутніх учителів інформатики; організація практикоорієнтованого міждисциплінарного навчання у межах формальної та неформальної освіти; створення доступного матеріально-технічного середовища і забезпечення методичного супроводу STEM-освіти майбутніх учителів.

Отримані теоретичні узагальнення потребують дослідницької перевірки.

РОЗДІЛ 2.

ДОСЛІДНИЦЬКА РОБОТА З ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ ДО ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

2.1. Вивчення стану та аналіз проблеми в практиці вищої педагогічної школи

Емпіричне дослідження було спрямовано на констатацію реального стану готовності майбутніх учителів інформатики до застосування STEM-технологій у навчальному процесі та обґрунтування необхідності впровадження спецкурсу «STEM-освіта інтеграція технологій у викладанні інформатики» як інструменту цілеспрямованого формування відповідних компетентностей.

Сьогодні українська школа перебуває в постійному русі трансформації освіти підґрунтям якої стали виклики сучасності що супроводжуються ідеєю інтеграції європейської освіти у вітчизняну. В умовах постійних змін та глобалізації майбутня українська школа виступає центром інновацій водночас з цим вона має створити умови всебічного розвитку учня. Для повного впровадження STEM-освіти в ЗЗСО Міністерством освіти й науки України було надано спеціальний Гриф модельним програмам для базової середньої освіти, що ґрунтуються на Державному стандарті загальної середньої освіти. У результаті чого запровадження STEM-освіти в сучасній загальній школі здійснюється в межах чинного законодавства відповідно до Закону України «Про освіту» (2017), а також Концепцій розвитку природничо-математичної освіти (2020) та методичних рекомендацій ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Спираючись на навчальні програми та методики що спеціалізуються на STEM-освіті можна прийти до висновку що таким чином формуються науково-дослідницькі навички до яких слід віднести: проведення наукових досліджень; висунення, обґрунтування та перевірка гіпотез; аналіз отриманих результатів під час експерименту з підготовкою подальших висновків;

спростування та модифікація гіпотез; спостереження, вимірювання та прогнозування; інтерпретація даних [32].

STEM-освіта як і звичайна освіта має свої навчальні програми для кожного навчального предмета, які пропонують нові концепції до організації освітнього процесу (рис. 2.1).

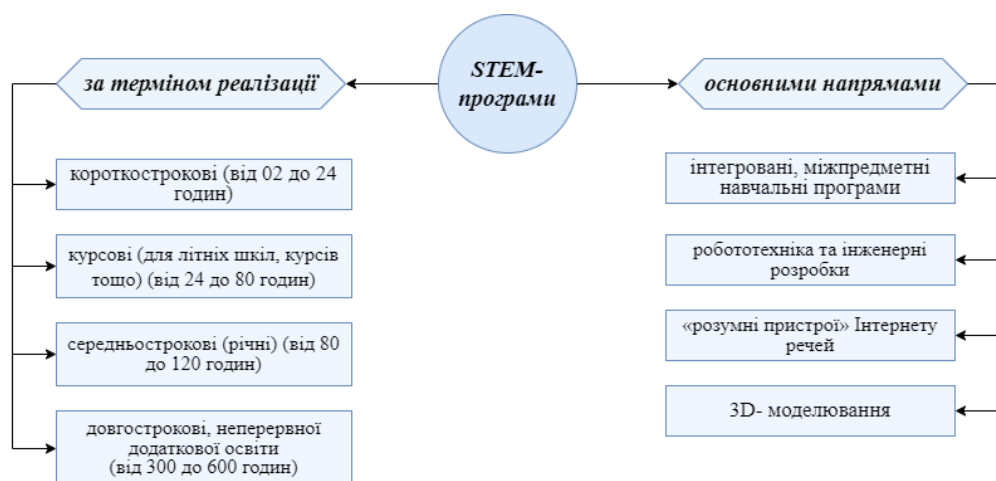


Рис. 2.1. Класифікація STEM-програм

Головними характеристиками STEM-програм, що відрізняє її від традиційної навчальної програми, є:

- іноваційність та актуальність змісту, що відповідає потребам сучасності;
- опис необхідного обладнання й умов для ефективної реалізації програми;
- наявність методики її використання у закладах освіти;
- наявність інструментів для вимірювання освітнього й виховного результатів [40].

Окрім того, ЗЗСО які мають досвід з STEM-освіти та займаються постійним її розвитком, мають можливість самостійно розробляти навчальні програми для інтегрованих курсів STEM.

Проаналізувавши Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), схваленій розпорядженням КМУ від 5.08.2020 р. № 960-р, слід

виокремити низку важливих компетентностей, розвиток яких є пріоритетним у STEM-освіті. Поряд із традиційними когнітивними навичками, уміннями обробляти та аналізувати інформацію, особливого значення набувають інженерне мислення, науково-дослідницькі навички, креативність та інноваційність, технологічні навички та комунікація.

STEM-компетентність майбутнього вчителя інформатики із застосуванням інноваційних технологій розглядається як інтегральна характеристика особистості, що відображає єдність теоретичної та практичної готовності до проєктування та реалізації освітнього процесу на засадах STEM-підходу з використанням сучасних цифрових інструментів та середовищ. У контексті інформатики, ключовими стають розвиток алгоритмічного мислення та цифрова грамотність. Остання в Концепції визначається як ефективне використання цифрових технологій для комунікації, обробки інформації, її інтерпретації та аналізу, а також для формулювання проблем та їх розв'язання шляхом створення комп'ютерних алгоритмів.

Ці окреслені компетентності є фундаментом для визначення критеріїв оцінювання STEM-компетентності вчителів інформатики в умовах активного застосування інноваційних технологій. До таких критеріїв, спираючись на положення Концепції, можна віднести: рівень володіння когнітивними стратегіями, здатність до аналізу та синтезу інформації, розвиненість інженерного та алгоритмічного мислення, наявність науково-дослідницьких навичок, рівень креативності та інноваційності у педагогічній діяльності, а також ступінь володіння технологічними навичками та цифровою грамотністю. Останній критерій є особливо важливим для вчителя інформатики, оскільки передбачає не лише впевнене використання цифрових інструментів, але й уміння навчати учнів ефективному застосуванню цих технологій для розв'язання STEM-задач [22].

Використання комплексу та інструментів діагностики, що доповнюють один одну, дозволить отримати об'єктивну та цілісну картину рівня сформованості STEM-компетентності майбутніх учителів інформатики із

застосуванням інноваційних технологій. Результати діагностики є основою для подальшого планування індивідуальної освітньої траєкторії, вдосконалення змісту та методів підготовки майбутніх фахівців, здатних ефективно працювати в умовах сучасного освітнього середовища.

Незважаючи на наявність нормативних і програмних засад, результати аналізу стану підготовки майбутніх учителів інформатики у ЗВО засвідчують, що цільовий рівень STEM-компетентності декларується на концептуальному та програмному рівнях, однак реальна готовність студентів до використання STEM-технологій у шкільній практиці формується нерівномірно. Це зумовлює необхідність спеціальної діагностики рівнів готовності, яка дасть змогу визначити проблемні зони й обґрунтувати напрями цілеспрямованої роботи.

У довідковій літературі, *готовність майбутнього вчителя* – це інтегральне особистісно-професійне утворення, що характеризує його здатність здійснювати педагогічну діяльність на рівні вимог сучасної школи. Така готовність поєднує ціннісно-мотиваційне ставлення до професії, систему психолого-педагогічних і предметних знань, уміння та досвід педагогічної діяльності, а також здатність до самоаналізу, рефлексії та саморозвитку. Готовність забезпечує трансфер набутих компетентностей у практику, автономність у прийнятті педагогічних рішень, відповідальність за якість навчальної взаємодії та здатність до професійного зростання протягом життя.

Зі свого боку, *готовність майбутнього вчителя інформатики до використання STEM-технологій* – це інтегральний особистісно-професійний стан, що відображає мотиваційну налаштованість, систему знань і практичний досвід, необхідні для проєктування та реалізації навчального процесу на засадах STEM-підходу. Вона виявляється у прагненні впроваджувати інноваційні цифрові інструменти й інженерно-дослідницькі практики, у володінні теоретико-методичними основами STEM-освіти та здатності проводити урок інформатики як цикл дослідження, моделювання й створення навчального продукту. Така готовність забезпечує вчителю спроможність організовувати міждисциплінарну проєктну діяльність учнів, підтримувати

командну взаємодію й розвиток їхнього критичного, алгоритмічного та інженерного мислення, здійснювати аналіз результатів і коригування освітніх рішень.

Структура готовності майбутнього вчителя інформатики до використання STEM-технологій у професійній діяльності охоплює три взаємопов'язані компоненти: мотиваційний, когнітивний і діяльнісний, кожен із яких відображає окремий вимір становлення фахівця. Розкриття змісту зазначених компонентів дає змогу окреслити внутрішню логіку формування готовності та визначити напрями подальшої діагностики її рівнів.

Мотиваційний компонент відображає позитивне ставлення майбутнього вчителя до STEM-підходу, усвідомлення його значущості для розвитку учнів та для власного професійного зростання; інтерес до інноваційних технологій навчання; прагнення впроваджувати дослідницько-проектну діяльність на уроках інформатики; готовність прийняти нову професійну роль учителя-фасилітатора.

Когнітивний компонент охоплює систему наукових і методичних знань щодо STEM-технологій, сутності інженерного циклу підготовки, принципів міждисциплінарної інтеграції, можливостей цифрових інструментів на уроках інформатики, методів проектного, проблемного й експериментального навчання, а також знання вікових особливостей учнів у STEM-діяльності.

Діяльнісний компонент характеризує здатність майбутнього вчителя практично реалізовувати STEM-технології на уроках інформатики: проектувати й проводити STEM-орієнтовані заняття, добирати та поєднувати цифрові інструменти відповідно до навчальних цілей, організовувати командну роботу та підтримку учнів, здійснювати аналіз результатів, удосконалювати власні педагогічні рішення.

Розвиток означених компонентів демонструє взаємодетермінований та синергетичний характер, що зумовлює цілісне формування майбутнього педагога як дослідника-практика у галузі STEM-освіти. Зазначена інтеграція сприяє його спроможності до ефективної діагностики та розв'язання

нагальних проблем у інформатичній галузі, а також до продукування новаторських педагогічних рішень.

Можливість оцінити сформованість кожного компонента готовності до використання STEM-технології на уроках інформатики зумовлює необхідність використання певних критеріїв для її аналізу та оцінювання. Загальноприйнятою думкою серед науковців є необхідність визначення та обґрунтування критеріїв, що відповідають певним загальним вимогам, таких, як:

- 1) критерії мають репрезентувати ключові закономірності функціонування досліджуваного об'єкта;
- 2) вони повинні відображати найбільш значущі та стабільні властивості й характеристики об'єкта, які не змінюються ситуативно;
- 3) критерії мають забезпечувати можливість простежувати взаємозв'язки між усіма структурними елементами досліджуваного явища;
- 4) кожен критерій повинен конкретизуватися системою показників, які дозволяють визначити ступінь його прояву;
- 5) критерії мають фіксувати зміни досліджуваної якості у часовій перспективі та в різних умовах функціонування;
- 6) система показників повинна включати як якісні, так і кількісні характеристики, що взаємно підсилюють одне одного [23].

З метою об'єктивного вимірювання рівня сформованості готовності майбутніх учителів до використання STEM-технології на уроках інформатики при визначенні критеріїв оцінювання необхідно врахувати наступні ключові аспекти:

- 1) процес становлення досліджуваної готовності є складним і відбувається в контексті взаємодії, інтеграції та взаємного впливу особистісних якостей майбутнього фахівця, його навчальної діяльності, створених педагогічних умов, життєвого досвіду та ситуацій професійної комунікації;
- 2) урахування сутнісних характеристик та прогностичної моделі

готовності як теоретичної основи для визначення критеріїв;

3) усвідомлення ролі та місця досліджуваної готовності в загальній структурі професійної готовності майбутнього вчителя інформатики;

4) аналіз обраних критеріїв має забезпечити можливість діагностики рівня сформованості окремих компонентів готовності у майбутніх педагогів [25].

