

выполнять любые опыты, которые будут им необходимы для обучения в учреждениях высшего образования и в их практической деятельности.

**Ключевые слова:** экспериментальная компетентность, учебный эксперимент, системный подход, естественно-математические дисциплины.

**S. I. Dmitruk, A. O. Gubanova, S. V. Optasyuk**

*Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University*

#### FORMATION OF EXPERIMENTAL COMPETENCES OF PHYSICAL STUDENTS ON THE BASIS OF A SYSTEMATIC APPROACH

The article deals with a systematic approach to the formation of students' experimental competence. The problems of implementation of cross-curricular relations in the system of subjects of the natural-mathematical cycle are analyzed. The technique of development of experimental competence

of high school students is offered. The effectiveness of gradual and purposeful formation of experimental competence in the system of natural and mathematical disciplines with a focus on the higher level of knowledge, when students independently perform all the operations and actions related to independent formulation of experiments, is proved. Formation of experimental competence is possible when all teachers are aware of the necessity of its gradual formation under conditions of realization of possibilities of cross-curricular relations of physics with other natural-mathematical disciplines in lessons and in extra-curricular activities. This allows further graduates to independently carry out any experiences they may need to study in higher education institutions and in practice.

**Key words:** experimental competence, educational experiment, systematic approach, natural and mathematical disciplines.

*Отримано: 20.09.2019*

УДК 373.5.016:53

DOI: 10.326626/2307-4507.2019-25.58-61

**К. М. Зикова**

*Бердянський державний педагогічний університет*

*e-mail: klava.zykova@rambler.ru; ORCID: 0000-0001-7289-7513*

#### ФІЗИЧНІ МОДЕЛІ У ФОРМУВАННІ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Стаття присвячена аналізу стану формування предметної компетентності на основі фізичних моделей в учнів старших класів загальноосвітніх навчальних закладів. Автором розглянуто проблему підвищення якості формування базових знань на основі моделювання фізичних явищ та процесів що вивчаються. Наводяться рівні сформованості моделей, а саме уявна, комп'ютерна, фізична понятійна, математична, практико-орієнтована. Розглянуто дослідницьку модель, яка має містити інформаційну модель явища, що включає в себе наочні, експериментальні та теоретичні дані на основі яких учень робить гіпотезу про фізичне явище чи процес. Гіпотеза включає в себе перевірку логічних наслідків, похибки вимірювань, основних положень побудови моделі. На основі аналізу гіпотези учень робить висновки щодо фізичного явища чи процесу, який досліджує.

**Ключові слова:** фізичні моделі, навчання фізики, базові знання, формування понять, компетентність, старша школа.

Одним з головних напрямків державної освітньої політики, що зазначена у Національній освітній доктрині України, є формування в учнів старшої школи цілісного світорозуміння й сучасного наукового світогляду, системи гуманістичних цінностей; розвиток навичок самостійного наукового пізнання, самоосвіти і самореалізації особистості [1]. Реалізація цього напрямку освіти імовірна на засадах формування в учнів базових знань на основі фізичних моделей.

Значну кількість науково-методичних та психолого-педагогічних досліджень приділено проблемі визначення понять моделі. Вченими М. Бунге, В. Степиним та В. Штофом було розглянуто поняття моделі з філософських позицій [2-4]. Дослідження з визначення поняття та застосування навчальних фізичних моделей в курсі фізики було проведено С. Каменецьким, В. Попкович, І. Сліпухіна, В. Фоменко [5-8].

Як зазначав В.Г. Розумовський, недоліком шкільної фізичної освіти є пояснення: повсюдне використання «крейдяного підходу» в навчанні призвело до деформації наукового методу пізнання фізики, опановуючи яким учень на уроці може і повинен пройти весь шлях від спостереження явищ і висунення гіпотези до побудови моделі і перевірки її на практиці [12].

*Метою нашої статті є аналіз стану формування предметної компетентності на основі побудови фізичних моделей явищ і процесів що вивчаються в учнів старших класів загальноосвітніх навчальних закладів.*

Нами було проведено аналіз стану дослідження проблеми формування в учнів базових знань на основі фізичних моделей та виділені основні етапи формування моделей фізичного явища: евристична, математична

та мисленнєво-наочна моделі. Евристичною моделлю є якісний рівень пояснення учнями фізичних явищ, що вивчаються. Математична модель – вміння учнів уявляти фізичні процеси у вигляді математичних та формально-логічних виразах. Мисленнєво-наочна модель, що наявна у процесі пізнання, коли в свідомості учня формується модель на основі явища яке він спостерігає та може її описати математичним виразом [9].