Спираючись на зміст готовності, виокремлюємо мотиваційно-ціннісний, інформаційно-змістовий та діяльнісно-практичний критерії її сформованості в майбутніх учителів інформатики [24]. Подаємо зміст і показники сформованості цього складного особистісного утворення (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Критерії та показники сформованості готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики

Компонент готовності	Критерій	Показники сформованості
Мотиваційний	Мотиваційно-ціннісний критерій	– усвідомлення професійної значущості STEM-технологій у шкільному курсі інформатики; – внутрішня мотивація до впровадження інновацій і участі в проєктно-дослідницьких формах навчання; – позитивне ставлення до цифрових інструментів, відкритість до педагогічних експериментів; – стійка готовність до безперервного професійного розвитку у сфері STEM-освіти.
Когнітивний	Інформаційно-змістовий критерій	– знання теоретичних основ STEM-підходу та особливостей його реалізації на уроках інформатики; – обізнаність із цифровими платформами, сервісами, середовищами моделювання, робототехніки та 3D-дизайну; – розуміння інженерного циклу та логіки міждисциплінарних навчальних проєктів; – володіння методами створення й оцінювання STEM-сценаріїв навчання.
Діяльнісний	Діяльнісно-практичний критерій	– уміння проєктувати та реалізовувати STEM-орієнтовані уроки інформатики; – здатність добирати цифрові інструменти відповідно до цілей і завдань навчання; – уміння організовувати дослідницько-проєктну діяльність учнів, командну взаємодію й рефлексію результатів; – здатність оцінювати освітній продукт учнів на основі доказовості, життєвого циклу й інженерного мислення.

Оцінювання рівня готовності здійснюється за чотирирівневою шкалою – низький, базовий, достатній і високий – яка містить опис очікуваних проявів за кожним компонентом та характерних результатів навчальної діяльності студентів. Такий підхід забезпечує можливість відстеження індивідуальної динаміки, проведення порівняльного аналізу та планування цілеспрямованої підтримки розвитку готовності (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Рівні готовності майбутніх учителів до застосування STEM-технологій на уроках інформатики

Критерій	Ознаки рівнів сформованості
Мотиваційно-ціннісний	<i>Низький рівень</i> характеризується несформованістю внутрішньої мотивації до використання STEM-технологій, сприйняттям їх як додаткового навантаження та виконанням діяльності переважно із зовнішніх мотивів. На <i>базовому рівні</i> проявляється стійкий інтерес до STEM-підходу, проте переважно на рівні використання готових рішень і за умов підтримки викладача. <i>Достатній рівень</i> виявляється в позитивній професійній настанові на впровадженні STEM-технологій, розумінні їх цінності для сучасної школи та переважанні внутрішньої мотивації. <i>Високий рівень</i> характеризується сформованою професійною позицією, прагненням до інновацій, самоосвіти й участі у STEM-проєктах, конкурсах та професійних спільнотах, сталою внутрішньою мотивацією та готовністю масштабувати інновації.
Інформаційно-змістовий	<i>Низький рівень</i> вирізняється фрагментарними знаннями про STEM-технології, нерозумінням їх структури та дидактичного потенціалу. <i>Базовий рівень</i> передбачає опанування основних понять і прикладів STEM-інструментів, але потребує методичних рекомендацій для коректного застосування. <i>Достатній рівень</i> відображає системне уявлення про зміст STEM-підходу, уміння співвідносити технології з дидактичними цілями та інтегрувати їх у шкільний курс інформатики. <i>Високий рівень</i> характеризується глибоким розумінням принципів інженерного циклу, здатністю моделювати міждисциплінарні сценарії STEM-уроків і адаптувати їх до різних вікових груп та освітніх ситуацій.
Діяльнісно-практичний	<i>Низький рівень</i> виявляється у труднощах у практичного використання STEM-інструментів, роботою виключно за чіткою інструкцією й невмінням організувати командну взаємодію учнів. На <i>базовому рівні</i> здобувач здатний використовувати окремі інструменти STEM-технологій за зразком, частково організовувати проєктну діяльність і потребує допомоги наставника. <i>Достатній рівень</i> характеризується самостійним плануванням та проведенням STEM-фрагментів уроків, використанням дослідницьких

	і проєктних методів, організацією співпраці учнів і частковою рефлексією результатів. <i>Високий рівень</i> передбачає системне проведення STEM-орієнтованих уроків, опору на повний інженерний цикл (проблема — гіпотеза — прототип — тестування — удосконалення), створення власних цифрових ресурсів для навчання, керування командними проєктами та розвинену рефлексію педагогічних дій.
--	--

Оцінювання рівнів за кожним критерієм дає змогу отримати деталізовану картину сформованості окремих компонентів готовності, однак для подальшого планування освітнього впливу важливо визначити інтегральний показник – загальний рівень готовності майбутнього вчителя до застосування STEM-технологій на уроках інформатики. Такий узагальнений результат дає змогу зіставити індивідуальні та групові показники, окреслити сильні й проблемні зони підготовки та обґрунтувати напрями цілеспрямованої педагогічної підтримки (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Загальні рівні готовності майбутніх учителів до використання до STEM-технологій на уроках інформатики

Рівень готовності	Ознака рівня
Низький	Відсутній усвідомлений інтерес до STEM-технологій; недостатнє розуміння їхнього змісту та педагогічної доцільності; фрагментарні знання про цифрові інструменти; труднощі у використанні навіть базових засобів; відсутність досвіду участі у проєктно-дослідницькій діяльності; невпевненість у плануванні STEM-орієнтованих уроків.
Базовий	Стійкий інтерес до використання STEM-технологій у навчанні; розуміння їхньої ролі у формуванні ключових умінь учнів; володіння базовими цифровими інструментами; здатність застосовувати STEM-елементи у фрагментах уроку за зразком; потреба в інструкціях і методичній підтримці; готовність до підвищення кваліфікації.
Достатній	Усвідомлення педагогічного потенціалу STEM-підходу; здатність самостійно добирати цифрові інструменти відповідно до навчальних цілей; розроблення та проведення STEM-фрагментів уроків; використання проєктно-дослідницьких методів; організація співпраці учнів; часткова рефлексія результатів навчання й труднощів учнів.
Високий	Сформована стійка професійна позиція та мотивація до впровадження STEM; системне застосування STEM-технологій у побудові повного інженерного циклу уроку; самостійне конструювання дидактичних матеріалів і цифрових ресурсів; варіативне використання методів дослідницького навчання; ініціювання й керування командними STEM-проєктами; розвинені навички рефлексії та вдосконалення педагогічних рішень.

Задля діагностування рівнів сформованості готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики розроблено визначену методику, що охоплює:

- анкету для вимірювання мотиваційно-ціннісних настанов (додаток А);
- діагностичну контрольну роботу за інформаційно-змістовим критерієм (додаток Б);
- пакет практично-проектних кейсів для вимірювання рівня готовності за діяльнісно-практичним критерієм (додаток В);
- анкетне опитування задля визначення загального рівня готовності (додаток Д).

У дослідженні взяли участь 128 студентів 1–3 курсів фізико-математичного факультету, які навчаються за спорідненими освітніми програмами фізико-математичного та інформатичного профілю (групи ФМ, ФІ, МІ та І). Такий добір респондентів є методично обґрунтованим, оскільки саме ця категорія здобувачів становить найближчий кадровий резерв майбутніх учителів інформатики та природничо-математичних дисциплін, для професійної діяльності яких STEM-підхід має функціональний, а не декларативний характер. Опитування та діагностичні завдання проводилися на початку семестру як констатувальний зріз без попереднього цілеспрямованого навчального впливу у форматі спецкурсу, що дає підстави розглядати отримані результати як вихідний рівень готовності.

Перейдемо до викладу отриманих результатів.

Для забезпечення об'єктивної інтерпретації результатів анкетування визначено градацію рівнів готовності за мотиваційно-ціннісним компонентом. Рівні сформованості відображають міру прояву професійної зацікавленості здобувачів освіти у використанні STEM-технологій, їх ціннісне ставлення до інновацій у навчанні, прагнення до самоосвіти та готовність приймати інноваційні педагогічні рішення. На основі сукупності відповідей респондентів виокремлено чотири рівні готовності — низький, базовий, достатній та високий, кожен з яких характеризується специфічними ознаками

мотивації, професійних орієнтацій і ставлення до впровадження STEM-підходу в освітній процес (див. табл. 2.4, рис. 2.2).

Таблиця 2.4

Рівні готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики за мотиваційно-ціннісним критерієм (у %)

Низький	Базовий	Достатній	Високий
37,50	25,78	25,00	11,72

Отримані результати засвідчили недостатню сформованість внутрішньої професійної мотивації щодо використання STEM-технологій: понад третина студентів (37,5%) перебуває на низькому рівні готовності, тоді як лише 11,72% демонструють стійкі ціннісні орієнтації та високу зацікавленість інноваційною діяльністю. Це підтверджує потребу у спеціально організованому освітньому впливі, спрямованому на розвиток позитивного ставлення до STEM та усвідомлення його значущості у професійній діяльності майбутніх учителів інформатики.

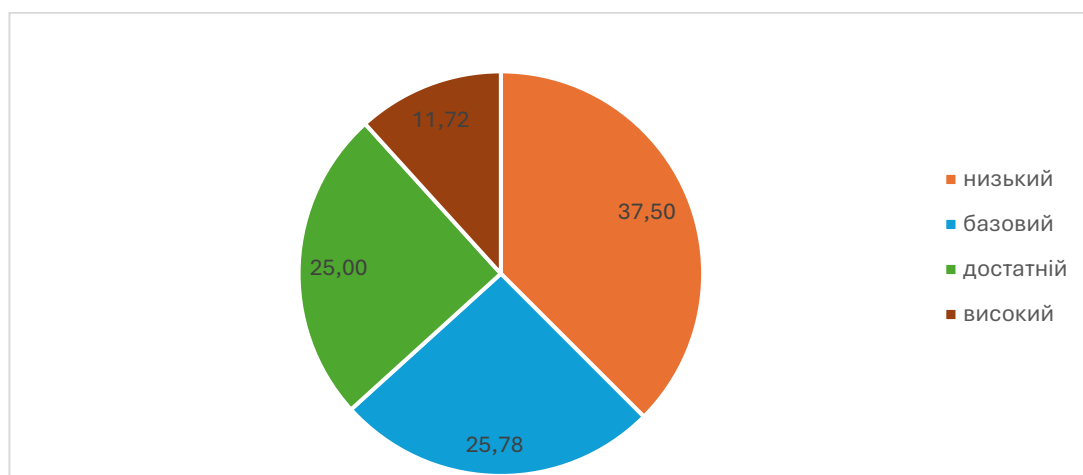


Рис. 2.2. Рівні готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики за мотиваційно-ціннісним критерієм, у %

Виявлені результати за мотиваційно-ціннісним критерієм окреслили загальну тенденцію недостатньої внутрішньої готовності більшості студентів до впровадження STEM-технологій у майбутній професійній діяльності. Проте позитивне ставлення саме по собі не гарантує ефективного використання

інноваційних інструментів у шкільній практиці. Наступним етапом дослідження стало визначення рівня обізнаності студентів зі змістовими та методичними аспектами STEM-освіти, що дало змогу оцінити поточний стан їх знань, розуміння принципів інтеграції технологій та здатності до змістової інтерпретації STEM-підходу. Для цього було проведено діагностичну контрольну роботу, спрямовану на виявлення обсягу й структурованості теоретичних знань, уміння аналізувати навчальні ситуації та пропонувати обґрунтовані рішення у межах STEM-логіки (додаток Б). Отримані результати відображено в табл. 2.5 і на рис. 2.3.

Таблиця 2.5

Рівні готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики за інформаційно-змістовим критерієм (у %)

Низький	Базовий	Достатній	Високий
39,06	27,34	25,00	8,59

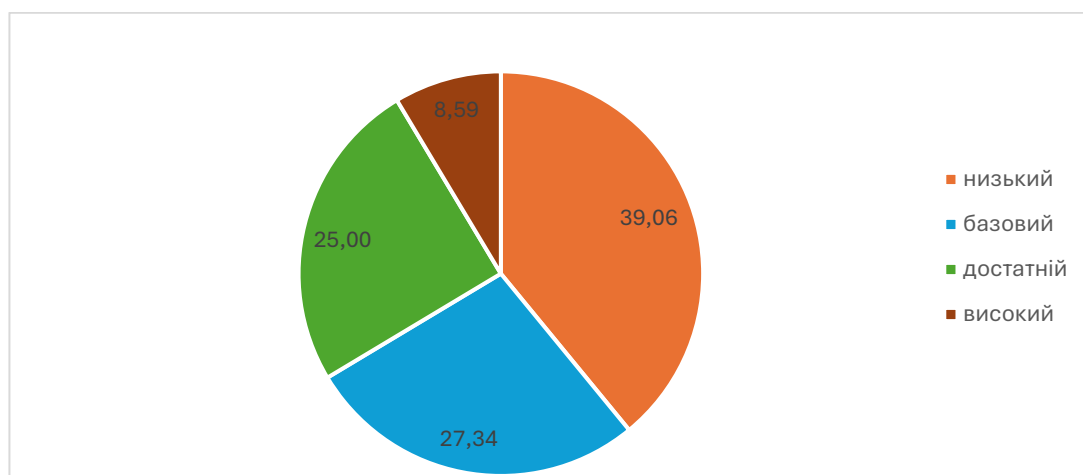


Рис. 2.3. Рівні готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики за інформаційно-змістовим критерієм, у %

Отримані дані засвідчують недостатній рівень обізнаності студентів зі змістовими засадами STEM-освіти та її реалізації в шкільному курсі

інформатики. Переважна частка респондентів перебуває на низькому (39,06 %) і базовому (27,34 %) рівнях, що вказує на несформованість системних знань щодо сутності STEM-підходу, структури STEM-технологій, логіки їх міждисциплінарної інтеграції, етапів інженерного циклу, принципів побудови дослідницьких завдань, а також ролі цифрових інструментів у забезпеченні навчального процесу. Студенти цієї групи, як правило, демонструють фрагментарні уявлення про STEM, плутають поняття «STEM-інструменти» та «цифрові засоби навчання», не можуть аргументувати дидактичну доцільність використання певних технологій на уроці й не пов'язують їх із запланованими результатами навчання учнів.

Виявлені змістові прогалини дозволяють припустити, що обмеженість знань про STEM-технології може проявлятися і на рівні практичного застосування. Тому наступним етапом дослідження стало оцінювання діяльнісно-практичного критерію готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики. Аналіз здійснювався на основі кейсових завдань, спрямованих на перевірку здатності добирати цифрові інструменти відповідно до навчальної мети, проєктувати фрагменти STEM-занять, розв'язувати педагогічно-технологічні ситуації, приймати інженерно-обґрунтовані рішення та організовувати дослідницько-проєктну діяльність учнів у форматі міні-проєкту (додаток В).

Узагальнення отриманих даних дозволило отримати такі результати (табл. 2.6, рис. 2.4).

Таблиця 2.6

Рівні готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики за діяльнісно-практичним критерієм (у %)

Низький	Базовий	Достатній	Високий
42,97	31,25	19,53	6,25

Отримані результати за діяльнісно-практичним критерієм засвідчили

недостатній рівень сформованості вмінь майбутніх учителів інформатики щодо практичного застосування STEM-технологій у навчальному процесі. Переважання низького (42,97%) і базового (31,25%) рівнів указує на труднощі у перенесенні теоретичних знань у реальні педагогічні ситуації, зокрема у доборі цифрових інструментів відповідно до навчальної мети, організації проєктно-дослідницької діяльності учнів, поетапному супроводі інженерного циклу та розв'язанні нестандартних технологічних задач. Частка респондентів із достатнім (19,53%) та високим (6,25%) рівнем демонструє наявність окремих студентів, які володіють уміннями інтегрувати програмування, моделювання й роботу з даними у фрагменти уроків та обґрунтовують вибір інструментів педагогічною доцільністю.

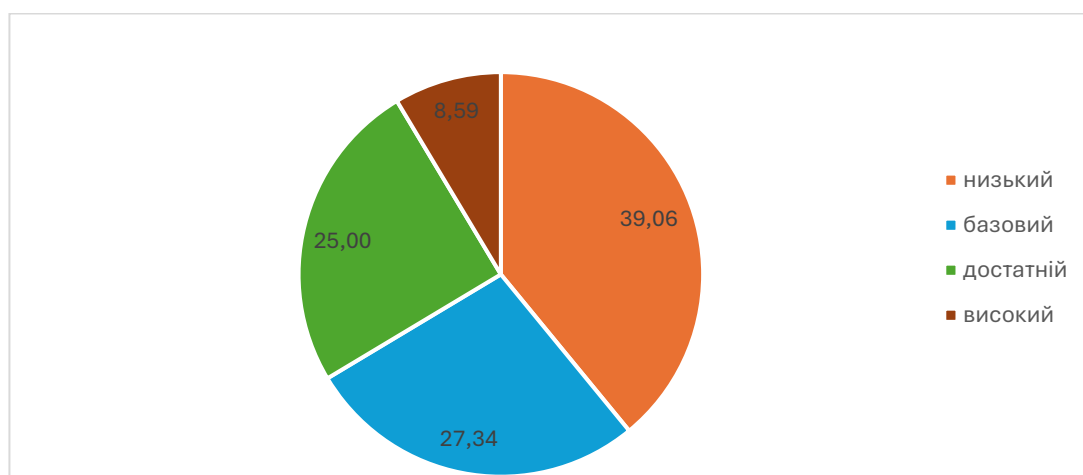


Рис. 2.4. Рівні готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики за діяльнісно-практичним критерієм, у %

Для забезпечення комплексного уявлення про сформованість готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики окремі результати за мотиваційно-ціннісним, інформаційно-змістовим та діяльнісно-практичним критеріями було інтегровано в єдину систему оцінювання. Узагальнення даних здійснено шляхом підрахунку сумарних балів кожного респондента за всіма діагностичними інструментами (анкета,

контрольна робота, практичні завдання), що дозволило визначити персональний та груповий профіль готовності. Такий підхід дає змогу не лише охарактеризувати поточний рівень підготовки студентів, а й співвіднести їх сильні й проблемні зони з реальними вимогами шкільного STEM-навчання (додаток Д). Інтегровані показники стали підставою для визначення загального рівня готовності вибірки та подальшого окреслення напрямів формувального впливу (табл. 2.7, рис. 2.5).

Таблиця 2.6

**Рівні готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій
на уроках інформатики (у %)**

Низький	Базовий	Достатній	Високий
39,84	28,13	23,44	8,59

Узагальнені результати діагностики свідчать про нерівномірний розподіл рівнів готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики. Найбільша частка респондентів продемонструвала низький рівень готовності (39,84%), що відображає переважання фрагментарних уявлень про STEM-підхід, недостатню впевненість у власних можливостях та обмежений досвід застосування STEM-інструментів у педагогічній діяльності. Базовий рівень (28,13%) є показником часткового опанування елементів STEM-методики за наявності труднощів із їх системним використанням, інтеграцією в освітній процес і вибором адекватних цифрових засобів.

Група з достатнім рівнем (23,44%) характеризується цілісним розумінням STEM-технологій та здатністю реалізовувати окремі компоненти STEM-підходу на уроках, хоча повномасштабне впровадження обмежується браком методичної гнучкості й досвіду організації проєктної та дослідницької діяльності учнів. Високий рівень готовності (8,59%) притаманний незначній частині учасників, що виявляють стійку мотивацію, технологічну впевненість,

володіння інструментами проєктного та дослідницького навчання й уміння адаптувати STEM-підхід до різних навчальних ситуацій.

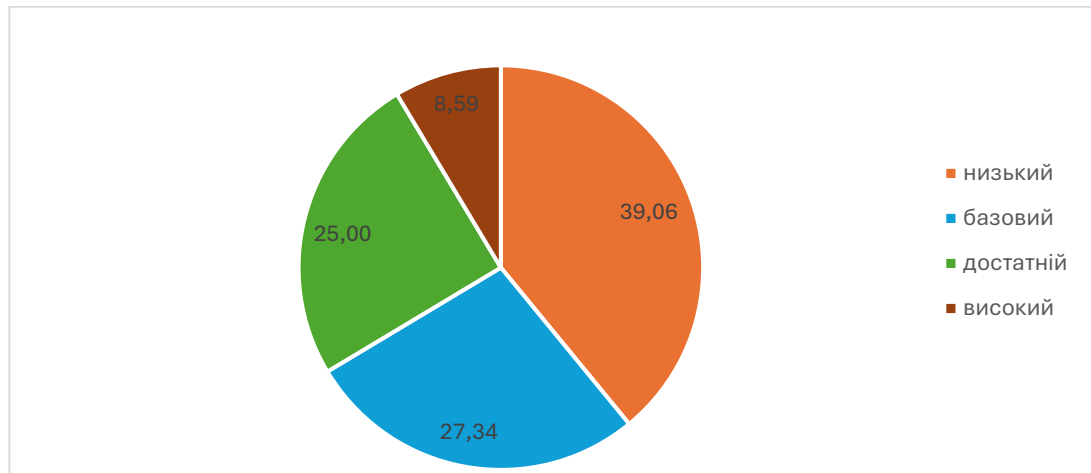


Рис. 2.5. Рівні готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики, у %

Отримані результати діагностики підтверджують наявність істотних труднощів у підготовці майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій: недостатня вмотивованість до інноваційної діяльності, фрагментарність знань про STEM-підхід та обмежений досвід організації дослідницько-проєктної роботи школярів. Переважання низького й базового рівнів готовності засвідчує, що наявна система фахової підготовки поки що не забезпечує переходу від декларативного розуміння STEM до його практичного застосування в умовах уроку інформатики. Тому подальша робота має бути спрямована на цілісне поєднання змістового наповнення навчання, практикоорієнтованих форматів і технологічного забезпечення, а також на розвиток рефлексивної й дослідницької позиції студента щодо власної педагогічної діяльності. Саме така логіка створює підґрунтя для розроблення і впровадження методики формування готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій, що становить зміст наступного підрозділу.

2.2. Презентація методики підготовки майбутніх педагогів до використання STEM-технологій

Урахування виявленого рівня готовності майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій у шкільному середовищі зумовлює потребу в розробленні й впровадженні методики, яка сприятиме усуненню окреслених труднощів та створенню сприятливих умов для ефективного опанування STEM-підходу.

Мета запропонованої методики полягає у формуванні готовності майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій у професійній діяльності.

Завданнями методики є: забезпечення сталого мотивування до інноваційної діяльності в освітньому процесі; посилення змістового складника фахової підготовки майбутніх учителів інформатики через системне опанування STEM-технологій та методик їх педагогічного застосування; розширення практичного досвіду студентів у проєктно-дослідницькій діяльності; створення сучасного технологічного освітнього середовища та педагогічного супроводу, що уможливило б самостійне конструювання й адаптацію STEM-інструментів під навчальні завдання.

Реалізація цих напрямів може бути забезпечена шляхом цілеспрямованого створення відповідних педагогічних умов у системі фахової підготовки через змістові, організаційні, технологічні й рефлексивно-оцінювальні механізми підтримки майбутніх учителів.

З огляду на зазначене, пропонується впровадження авторського спецкурсу «*STEM-освіта: інтеграція технологій у викладанні інформатики*», який може стати ефективною формою методичної реалізації рекомендацій дослідження та інструментом підвищення рівня професійної готовності студентів.

В основу змісту курсу було покладено аналіз викликів, пов'язаних з інтеграцією STEM-підходу у викладання інформатики в умовах трансформації

освітнього процесу. Виявлено потребу у формуванні в майбутніх учителів здатності застосовувати сучасні цифрові, інженерні та програмні технології в міждисциплінарному контексті.

На основі аналізу сучасних освітніх практик нами було розроблено та апробовано програму дисципліни за вибором «STEM-освіта інтеграція технологій у викладанні інформатики». Спецкурс орієнтований на формування в майбутніх педагогів здатності до проєктування й реалізації STEM-орієнтованого навчання, використання освітньої робототехніки, візуального програмування, хмарних сервісів та методів інтеграції змішаного навчання.

Зміст програми передбачає поєднання теоретичного матеріалу з реальними життєвими кейсами та самостійною діяльністю студентів, що забезпечує комплексний підхід до формування професійної компетентності, готовності до реалізації STEM-підходів та цифрової трансформації навчального процесу.

Мета навчальної дисципліни: сформувати у майбутніх учителів інформатики системні знання, практичні уміння та професійні навички, забезпечуючи здатність до ефективної інтеграції та використання STEM-технологій на уроках інформатики.

Завдання курсу:

1. Ознайомити студентів із теоретичними засадами STEM-освіти, її принципами та методологією.
2. Сформувати практичні навички роботи із сучасними STEM-інструментами та платформами (мікроконтройлерами та робототехнікою, віртуальною та доповненою реальністю).
3. Сформувати вміння організовувати проєктну діяльність учнів в освітньому й цифровому середовищі, спрямовану на розв'язання реальних проблем за допомогою STEM-підходів на уроках інформатики.
4. Розвинути навички створення навчального контенту з використанням цифрових інструментів.
5. Навчити студентів оцінювати ефективність застосування STEM-

технологій, а також результати навчання у STEM-орієнтованому середовищі.

6. Забезпечити рефлексивну оцінку власної готовності до впровадження STEM-технологій у викладання інформатики.



Рис. 2.6. Загальна інформація про навчальну дисципліну «STEM освіта інтеграція технологій у викладанні інформатики»

Зміст програми

Модуль 1. Теоретичні аспекти STEM технології на уроках інформатики (4 години лекцій, 2 години практичних)

- Лекція 1: Розвиток STEM-освіти в розрізі сучасних викликів та можливостей.

- Лекція 2: Основні принципи впровадження STEM-освіти. Етапи реалізації напрямку STEM.

- Практичне заняття 1: Методичні засади STEM-проектів.

Модуль 2. Основи інженерних технологій (4 години лекцій, 6 годин практичних)

- Лекція 3: Робототехніка як основа STEM-освіти. Історія розвитку робототехніки.

- Лекція 4: Робототехніка Lego Education

- Практичне заняття 2: Розробка гейміфікованого завдання для введення у STEM-концепції на уроці інформатики.

- Практичне заняття 3: Конструювання та програмування базових робототехнічних систем з використанням навчального набору Lego Mindstorms.

Модуль 3. Візуалізація та імерсивні технології у STEM-освіті (4 години лекцій, 4 години практичних)

- Лекція 5: Концептуальні відмінності та застосування VR/AR технологій. Технологічні вимоги та інструментарій для розробки інтерактивного контенту.

- Лекція 6: Методичні особливості інтеграції VR/AR у STEM-проекти. Приклади використання у викладанні інформатики.

- Практичне заняття 5: Створення базових інтерактивних сцен у віртуальній (CoSpaces Edu) або доповненій реальності (Merge Cube).

- Практичне заняття 6: Розробка концепції міні-проектів з використанням VR/AR для візуалізації інформатичних концепцій.

Модуль 4. STEM-технології в діяльності вчителя інформатики (4 години лекцій, 6 годин практичних)

- Лекція 7: STEM-проекти для вирішення реальних проблем

- Лекція 8: Інтеграція STEM-технологій у сучасну вищу освіту.

- Практичне заняття 7: Розробка критеріїв оцінювання STEM-проектів

- Практичне заняття 8: Розробка інтерактивної STEM-лабораторії.

Самостійна робота студентів (50 годин)

1. Коротко охарактеризувати перспективи та виклики STEM-освіти для уроків інформатики (8 годин).

2. Розробка алгоритмів та програм для вирішення міні-проектів (16 годин).

3. Аналіз існуючих освітніх VR/AR додатків для STEM-дисциплін. Методична розробка інтерактивного уроку інформатики з використанням елементів VR/AR (10 годин).

4. Створення індивідуального плану професійного розвитку як вчителя інформатики в STEM-освіті (16 годин).

Оцінювання

- Виконання практичних завдань (40%).

- Захист навчального проєкту (40%).
- Рефлексивний звіт (20%).

Очікувані результати навчання

За результатами роботи на курсі студенти будуть спроможні: вільно використовувати застосовувати STEM-підходи в організації навчального процесу; розробляти інтерактивні освітні матеріали за допомогою інженерних та імерсивних технологій; організовувати та оцінювати проєктну діяльність; аналізувати й оцінювати результати навчання, освітні інструменти в контексті STEM; рефлексувати та вдосконалювати власну цифрову компетентність.

Узагальнений план спецкурсу подано в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

План курсу за вибором «STEM освіта інтеграція технологій у викладанні інформатики»

Зміст модулів	К-ть год.	Компоненти готовності, що формуються
Модуль 1. Теоретичні аспекти STEM технології на уроках інформатики		
Основний зміст: Поняття про STEM-освіту. Нормативно правове забезпечення. Переваги STEM. Принципи впровадження STEM-освіти в навчальний процес. Складові STEM-уроку. Етапи реалізації напряму STEM. Методичні засади STEM-проектів.	6	Когнітивний, діяльнісний
Самостійна робота: Коротко охарактеризувати перспективи та виклики STEM-освіти для уроків інформатики	8	
Модуль 2. Основи інженерних технологій		
Основний зміст: Робототехніка як основа STEM-освіти. Історія розвитку робототехніки. Робототехніка Lego Education. Розробка гейміфікованого завдання для введення у STEM-концепції на уроці інформатики. Конструювання та програмування базових робототехнічних систем з використанням навчального набору Lego Mindstorms	10	Мотиваційний, когнітивний
Самостійна робота: Розробка алгоритмів та програм для вирішення міні-проектів	16	
Модуль 3. Візуалізація та імерсивні технології у STEM-освіті		
Основний зміст: Концептуальні відмінності та застосування VR/AR технологій. Технологічні вимоги та інструментарій для розробки інтерактивного контенту. Методичні особливості	8	Мотиваційний, діяльнісний

інтеграції VR/AR у STEM-проекти. Приклади використання у викладанні інформатики. Створення базових інтерактивних сцен у віртуальній (CoSpaces Edu) або доповненій реальності (Merge Cube). Створення базових інтерактивних сцен у віртуальній або доповненій реальності. Розробка концепції міні-проектів з використанням VR/AR для візуалізації інформатичних концепцій		
<i>Самостійна робота:</i> Аналіз існуючих освітніх VR/AR додатків для STEM-дисциплін. Методична розробка інтерактивного уроку інформатики з використанням елементів VR/AR	10	
Модуль 4. STEM-технології в діяльності вчителя інформатики		
<i>Основний зміст:</i> STEM-проекти для вирішення реальних проблем. Інтеграція STEM-технологій у сучасну вищу освіту. Розробка критеріїв оцінювання STEM-проектів. Розробка інтерактивної STEM-лабораторії.	10	Мотиваційний, когнітивний, діяльнісний
<i>Самостійна робота:</i> Створення індивідуального плану професійного розвитку як вчителя інформатики в STEM-освіті	16	

Рекомендована тематика навчальних проєктів

1) «Мейкерство як засіб реалізації інноваційного STEM-підходу»

Мета: дослідити можливості мейкерства як практико-орієнтованого інструменту впровадження STEM-підходу в освітній процес.

2) «Візуалізація STEM-проектів за допомогою Google-сайту»

Мета: створити Google-сайт для публікації, структурування й представлення результатів STEM-проектів.

3) «Інтеграція STEM компонентів змішаного навчання засобами сучасних онлайн-платформ»

Мета: дослідити можливості онлайн-інструментів для поєднання очного та дистанційного навчання у STEM-контексті.

4) «STEM-освіта як бренд сучасної освітньої парадигми»

Мета: визначити роль STEM-освіти як стратегічного напрямку розвитку сучасної освітньої системи.

5) «Формування готовності вчителя й учня до впровадження STEM-освіти в навчальний процес»

Мета: розробити діагностичну анкету та дорожню карту підготовки до

STEM-навчання.

6) «Формування STEM-ідентичності школяра засобами позакласної та гурткової діяльності»

Мета: дослідити роль неформальної освіти у становленні STEM-ідентичності учнів.

7) «Розвиток алгоритмічного мислення засобами візуального програмування в STEM-освіті»

Мета: дослідити ефективність візуального програмування на розвиток алгоритмічного мислення.

8) «Хмарні сервіси для організації колективної STEM-діяльності учнів»

Мета: обґрунтувати ефективність використання хмарних технологій для забезпечення співпраці та командної роботи в рамках STEM-проектів.

9) «Виклики та адаптація в інтеграції»

Мета: проаналізувати та виявити типові труднощі STEM-впровадження та запропонувати адаптаційні рішення у вигляді чек-листа.

Для поглиблення змісту курсу можуть бути використані можливості *неформальної освіти*:

- *STEM-освіта сучасного закладу: від розробки - до втілення.* Курс допомагає усвідомити ключові виклики, що постають перед сучасною українською освітою, та засвоїти основи STEM-підходу як важливої складової інноваційного навчального середовища. Він сприяє формуванню у педагогів готовності до впровадження STEM-освіти, розвитку методичної компетентності та розуміння її ролі в побудові успішної кар'єри учнів у науці й технологіях. ITeacher. URL: <https://iteacher.com.ua/training/stemosvita-sucasnogo-zakladu-vid-rozrobki-4880?inpoint=iteacher.com.ua>.

- *Уроки інформатики в класах НУШ з елементами STEM-освіти.* Курс допомагає вчителям інформатики інтегрувати STEM-підходи в навчальний процес, використовувати сучасні освітні технології та впроваджувати проектну діяльність відповідно до концепції Нової української школи. Він сприяє підвищенню методичної майстерності та розвитку цифрової грамотності учнів

через практичні STEM-проекти. ITeacher. URL:
<https://pedrada.ippo.com.ua/training/uroki-informatiki-u-klasah-nus-5170?inpoint=iteacher.com.ua>.

▪ *Освітня робототехніка та інженерія в системі STEM-орієнтованого навчання: реалії сьогодення й перспективи розвитку.* Курс допомагає інтегрувати освітню робототехніку, програмування та інженерію в STEM-орієнтований навчальний процес, роблячи уроки інформатики більш наочними, захопливими та ефективними. Він сприяє розвитку алгоритмічного мислення, технічної творчості та формуванню практичних навичок конструювання та програмування серед учнів. Pifa. URL:
<https://pifa.com.ua/training/osvitna-robototekhnika-ta-inzeneria-v-6160?inpoint=pifa.com.ua>.

Зміст лекції та практичного заняття за курсом подано в додатку Е.

Висновки до розділу 2

У розділі було розроблено зміст готовності майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій на уроках інформатики, виокремлено її структурні компоненти (мотиваційний, когнітивний, діяльнісний), конкретизовано критерії оцінювання (мотиваційно-ціннісний, інформаційно-змістовий, діяльнісно-практичний), визначено показники їх сформованості, а також окреслено ознаки чотирьох рівнів готовності — низького, базового, достатнього та високого. Це забезпечило можливість об'єктивного оцінювання вихідного стану підготовленості майбутніх учителів інформатики до застосування STEM-технологій і стало підґрунтям для подальшого проектування методики її цілеспрямованого формування.

Результати дослідницького етапу дали змогу об'єктивно схарактеризувати вихідний стан готовності майбутніх учителів інформатики до впровадження STEM-технологій. Виявлена перевага низького та базового рівнів сформованості (майже 68%) підтвердила наявність істотних труднощів

і зумовила необхідність створення спеціальної методики, спрямованої на розвиток цього складного особистісно-професійного утворення.

Змістовим центром запропонованої методики визначено курс за вибором «STEM-освіта: інтеграція технологій у викладанні інформатики», розроблений як цілісний інструмент підвищення готовності майбутнього вчителя інформатики до професійної діяльності в умовах Нової української школи. Структура спецкурсу безпосередньо корелює з діагностованими прогалинами у компонентах досліджуваної готовності:

- теоретичний модуль забезпечує засвоєння концептуальних положень і нормативно-правових засад використання STEM-технологій на уроках інформатики;
- модуль інженерних технологій спрямований на формування навичок роботи з робототехнічними наборами, мікроконтролерами та розвитку алгоритмічного мислення;
- модуль VR/AR і візуалізацій забезпечує оволодіння інструментами створення імерсивних навчальних середовищ;
- завершальний модуль зосереджений на проєктуванні, оцінюванні та рефлексії STEM-проєктів, організації інтерактивної лабораторії, використанні BYOD- і хмароорієнтованих рішень у поєднанні з вимогами академічної доброчесності.

Спецкурс інтегрує анкетування, тестування та кейсові завдання, тому виконує не лише навчальну, а й формувально-оцінювальну функцію: дає змогу відстежувати індивідуальну динаміку студентів, своєчасно виявляти прогалини та реалізовувати педагогічну підтримку під час становлення готовності до застосування STEM-технологій на уроках інформатики.

Отримані результати дослідження та створений пакет методичних матеріалів можуть бути використані у практиці фахової підготовки майбутніх учителів інформатики, а також у програмах неформальної та післядипломної педагогічної освіти.

ВИСНОВКИ

Дослідження було спрямоване на теоретичне обґрунтування педагогічних умов, розроблення методики підготовки майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики. Отримані теоретичні та емпіричні результати вможливили такі часткові висновки.

1. З'ясовано сутність STEM-підходу, під яким у сучасній шкільній інформатиці розуміється інтегрована педагогічна система, що поєднує науку, технології, інженерію та математику в єдиному дослідницько-проектному процесі, зорієнтованому на створення практично значущого результату. Виявлено характеристики STEM-технологій, доцільних для використання на уроках інформатики, серед яких: робототехніка та мікроконтролери, цифрові лабораторії й датчики, 3D-моделювання та 3D-друк, системи симуляцій і візуалізації, хмарні платформи співпраці, BYOD-рішення, VR/AR-середовища. Обґрунтовано їх дидактичну цінність у підвищенні мотивації, розвитку алгоритмічного та інженерного мислення, формуванні дослідницьких і проектних умінь учнів.

2. Визначено зміст готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики та схарактеризовано її компоненти, критерії та показники. Готовність уточнено як інтегральне особистісно-професійне утворення, що ґрунтується на єдності мотиваційного, когнітивного й діяльнісного компонентів. Сформовано відповідну діагностичну модель, яка включає: мотиваційно-ціннісний критерій, інформаційно-змістовий критерій та діялісно-практичний критерій з системою показників, а також ознаки чотирьох рівнів сформованості (низький, базовий, достатній, високий), що дозволяє здійснювати валідну оцінку вихідного та підсумкового стану професійної підготовленості студентів.

Результати діагностики підтвердили переважання низького та базового рівнів сформованості готовності в майбутніх учителів інформатики до використання STEM-технологій. Зокрема, за мотиваційно-ціннісним критерієм низький і базовий рівні виявлено у 63,28% респондентів; за

інформаційно-змістовим критерієм – у 66,40%; за діяльнісно-практичним критерієм – у 74,22%. Узагальнені показники засвідчили домінування низького та базового рівня готовності у 68 % майбутніх учителів інформатики, що виявило потребу в цілеспрямованій методичній підтримці формування цього складного особистісно-професійного утворення.

3. Виявлено й обґрунтовано педагогічні умови підготовки майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики, а саме: формування рефлексивної позиції майбутніх учителів щодо використання STEM-технологій у професійній діяльності; інтеграція STEM-технологій у зміст фахової підготовки майбутніх учителів інформатики; організація практикоорієнтованого міждисциплінарного навчання у межах формальної та неформальної освіти; створення доступного матеріально-технічного середовища й забезпечення методичного супроводу STEM-освіти майбутніх учителів інформатики. Доведено, що цілеспрямоване створення цих умов забезпечує перехід від декларативного володіння інформацією щодо STEM до готовності проектувати й реалізовувати STEM-уроки інформатики на доказовій основі.

4. Розроблено методику підготовки майбутніх учителів інформатики, спрямовану на формування їхньої готовності до ефективного використання STEM-технологій у професійній діяльності. Методика втілена у змісті авторського курсу за вибором «STEM-освіта: інтеграція технологій у викладанні інформатики», який об'єднує теоретичний, технологічний, лабораторно-проектний та рефлексивно-оцінювальний модулі. До методики включено комплекс дидактичних матеріалів (анкети, тести, навчальні кейси, сценарії мікропроектів, завдання для мікрОВикладання), що забезпечує формувальне оцінювання та системне відстеження індивідуальної динаміки готовності студентів до застосування STEM-технологій у шкільній інформатиці.

Перспективи подальших досліджень убачаємо у розширенні емпіричної вибірки та перевірці ефективності розробленої методики в різних освітніх

контекстах – бакалаврській, магістерській та післядипломній підготовці вчителів інформатики. Доцільним є проведення тривалого формувального експерименту з відстеженням індивідуальної динаміки студентів, уточненням показників і меж рівнів готовності та верифікацією інструментарію оцінювання. Подальшого наукового опрацювання потребує інтеграція STEM-технологій із сучасними напрямками цифрової освіти – штучним інтелектом, VR/AR, метасередовищами, хмарними інженерними платформами – та аналіз впливу цих засобів на результативність навчання інформатики й професійне становлення майбутнього вчителя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Deterding S., Khaled R., Nacke L., Dixon D. Gamification: Toward a definition. *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings, Vancouver, BC, Canada, 7-12 May 2011*. 2011. P. 12-15.
2. Gee J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. New York: Palgrave Macmillan, 2003. 251 p.
3. Kapp K. M. The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2012. 352 p.
4. Kartashova L. A., Bakhmat N. V., Plish I. V. The teacher's digital competence development in the informational and educational environment of the general secondary education institution. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol. 68, No 6. P. 193–205.
5. McGonigal J. Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World. New York: Penguin Press, 2011. 384 p.
6. Morze N. V., Gladun M. A., Dziuba S. M. Formation of key and subject competences of students through robotic tools of STEM education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol. 65, no. 3. P. 37–52. doi: 10.33407/itlt.v65i3.2041.
7. Squire K.R. Video games and learning: teaching and participatory culture in the digital age. Cambridge, MA: The MIT Press, 2011. 248 p.
8. STEM/STEAM-освіта: від теорії до практики: методичний посібник / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко, І. М. Шевченко. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. 121 с.
9. Van Eck R. Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE Review*. 2006. Vol. 41, No. 2. P. 13–30. URL: <https://er.educause.edu/articles/2006/3/digital-gamebased-learning-its-not-just-the-digital-natives-who-are-restless>
10. Адаменко А. М. STEAM-освіта як шлях інтеграції навчальних

предметів. *Інноваційні практики наукової освіти*: тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 8–11 груд. 2021р.). Київ, 2021. С. 15–19.

11. Балик Н. Р. Барна О. В. STEM в освіті: проблеми і перспективи. *STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес*: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. (м. Тернопіль, 24 трав. 2017р.). Тернопіль, 2017. С. 3–8.

12. Балик Н. Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2017. № 2. С. 26–30.

13. Барна О., Балик Н., Шмигер Г. Підходи до підготовки майбутніх педагогів до впровадження STEM-освіти. *STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку: матеріали III Міжн. наук.-практ. конф.*, м. Київ, 9–10 лист. 2017 р. Київ, 2017. С. 18–22.

14. Биков В.Ю., Пінчук О.П., Соколюк О.М., Яцишин А.В. Роль Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України в цифровізації освіти і науки України (до 20-ї річниці заснування Інституту). *Цифрова трансформація освіти і науки: теорія і практика: збірник наукових праць* / за ред. В.Ю. Бикова, А.В. Яцишин. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2019. С. 5–29.

15. Гайда В. Ефективні методи реалізації STEM-навчання. *Педагогічні науки та освіта*. Запоріжжя, 2023. Вип. XLIV–XLV. С. 19–25.

16. Генсерук Г. Р., Громяк М. І. Співпраця в епоху цифрових технологій. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук в контексті вимог Нової української школи: збірник тез та доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Тернопіль, 18-19 травня 2023 р.) С. 204–206.

17. Гнєзділова В.І. Інноваційні технології у STEM-освіті: навч. посіб. Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, 2021. 76.

18. Гончарова Н.О. STEM-освіта: професійна компетентність вчителя. URL:

<https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/715070/1/Honcharova%20N.O.%20%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B6%D0%B6%D1%8F%202016.pdf>.

19. Гуржій А. М. та ін. Хмарні ресурси та сервіси для підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій: критерії добору, приклади використання. *Інформаційні технології в освіті*. 2019. Вип. 3. С. 7–28.

20. Завалевський Ю., Горбенко С., Лозова О. Психолого-педагогічні умови впровадження STEM-освіти. *Проблеми освіти*. 2022. Вип. 2(97). С. 61–77.

21. Ковальчук В. І., Воротникова І. П. Моделі використання елементів дистанційного навчання в школі. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Том 60, №4. С.58–76.

22. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>.

23. Коростіль Л.А. Самоосвіта особистості як соціальне та педагогічне явище. *Педагогічні науки*. Суми: Видавництво СумДПУ. 2009. №1. С. 138–145.

24. Коротун О.В., Вакалюк Т.А., Корнілова Т.Б. Критерії, показники та рівні сформованості професійно-практичної компетентності майбутніх учителів інформатики щодо використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних. *Інноваційна педагогіка*. 2020. Т. 2, № 20. С. 65–69.

25. Криворучко І.І. Критерії та показники сформованості дослідницької компетентності майбутніх учителів інформатики. *Актуальні питання у сучасній науці*. 2023. № 4(10). С. 326–337. doi: 10.52058/2786-6300-2023-4(10)-326-337

26. Куркай Н. Інноваційні форми та засоби STEM-освіти. *Педагогічні науки та освіта*. Запоріжжя, 2022. Вип. XL–XLI. С. 63–69.

27. Кух А. М., Кух О. М. Цифрова компетентність: на шляху до метакомпетентності. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія : Педагогічна*. 2019. Вип. 25. С. 30–33.

28. Кушнір Н. О., Валько Н. В., Осипова Н. В., Кузьмич Л. В. Відкриті освітні ресурси для організації навчання у контексті STEM-освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. Київ, 2017. Вип. 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeeetu_2017_3_41
29. Марченко І. Впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти: реалії і перспективи. *Педагогічний вісник Кіровоградського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти ім. В. Сухомлинського*. 2021. URL: https://znayshov.com/FR/15712/mv_58-431-443.pdf
30. Меморандум про створення Коаліції STEM-освіти. URL: http://csr-ukraine.org/wp-content/uploads/2016/01/STEM_memorandum_FINAL_%D0%9011.pdf.
31. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. URL: https://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/
32. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2022-2023 навчальному році /Горбенко С., Василяшко І., Лозова О. Київ: ДНУ ІМЗО. 2022. 11 с. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/navchalno-metodichniy-materiali-dlyavchiteliv/>
33. Моїсеєнко М. В. Дидактичні умови формування цифрової компетентності студентів педагогічних університетів у процесі вивчення інформатичних дисциплін: дис. канд. пед. наук; спец.: 13.00.09. Кривий Ріг, 2021. 305 с.
34. Морзе Н. STEM: проблеми і перспективи. URL: <https://www.slideshare.net/slideshow/stem-65590054/65590054#15>
35. Морзе Н. В., Струтинська О. В., Умрик М. А. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. *Відкрите освітнє електронне середовище сучасного університету*. 2018. № 5. С. 178–187.
36. Мостепан Н. Як оцінити STEM-потенціал уроку. *STEM-школа* –

2022: зб. матер. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2022. С. 77–82.

37. Наказ МОН від 13.04.2018 № 366 «Про реалізацію інноваційного освітнього проекту всеукраїнського рівня за темою «Я -дослідник» на 2018 - 2021 роки». URL: <https://imzo.gov.ua/2018/04/15/nakaz-mon-vid-13-04-2018-366-pro-realizatsiyu-innovatsijnoho-osvitnoho-proektu-vseukrajinskoho/>

38. Пікалова В. В. Реалізація STEAM-освіти в проєктній діяльності майбутнього вчителя математики. *Відкрите освітнє електронне середовище сучасного університету*. 2020. № 9. С. 95–103.

39. Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., Чернецький І.Г. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2017. С. 5–9.

40. Програми STEM – Інститут модернізації змісту освіти. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/programi-stem/>

41. Розвиток STEM-освіти в закладі освіти. URL: <https://vseosvita.ua/course/rozvytok-stem-osvity-v-zakladi-osvity-218.html>

42. Себало Л. Використання STEM-технологій у професійній підготовці майбутніх учителів початкової школи. *Освітній простір України*. 2018. Вип. 14. С. 12-18.

43. Сіпій В. STEM-орієнтоване освітнє середовище ЗЗСО. *Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін*: зб. матер. III міжнар. наук.-практ. конф., м. Кропивницький, 14-15 трав. 2020 р. Кропивницький, 2020. С. 186–188.

44. Сліпухіна І. А. Використання цифрового вимірювального комплексу в STEM орієнтованому освітньому середовищі. *Інформаційні технології в освіті й науці*. 2016. Вип. 8. С. 261–272.

45. Спірін О. М., Овчарук О. В. Цифрова компетентність // *Енциклопедія освіти / Нац. акад. пед. наук України*: 2-ге вид., допов. та перероб. Київ: Юрінком Інтер, 2021. С. 1095–1096.

46. Стрижак О. Ключові поняття STEM-освіти. *Педагогічні науки*. Київ, 2017. № 10. С. 88–103.

47. Тарасюк М. С. Глобальний вимір STEM-освіти: досвід і проблеми на шляху до вдосконалення навчання в природничо-математичних дисциплінах. *STEM-освіта: теорія та практика*: зб. наук.-метод. матеріалів / за заг. ред. Ю. І. Завалевського. Київ, 2024. С. 7–29.

48. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації / Н.І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпухіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. – 80 с.

49. Ханзель Ж. І., Свінних Г. Г. STEM – освіта в новій українській школі: готовність вчителя. *STEAM-освіта: від теорії до практики*: матеріали конф. (м. Київ, 12-14 червня 2024 року), Київ, 2024. С. 126–132.

50. Швардак М. В. STEM-освіта засобами цифрових технологій. *Науковий часопис національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Київ, 2013. Вип.92. С. 160–164.

ДОДАТКИ

Додаток А

Опитувальник для визначення рівня готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики за мотиваційно-ціннісним критерієм

Шановні студенти!

Пропонуємо Вам узяти участь в анкетуванні, спрямованому на вивчення мотиваційного ставлення до використання STEM-технологій у майбутній професійній діяльності вчителя інформатики. Опитування є анонімним, не передбачає оцінювання та не впливає на результати навчання.

Метою анкетування є отримання узагальнених даних щодо Ваших професійних інтересів, ціннісних орієнтацій, рівня зацікавленості STEM-підходом та внутрішньої готовності впроваджувати STEM-технології у навчальний процес. У анкеті немає «правильних» або «неправильних» відповідей – важливо лише відобразити власну думку.

Просимо уважно прочитати кожне твердження й позначити ступінь Вашої згоди, обравши один із запропонованих варіантів відповіді.

Дякуємо за співпрацю та Ваш внесок у наукове дослідження!

№		зовсім не згоден	радіше не згоден	радіше згоден	повністю згоден
1	STEM-освіта є важливою складовою сучасного уроку інформатики				
2	Впровадження STEM-технологій позитивно впливає на навчальні досягнення учнів				
3	Я вважаю STEM-підхід необхідним для розвитку мислення та креативності школярів				
4	Мені цікаво впроваджувати STEM-технології у викладанні інформатики				
5	Я відчуваю внутрішню потребу вдосконалюватися у сфері STEM-освіти				
6	Я готовий / готова витратити додатковий час на підготовку STEM-матеріалів для уроків				
7	Вважаю участь у тренінгах, хакатонах, курсах і воркшопах корисною для професійного розвитку в STEM-галузі				
8	Вважаю, що STEM-компетентність підвищує конкурентоспроможність майбутнього вчителя				

9	Я пов'язую власну професійну самореалізацію з можливістю впровадження STEM-освіти				
10	Я усвідомлюю соціальну значущість STEM-підходу для розвитку України				
11	Я відчуваю впевненість у можливості впроваджувати STEM-технології у своїй майбутній педагогічній діяльності				
12	Прагну створювати інноваційні уроки інформатики із застосуванням STEM-технологій				
13	Вважаю, що робота з учнями над STEM-проєктами приносить задоволення та професійне натхнення				
14	Я прагну навчати учнів умінням досліджувати, створювати прототипи й тестувати рішення				
15	Я готовий / готова долати труднощі та навчатися новому заради ефективного впровадження STEM-технологій				

Обробка результатів

1 — зовсім не згоден / не згодна

2 — радше не згоден / не згодна

3 — радше згоден / згодна

4 — повністю згоден / згодна

Оцінні зони

Низький	Базовий	Достатній	Високий
15–28	29–39	40–50	51–60

**Діагностична контрольна робота на визначення рівня
сформованості готовності майбутніх учителів інформатики до
використання STEM-технологій**

Пошук і фільтрування інформації

1. Який запит найкраще знайде методичні розробки уроків з micro:bit лише на освітніх доменах?
 - A) micro:bit уроки
 - B) micro:bit інформатика site:edu
 - C) "micro:bit" pdf
 - D) micro:bit -site:edu
2. Вам потрібні офіційні інструкції Arduino українською або англійською. Ефективний підхід:
 - A.arduino інструкції filetype:doc
 - B.site:arduino.cc "getting started" OR "tutorials"
 - C.arduino?
 - D.arduino inurl:blog
3. Щоб знайти презентації з теми «STEM-урок інформатики», доцільно використати:
 - A.filetype:ppt OR filetype:pptx
 - B.intitle:STEM-урок
 - C.inurl:slides
 - D.cache:stem
4. Для пошуку відкритих наборів даних «метеодані Україна» у форматі CSV:
 - A."метеодані Україна" pdf
 - B."метеодані Україна" filetype:csv
 - C."метеодані" site:wikipedia.org
 - D.define:метеодані
5. Як відсіяти рекламні огляди при пошуку «VR освіта» і залишити лише університетські джерела?
 - A) "VR освіта" -університет
 - B)"VR освіта" site:edu OR site:ac.uk
 - C)VR освіта intitle:блог
 - D) VR освіта link:facebook

Оцінювання надійності та академічної якості

6. Найкращий перший крок, якщо у статті про STEM-проекти зустрічаються голослівні твердження:

A) Скопіювати «як є»

B) Перевірити джерела/посилання автора та перехресно звірити у схожих публікаціях

C) Замінити власними формулюваннями

D) Оцінити за кількістю лайків

7. Який маркер підвищує довіру до джерела?

A) Анонімний автор

B) Наявність DOI/індексації в базах наукових журналів

C) Багато ілюстрацій

D) Довгі списки тегів

8. Ви знайшли PDF-«методичку» без вказаних авторів і дати. Що зробити спершу?

A) Взяти без перевірок

B) Перевірити метадані файлу й спробувати знайти оригінал на офіційному сайті

C) Запитати у соцмережах

D) Перекласти в DOC

9. Для перевірки доброчесності і можливості повторення експерименту важливо:

A) Наявність вихідного коду/даних або посилань на репозиторії

B) Кількість сторінок

C) Наявність барвистих схем

D) Використання жаргону

Етичне використання, ліцензування, посилання

10. Який варіант коректний для включення зображення в дидактичні матеріали?

A) Будь-яке з мережі

B) Зображення з ліцензією CC BY з вказанням автора та джерела

C) Скриншот з платного курсу

D) Фото з приватного профілю

11. Ви берете код з GitHub для шкільного проєкту. Потрібно:

A) Ігнорувати ліцензію

B) Перевірити LICENSE і дотримати умов (напр. MIT – збереження копірайту)

C) Видалити авторські коментарі

D) Змінити назву репозиторію

12. Для швидкого пошуку наукових статей за темою «інженерний цикл в освіті» найдоцільніше:

A) Google Images

B) Google Scholar (scholar.google.com)

C) Wikipedia talk

D) YouTube Shorts

Педагогічні ресурси й бази знань для STEM

13. Де найбільш вірогідно знайти валідовані плани STEM-уроків?

A) Персональні блоги без рецензії

B) Платформи освітніх відомств/університетів, відкриті репозитарії

C) TikTok

D) Рекламні сайти

14. Який оператор допоможе знайти Arduino-проекти саме в офіційній документації/форумі?

A) site:arduino.cc

B) link:arduino.cc

C) intitle:arduino

D) around(3) arduino

15. Для пошуку навчальних сцен у CoSpaces Edu найефективніше:

A) "CoSpaces random"

B) site:cospaces.io "education"

C) inurl:template

D) cache:cospaces

Цифрова гігієна, безпека та приватність

16. Яка дія найкраще захистить обліковки під час роботи з хмарними сервісами на уроці?

A) Однакова проста парольна фраза

B) Двофакторна автентифікація і менеджер паролів

C) Запис на стікері

D) Передача пароля колезі

17. Публікуючи учнівські проекти з фото/відео, слід насамперед:

A) Завантажити одразу

B) Уточнити інформовану згоду/політику приватності закладу

C) Зменшити якість

D) Вимкнути коментарі

Робота з даними та відтворюваність

18. Для пошуку набору даних «успішність учнів інформатики» з

можливістю повторного аналізу:

- A) Шукати «таблиця оцінок»
- B) Відкриті портали даних/опен-датасети + зазначені ліцензії
- C) Будь-які таблиці з форумів
- D) Фото таблиць

19. Найкраща практика для спільної роботи над навчальним кодом:

- A) Передавати файли через месенджер
- B) Використовувати VCS (Git) з репозиторієм і пул-реквестами
- C) Архіви v1, v2, final_final.zip
- D) Копіювати в Google Docs

20. Для швидкої перевірки змісту статті доцільно:

- A) Прочитати лише висновки
- B) Переглянути анотацію, ключові слова, методи й джерела, потім

основний текст

- C) Тільки графіки
- D) Тільки список літератури

Ключ до тесту

№	Правильна відповідь	№	Правильна відповідь
1	B	11	B
2	B	12	B
3	A	13	B
4	B	14	A
5	B	15	B
6	B	16	B
7	B	17	B
8	B	18	B
9	A	19	B
10	B	20	B

Оцінні зони

Низький	Базовий	Достатній	Високий
1–10	11–14	15–16	17–20

Додаток В

Практично-проєктні кейси на визначення рівня готовності майбутніх учителів до використання STEM-технологій на уроках інформатики за діяльнісно-практичним критерієм

Кейс 1. Даталогер micro:bit: «Температура й освітленість у класі» (5 балів)

Завдання: зібрати простий даталогер на BBC micro:bit (або емулятор), запрограмувати фіксацію температури та рівня освітленості кожні 10 секунд упродовж 5 хвилин, експортувати дані у CSV та побудувати графіки у Google Sheets/Excel.

Оцінювання:

1. працездатність програми (2 бали),
2. коректність експорту й графіків (2 бали),
3. короткий висновок із інтерпретацією (1 бал).

Кейс 2. Візуальне моделювання в Scratch/Tinkercad: «Регульоване перехрестя» (5 балів)

Завдання: спроектувати у Tinkercad Circuits макет з двома світлофорами та кнопкою для пішоходів; змоделювати логіку в Scratch (або Arduino-код у Tinkercad) з адекватними затримками, аварійним режимом та змінною «інтенсивність руху».

Оцінювання:

1. схема/логіка та базова коректність (2 бали),
2. реалізація аварійного режиму й параметрів (2 бали),
3. пояснення сценаріїв уроку (1 бал).

Кейс 3. Імерсивна візуалізація: «Сцена в CoSpaces Edu/AR Merge Cube» (5 балів)

Завдання: створити коротку імерсивну сцену, яка демонструє алгоритм сортування (наприклад, «бульбашкове»). Забезпечити крокову анімацію, підписи елементів і можливість повтору.

Оцінювання:

1. коректне відтворення алгоритму (2 бали),
2. доступність і навігація сцени (2 бали),
3. методичний коментар «як це пояснити учням» (1 бал).

Кейс 4. Аналіз даних про навчальний прогрес: «Хто виграв від гейміфікації?» (5 балів)

Завдання: отримати з Google Forms результати міні-опитування/тесту двох паралельних груп, порівняти середні бали, побудувати стовпчикову

діаграму, коротко інтерпретувати різницю (ефект гейміфікації).

Оцінювання:

1. чистота даних та обчислення (2 бали),
2. коректна візуалізація (2 бали),
3. обґрунтований висновок з обмеженнями (1 бал).

Оцінні зони

Низький	Базовий	Достатній	Високий
0-5	6-10	11-15	16-20

Додаток Д

Шановні респонденти!

Просимо Вас узяти участь в анкетуванні, спрямованому на вивчення ставлення студентів до використання STEM-технологій у майбутній професійній діяльності вчителя інформатики. Опитування є анонімним і має виключно наукову мету – отримання узагальненої інформації щодо мотивації, професійних очікувань та ціннісних орієнтацій, пов'язаних із STEM-освітніми практиками.

У анкеті немає «правильних» чи «неправильних» відповідей. Будь ласка, обирайте той варіант, який найбільш точно відображає Вашу власну думку й особисте ставлення. Отримані результати будуть використані лише у зведеному вигляді для наукового аналізу.

Дякуємо за участь і Ваш внесок у дослідження!

1. Як ви оцінюєте свій рівень обізнаності STEM-освіти?
 - ☐ Низький
 - ☐ Середній
 - ☐ Високий
2. Чи ознайомлені ви з принципами STEM-підходу в навчанні?
 - ☐ Так
 - ☐ Частково
 - ☐ Ні
3. Як ви оцінюєте свою готовність до впровадження STEM-технологій у викладанні інформатики?
 - ☐ Низька
 - ☐ Середня
 - ☐ Висока
4. Які STEM-інструменти ви використовуєте найчастіше на уроках інформатики?

☐ Scratch	☐ micro:bit
☐ Blockly	☐ TinkerCAD
☐ Arduino	☐ Lego Mindstorms
5. Як часто ви застосовуєте цифрові платформи у навчальному процесі?

☐ Щодня	☐ Рідко
☐ Кілька разів на тиждень	☐ Ніколи
6. Які платформи для STEM-навчання вам найбільш знайомі або зручні?

☐ Moodle	☐ Miro
☐ Google Workspace	☐ Padlet
☐ Microsoft Teams	☐ Trello
7. Які труднощі виникають під час використання STEM-технологій у навчанні?
 - ☐ Відсутність обладнання
 - ☐ Недостатність знань / навичок
 - ☐ Обмеження навчальних програм

- Складність організації проєктної роботи
- 8. Які форми STEM-діяльності ви вважаєте найбільш ефективними?
 - Уроки інформатики
 - Факультативи / гуртки
 - STEM-тижні / конкурси
 - Індивідуальні / групові проєкти
- 9. Як ви оцінюєте свій рівень компетентності у розв'язанні проблем із використанням цифрових технологій?
 - Низький
 - Середній
 - Високий
- 10. Чи маєте ви досвід роботи з навчальними наборами робототехніки (Lego Education, Arduino, Micro:bit)?
 - Так
 - Ні
- 11. Які технологічні інструменти ви вважаєте найбільш перспективними для впровадження у STEM-освіту з інформатики?
 - Віртуальна / доповнена реальність (VR / AR)
 - 3D-друк та моделювання
 - Штучний інтелект та машинне навчання
 - Інтернет речей
- 12. Які компетентності ви вважаєте ключовими для викладача STEM-напряму?
 - Цифрова грамотність
 - Творчість
 - Критичне мислення
 - Управління проєктами
 - Навички програмування
 - Навички міждисциплінарної інтеграції
- 13. Яких ресурсів вам найбільше не вистачає для ефективного використання STEM-технологій?
 - Освітніх матеріалів
 - Методичних рекомендацій
 - Обладнання
 - Часу на підготовку
- 14. Які з перелічених компонентів STEM-компетентності ви вважаєте найважливішими для майбутнього педагога?
 - Алгоритмічне мислення
 - Цифрова грамотність
 - Інженерне мислення
 - Комунікативні навички
 - Креативність
 - Інноваційність
 - Дослідницькі навички
- 15. Які з наведених цифрових інструментів ви використовували для реалізації STEM- або дослідницьких проєктів?
 - Google Workspace (Docs, Sheets, Forms)
 - Хмарні платформи (Microsoft 365, Moodle, Zoom)

- Онлайн-середовища моделювання (TinkerCAD, GeoGebra, CoSpaces)
- Інтерактивні панелі / дошки

16. Які перешкоди ви вбачаєте у розвитку дослідницької компетентності студентів?

- Недостатній рівень мотивації
- Брак методичних рекомендацій
- Відсутність дослідницького досвіду
- Низький рівень володіння цифровими технологіями
- Обмеження навчальних програм

Зміст занять до курсу «STEM-освіта інтеграція технологій у викладанні інформатики»

Методична розробка практичного заняття Тема: Розробка інтерактивної STEM-лабораторії

Мета заняття: формувати вміння й навички створення та організації роботи сучасної STEM-лабораторії.

Матеріально-технічне забезпечення:

- Комп'ютерна техніка з відповідним програмним забезпеченням.
- Набори електронних компонентів для прототипування.
- Вимірювальні прилади та датчики.
- 3D-принтер для створення фізичних моделей.
- Обладнання віртуальної та доповненої реальності.

Структура практичного заняття

1. Аналітичний етап (20 хвилин) передбачає дослідження існуючих рішень та формування концептуального бачення майбутньої лабораторії.
2. Проєктний етап (25 хвилин) зосереджується на розробці технічного завдання та планування роботи лабораторії.
3. Практичний етап (20 хвилин) включає створення прототипу окремих елементів лабораторії.
4. Презентаційний етап (15 хвилин) передбачає демонстрацію результатів та їх обговорення.

Методичні рекомендації щодо організації роботи

Практичне заняття реалізується через групову форму роботи, де студенти об'єднуються в команди по 4-5 осіб. Кожен учасник команди отримує певну роль (координатор проєкту, технічний експерт, методист та дизайнер) відповідно до своїх компетенцій та інтересів. Координатор проєкту забезпечує загальну організацію роботи та комунікацію між членами команди. Технічний експерт відповідає за вибір та налаштування програмно-апаратного забезпечення. Методист розробляє навчальні матеріали та сценарії використання обладнання. Дизайнер працює над візуальним оформленням та ергономікою простору.

Оцінювання результатів практичного заняття

- Якість технічної реалізації проєкту – 40%.
- Рівень підготовленої документації – 20%,
- Деталізація критеріїв програмної розробки,
- Презентаційні навички команди, ефективність командної роботи – 40%.

Викладач надає розгорнутий зворотний зв'язок кожній команді, відзначаючи сильні сторони проєкту та напрямки для вдосконалення.

Система оцінювання

Оцінювання роботи здійснюється за такою схемою

Критерій	Максимальний бал	Опис
Якість виконання завдань	30 балів	Оцінюється відповідність виконаного завдання вимогам і технічним стандартам.
Рівень інноваційності	20 балів	Враховується ступінь новаторства і креативності у виконаному проєкті.
Командна співпраця	20 балів	Аналізується ефективність взаємодії учасників команди.
Презентація результатів	20 балів	Оцінюється структура, чіткість і візуальна привабливість презентації.
Рефлексія та аналіз	10 балів	Враховується здатність студентів до аналізу своєї роботи та отриманого досвіду.
Загальний бал	100 балів	

Очікувані результати навчання

Після завершення практичного заняття студенти демонструють здатність проєктувати інноваційні освітні середовища, працювати з сучасним технічним обладнанням, створювати навчальні матеріали та ефективно працювати в команді. Набуті практичні навички створюють основу для подальшого професійного розвитку в галузі STEM-освіти. Методичне забезпечення практичного заняття включає детальні інструкції з виконання завдань, шаблони необхідної документації, приклади успішних проєктів та технічну документацію для роботи з обладнанням. Додаткові матеріали надаються студентам в електронному форматі через систему управління навчанням. Практичне заняття в контексті STEM-освіти потребує ретельного планування і реалізації, аби забезпечити максимальну ефективність навчального процесу. У цьому тексті викладено детальні інструкції щодо виконання завдань, орієнтованих на проєктування інноваційних освітніх середовищ, роботу з сучасним технічним обладнанням, створення навчальних матеріалів та розвиток командної співпраці. Кожний етап виконання завдання супроводжується поясненнями, прикладами і рекомендаціями.

Перший етап – ознайомлення з темою і цілями заняття. Перед початком роботи необхідно провести вступний інструктаж, у якому викладач пояснює основні концепти STEM-освіти, очікувані результати заняття та етапи виконання завдання. Рекомендується використати мультимедійні матеріали, такі як презентації, відеоролики чи інтерактивні модулі, для кращого сприйняття інформації студентами. Учасники заняття мають поставити запитання для

уточнення завдань і отримати попередній зворотний зв'язок від викладача.

Другий етап – формування команд. Студентів поділяють на невеликі групи (3-5 осіб) для виконання спільних завдань. Викладач звертає увагу на збалансованість команд за рівнем знань і навичок. Кожна команда має обрати керівника, відповідального за координацію роботи, і розподілити ролі: наприклад, один студент відповідає за технічну документацію, інший за практичне виконання, а третій за презентацію результатів.

Третій етап – вивчення технічного обладнання. Для успішної роботи з обладнанням студентам необхідно ознайомитися з його функціями та принципами роботи. Викладач надає інструкції у вигляді друкованих і електронних посібників, а також проводить демонстрацію базових операцій. Наприклад, якщо заняття передбачає роботу з 3D-принтером, студенти мають дізнатися, як підготувати модель для друку, налаштувати параметри пристрою та забезпечити його безпечну експлуатацію. Кожний студент повинен виконати тестові завдання для закріплення отриманих знань.

Четвертий етап – планування проекту. Кожна команда розробляє план виконання свого завдання, включаючи визначення цілей, вибір методів роботи, розподіл ресурсів і часові рамки. Викладач перевіряє плани і надає рекомендації для їх оптимізації. Наприклад, якщо завдання стосується створення інтерактивного навчального середовища, студенти мають розробити сценарій використання такого середовища у реальних навчальних умовах.

П'ятий етап – реалізація проекту. Команди починають працювати над своїми проектами згідно з розробленими планами. Студенти виконують практичні завдання, створюють прототипи, працюють із технічним обладнанням та використовують програмне забезпечення. Наприклад, якщо завдання передбачає розробку навчальної гри, студенти спочатку створюють дизайн гри, потім програмують її функціонал і тестують роботу. Викладач здійснює контроль виконання завдань, консультує студентів і надає додаткові матеріали у разі потреби.

Шостий етап – оформлення результатів роботи. Завершивши проект, студенти готують документацію, що включає опис виконаних завдань, технічні характеристики створених продуктів, результати тестування та рекомендації щодо їхнього впровадження. Кожна команда повинна підготувати звіт, презентацію та візуальні матеріали для демонстрації результатів своєї роботи.

Сьомий етап – презентація проектів. Кожна команда презентує свої результати перед іншими студентами та викладачем. Презентація має бути структурованою і чіткою, включати мультимедійні матеріали, демонстрацію створених продуктів та відповіді на запитання аудиторії. Викладач оцінює

результати за критеріями інноваційності, практичності та командної роботи.

Восьмий етап – рефлексія та аналіз. Після завершення презентацій студенти аналізують свої досягнення та труднощі, з якими вони зіткнулися під час виконання завдань. Викладач організовує дискусію, під час якої кожна команда отримує зворотний зв'язок від інших студентів і викладача.

Дев'ятий етап – оцінювання. Викладач підбиває підсумки заняття, виставляє оцінки за результатами виконаних проектів і участі в обговореннях. Критерії оцінювання можуть включати якість виконання завдань, рівень технічної підготовки, інноваційність і здатність працювати в команді. Результати оцінювання повідомляються студентам індивідуально.

Десятий етап – надання рекомендацій для подальшої роботи. Викладач надає студентам рекомендації щодо покращення їхніх навичок, використання отриманих знань у подальшій професійній діяльності та можливостей для самостійного навчання. Наприклад, студенти можуть отримати перелік літератури, ресурсів для онлайн-навчання або запрошення до участі у тематичних заходах чи конкурсах. Дотримуючись цих інструкцій, студенти отримують можливість не лише засвоїти теоретичний матеріал, а й закріпити його практичним досвідом, що є основою для подальшого професійного розвитку в галузі STEM-освіти.

Методична розробка лекції

Тема: Інтеграція STEM-технологій у сучасну вищу освіту

Мета: засвоїти принципи впровадження STEM-технологій в освітній процес закладів вищої освіти, виявити закономірності застосування міждисциплінарного підходу у навчанні.

План лекції:

1. STEM-освіта як інноваційний напрям розвитку сучасної вищої освіти.

STEM-освіта становить інноваційний освітній напрям, котрий поєднує природничі науки, технології, інженерію та математику в єдину систему навчання. Методологічні засади STEM-освіти ґрунтуються на інтеграційному підході до організації освітнього процесу, який передбачає поєднання практичних та теоретичних компонентів навчання. Впровадження означеного підходу в закладах вищої освіти створює підґрунтя для формування професійних компетентностей майбутніх фахівців через реалізацію міждисциплінарних зв'язків та практико-орієнтованого навчання.

Сучасна система вищої освіти потребує кардинального оновлення відповідно до викликів часу та вимог ринку праці. Стрімкий розвиток технологій,

діджиталізація економіки, впровадження інновацій у всі сфери життєдіяльності суспільства зумовлюють необхідність підготовки фахівців нової генерації. STEM-освіта виступає каталізатором модернізації традиційної системи підготовки здобувачів вищої освіти, забезпечуючи формування критичного мислення, навичок проєктної діяльності, здатності до командної роботи та креативного вирішення професійних завдань.

Міждисциплінарна інтеграція в контексті STEM-освіти набуває особливого значення через створення єдиного освітнього простору, де природничі науки, технології, інженерія та математика не існують відокремлено, а утворюють цілісну систему знань. Студенти опановують навчальний матеріал через призму практичного застосування, розуміючи взаємозв'язок між різними галузями знань та їх роль у вирішенні реальних професійних завдань.

Трансформація освітнього процесу відповідно до принципів STEM-освіти передбачає запровадження інноваційних педагогічних технологій, зокрема проєктного навчання, проблемно-орієнтованого підходу, дослідницької діяльності. Студенти залучаються до виконання комплексних завдань, які вимагають застосування знань з різних дисциплін, розвивають аналітичні здібності та формують навички прийняття рішень.

Інтеграція цифрових технологій у навчальний процес розширює можливості STEM-освіти через використання віртуальних лабораторій, симуляторів, програмного забезпечення для моделювання та проєктування. Технологічна складова STEM-освіти дозволяє створювати інноваційні освітні продукти, розробляти та впроваджувати нові методики навчання, забезпечувати індивідуалізацію освітнього процесу.

2. Компоненти STEM-освіти та їх взаємозв'язок.

Природничі науки в структурі STEM-освіти представляють фундаментальну основу для розвитку наукового світогляду та формування дослідницьких компетентностей майбутніх фахівців. Фізика як базова природнича наука розкриває фундаментальні закони всесвіту, забезпечуючи розуміння природних явищ та процесів на мікро- та макрорівнях. Квантова механіка, оптика, електромагнетизм та інші розділи фізики створюють теоретичне підґрунтя для розвитку сучасних технологій, включаючи напівпровідникові пристрої, лазерні системи, телекомунікаційне обладнання.

Хімічна складова STEM-освіти охоплює широкий спектр знань про речовини, їх властивості та перетворення. Органічна та неорганічна хімія, фізична хімія, біохімія формують розуміння матеріального світу на молекулярному рівні. Знання хімічних процесів має визначальне значення для розробки нових матеріалів, створення екологічно чистих технологій, розвитку

фармацевтичної галузі та біотехнологій.

Біологічні науки в контексті STEM-підходу розкривають закономірності існування живих систем, механізми спадковості, принципи еволюції та функціонування екосистем. Молекулярна біологія, генетика, екологія забезпечують розуміння біологічних процесів на різних рівнях організації живої матерії. Практичне застосування біологічних знань реалізується в медицині, сільському господарстві, природоохоронній діяльності.

Науки про Землю інтегрують геологію, метеорологію, океанологію, кліматологію, формуючи системне розуміння планетарних процесів. Вивчення структури Землі, атмосферних явищ, океанічних течій, кліматичних змін набуває особливого значення в контексті глобальних екологічних викликів та необхідності сталого розвитку суспільства.

Технологічна компонента STEM-освіти реалізується через впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес. Програмування як ключовий елемент технологічної підготовки розвиває алгоритмічне мислення, навички розробки програмного забезпечення, здатність створювати інноваційні технологічні рішення. Мови програмування високого рівня, технології штучного інтелекту, машинного навчання відкривають нові можливості для автоматизації процесів та створення інтелектуальних систем.

Робототехніка поєднує механіку, електроніку, програмування, забезпечуючи практичне застосування теоретичних знань у створенні автоматизованих систем. Проектування роботизованих комплексів, розробка систем керування, програмування мікроконтролерів формують практичні навички інженерного проектування та технічної творчості.

Інженерна складова STEM-освіти зосереджується на розвитку конструкторських здібностей, навичок технічного проектування, здатності створювати інноваційні технічні рішення. Комп'ютерне моделювання, 3D-проектування, прототипування дозволяють візуалізувати інженерні рішення та створювати функціональні моделі технічних об'єктів. Інженерне мислення розвивається через практичну діяльність, включаючи розробку технічної документації, проведення розрахунків, оптимізацію конструкторських рішень.

Математична підготовка забезпечує формування аналітичного мислення, навичок математичного моделювання, здатності розв'язувати комплексні задачі. Вища математика, включаючи математичний аналіз, лінійну алгебру, теорію ймовірностей, математичну статистику, створює інструментарій для кількісного аналізу природних явищ та технічних процесів. Математичні методи оптимізації, чисельні методи, дискретна математика знаходять широке застосування в інженерних розрахунках та комп'ютерному моделюванні.

Синергетичний ефект від поєднання різних дисциплін STEM проявляється у формуванні системного мислення, здатності бачити взаємозв'язки між різними галузями знань, розуміння єдності природничо-наукової картини світу. Міждисциплінарні проєкти дозволяють студентам застосовувати знання з різних предметних областей для вирішення практичних завдань. Наприклад, розробка автоматизованої системи моніторингу екологічного стану довкілля вимагає знань з екології, хімії, фізики, програмування, електроніки.

3. Методи та форми організації STEM-навчання.

Проектне навчання формує фундаментальну методологічну основу STEM-підходу, створюючи унікальне освітнє середовище, спрямоване на розвиток практичних компетентностей та професійних навичок майбутніх фахівців. Студенти занурюються у вирішення реальних професійних завдань, які відображають актуальні проблеми галузі та потребують комплексного застосування знань з різних дисциплін. Методологія проєктного навчання передбачає поетапне виконання завдань, починаючи від формулювання проблеми та генерування ідей до практичної реалізації та презентації результатів.

Розробка проєктних завдань базується на принципах актуальності, практичної значущості, міждисциплінарності та інноваційності. Викладачі створюють навчальні ситуації, максимально наближені до реальних професійних умов, стимулюючи студентів до пошуку нестандартних рішень та застосування творчого підходу. Наприклад, студенти інженерних спеціальностей можуть працювати над створенням енергоефективних систем для розумного будинку, поєднуючи знання з фізики, електроніки, програмування та екології.

Дослідницька частина проєктного навчання реалізується через систему експериментальних досліджень, які дозволяють студентам перевіряти теоретичні гіпотези та формувати власні наукові концепції. Лабораторні практикуми обладнані сучасними вимірювальними приладами, аналітичними системами, програмно-апаратними комплексами для проведення різноманітних експериментів. Процес збору та аналізу експериментальних даних супроводжується використанням спеціалізованого програмного забезпечення для статистичної обробки результатів та візуалізації даних.

Практична підготовка студентів включає роботу з широким спектром технологічного обладнання, починаючи від базових вимірювальних приладів до складних робототехнічних комплексів та систем автоматизованого проєктування. Навчальні лабораторії оснащуються 3D-принтерами, станками з числовим програмним керуванням, комплектами робототехніки, що дозволяє студентам реалізовувати власні інженерні проєкти та набувати практичних навичок роботи

з сучасним обладнанням.

Групова динаміка проєктного навчання створює умови для розвитку соціальних компетентностей та навичок командної роботи. Студенти вчаться розподіляти ролі та обов'язки, планувати спільну діяльність, вирішувати конфліктні ситуації, приймати колективні рішення. Процес групової роботи супроводжується постійною комунікацією, обміном досвідом та взаємним навчанням. Лідерські якості формуються природним шляхом через необхідність координації дій команди та відповідальність за результати спільної роботи.

Індивідуальна траєкторія навчання реалізується через систему персоналізованих завдань, які враховують рівень підготовки, інтереси та професійні орієнтації кожного студента. Самостійна робота над проєктами розвиває навички планування, самоорганізації, критичного мислення та прийняття рішень. Студенти вчаться брати відповідальність за власне навчання, визначати пріоритети та ефективно управляти часом.

Змішаний формат навчання забезпечує гнучкість освітнього процесу та розширює можливості для самостійної роботи студентів. Онлайн-платформи надають доступ до навчальних матеріалів, відеолекцій, віртуальних лабораторій та симуляторів. Традиційні аудиторні заняття фокусуються на практичній роботі, обговоренні проєктів, презентації результатів та груповій взаємодії. Поєднання різних форматів навчання дозволяє максимально ефективно використовувати навчальний час та забезпечувати індивідуальний підхід до кожного студента.

4. Інноваційні технології в STEM-освіті.

Віртуальна та доповнена реальність відкривають принципово нові можливості для створення інтерактивного навчального середовища, занурюючи студентів у тривимірний простір навчальних симуляцій та візуалізацій. Технології VR дозволяють моделювати складні виробничі процеси, проводити віртуальні експерименти, відпрацьовувати практичні навички в безпечному середовищі. Наприклад, майбутні інженери можуть досліджувати роботу складних механізмів, розбираючи та збираючи віртуальні моделі обладнання, спостерігаючи за процесами, недоступними для безпосереднього спостереження в реальності.

Доповнена реальність збагачує фізичне навчальне середовище інтерактивними цифровими елементами, накладаючи віртуальні об'єкти на реальний світ через спеціальні пристрої або мобільні додатки. Студенти отримують можливість взаємодіяти з тривимірними моделями молекул під час вивчення хімії, спостерігати за фізичними процесами в режимі реального часу, візуалізувати математичні функції та геометричні об'єкти у просторі. AR-технології особливо ефективні для розвитку просторового мислення та розуміння

абстрактних концепцій.

Системи штучного інтелекту трансформують підхід до організації індивідуального навчання, аналізуючи великі масиви даних про успішність, стиль навчання та темп засвоєння матеріалу кожного студента. Адаптивні навчальні платформи, побудовані на основі алгоритмів машинного навчання, автоматично коригують складність завдань, підбирають оптимальні методи подання матеріалу, генерують персоналізовані рекомендації щодо покращення результатів навчання. Інтелектуальні тьютори супроводжують студентів протягом всього навчального процесу, надаючи миттєвий зворотний зв'язок та підтримку.

Інтернет речі створюють інфраструктуру розумних навчальних просторів, де різноманітні датчики та пристрої об'єднуються в єдину мережу для збору даних та автоматизації процесів. Smart-лабораторії оснащуються системами моніторингу параметрів середовища, автоматизованими станціями для проведення експериментів, програмованими роботами для виконання рутинних операцій. Мережа взаємопов'язаних пристроїв забезпечує збір та аналіз даних в реальному часі, дозволяючи оптимізувати використання ресурсів та підвищувати ефективність навчального процесу. Робототехнічні комплекси стають невід'ємною частиною інженерної освіти, надаючи студентам платформу для практичного застосування знань з механіки, електроніки та програмування. Навчальні роботи-конструктори дозволяють експериментувати з різними конфігураціями механічних систем, розробляти алгоритми керування, створювати інтелектуальні системи прийняття рішень. Програмування роботів розвиває алгоритмічне мислення та навички розробки програмного забезпечення для систем реального часу.

Технології тривимірного моделювання та швидкого прототипування революціонізують процес проєктування та створення фізичних моделей. САПР системи дозволяють створювати деталізовані цифрові моделі об'єктів будь-якої складності, проводити інженерні розрахунки, оптимізувати конструкції перед виготовленням. Адитивні технології забезпечують швидке створення прототипів, дозволяючи студентам перевіряти працездатність своїх конструкторських рішень та вносити необхідні корективи на ранніх етапах проєктування. Хмарні обчислення формують технологічну основу для організації спільної роботи та забезпечення повсюдного доступу до освітніх ресурсів. Хмарні платформи надають потужні обчислювальні ресурси для виконання складних розрахунків, зберігання та обробки великих обсягів даних, розгортання віртуальних лабораторій. Collaborative learning реалізується через спільну роботу над документами, проєктами, програмним кодом з можливістю одночасного

редагування та комунікації в реальному часі.

Аналітика великих даних відкриває нові можливості для розуміння та оптимізації освітнього процесу. Збір та аналіз даних про активність студентів, результати навчання, використання освітніх ресурсів дозволяє виявляти закономірності, прогнозувати успішність, визначати ефективність різних методик навчання. Machine learning алгоритми допомагають ідентифікувати студентів, які потребують додаткової підтримки, та розробляти персоналізовані стратегії втручання для запобігання академічним проблемам.

Рекомендована література:

1. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEM освіти. Фізико-математична освіта: науковий журнал, випуск 2(12), С.26-30, 2017.
2. Олійник В. В., Самойленко О. М., Бацуровська І. В., Доценко Н. А.. Формування професійних компетенцій майбутніх агроінженерів у комп'ютерно орієнтованому середовищі закладу вищої освіти. Інформаційні технології і засоби навчання, том 68, № 6. С. 140-154, 2018.
3. Сакунова Г. В., Мороз І. О. STEM-освіта: зарубіжний досвід та перспективи розвитку в Україні. Центральний український державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка: наукові записки, серія: педагогічні науки, випуск 168, С.204-208, 2019.
4. Смерека Г. І. Завдання і умови впровадження STEM-освіти. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес, м. Тернопіль, С.49-52, 2017.

Використана література:

1. Бібік Н.М. Нова українська школа: порадник для вчителя . 2018, 160с.
2. Братошевська С.В. Реалізація STEM-освіти через проектну діяльність: з досвіду роботи. URL: https://www.youtube.com/watch?v=kaatZV_bao&list=PLKryum2977DEEWFKG_DT30y01F0hDPAZ&index=15
3. Використання елементів STEAM-освіти на уроках математики в сучасній школі. Мирна І.О., Чемерис М.І., Петренчук С.В., Міхєєва І.М., Якимчук О.О., Павлік Т.В., Головченко Л.А., Мельниченко В.А., Остапенко О.О., Хильчук Н.М. Житомир:2020. 78 с.
4. Гончарова Н.О. Використання ігрових технологій при вивченні STEM-дисциплін URL: https://www.youtube.com/watch?v=MirZapWiIjc&list=PLKryum2977DEEWFKG_DT30y01F0hDP-AZ