При формуванні моделей ми пропонуємо такі рівні сформованості моделей для учнів різних профілей навчання: уявна, комп'ютерна, фізична понятійна, математична, практико-орієнтована. Кожна з цих моделей містить підмоделі, що сворюють їх (рис.1).

Під **уявною моделлю** ми розуміємо мислену модель, що відтворює та відображає принципи внутрішньої організації, властивості, функціонування об'єкта (явища, процесу). Для її формування ми користуємось такими моделями: наочна, матеріальна, схематична, інформаційна.

Так **наочна модель** – це модель, будується на базі уявленнє учня про реальні об'єкти. Подібна модель базується на рівні сформованості світогляду учня, побутовому досвіді та знаннях з курсу природознавства.

**Матеріальна модель** – це модель, що відтворює геометричні, фізичні й інші властивості реальних об'єктів у матеріальній формі. Отже, подібну модель можна відтворити на основі демонстраційного експерименту.

**Схематична модель** – це модель, що відтворює послідовність процесів або спрощену будову об'єкту. Це моделі механізмів машин, найпростіших приладів, що вивчаються в школі, а також моделі атомів, кристалічних ґраток, будови речовини.

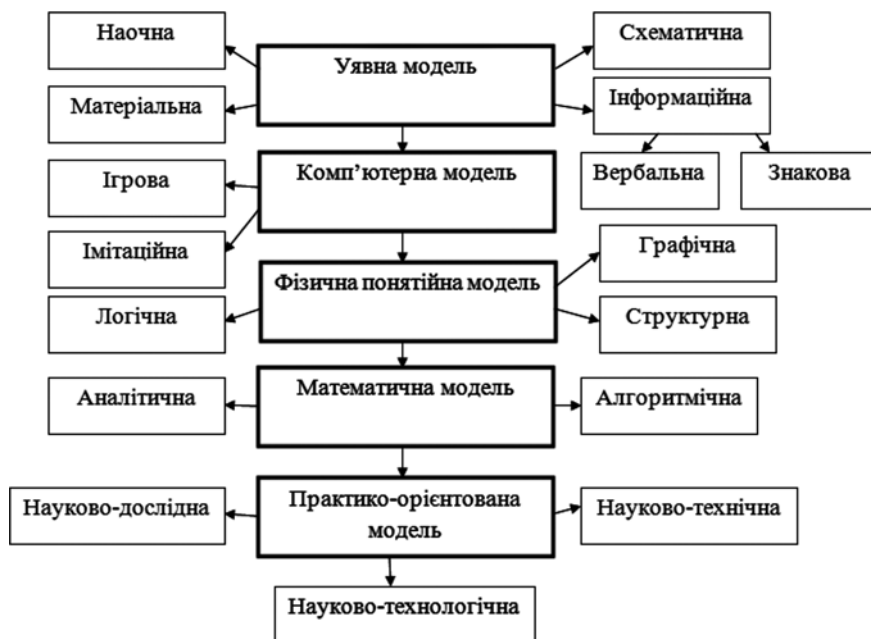


Рис. 1. Рівні сформованості моделей

*Інформаційна модель* – це модель про властивості, стан об'єктів, явищ і процесів. Її поділяємо на вербальну і знакову. Під *вербальною* моделлю розуміємо модель яку одержали в результаті міркувань і висновків. Під *знаковою* моделлю розуміємо модель, що виражена спеціальними знаками, тобто засобами будь – якої мови, і зображена у вигляді словесного опису, малюнків, схем, креслень, таблиць, формул тощо.

Інформаційна модель в учнів формується на основі самостійного вивчення матеріалу з різних джерел інформації. Отже, ми дійшли висновку про необхідність проведення аналізу джерел інформації якими користуються учні. Таким чином ми визначили перелік найбільш ефективних джерел для формування в учнів інформаційної моделі. На основі результатів наших досліджень, для формування інформаційної моделі, яка впливає на формування уявної моделі, необхідно звертати увагу учнів на Інтернет ресурси, які містять найбільш достовірну інформацію та пояснюють явища в анімаціях чи відео [10].

*Комп'ютерна модель* – це інформаційна модель, яка реалізується за допомогою комп'ютера. Ігрові та імітаційні моделі є основними для її формування.

*Ігрова модель* – це модель, яка застосовується для виявлення реакції об'єкта на ту чи іншу ситуацію. Подібна модель може бути сформована в програмах, які дозволяють учням змінювати параметри та спостерігати за перебігом явища чи процесу.

*Імітаційна модель* – це модель, яка застосовується для вивчення та оцінювання можливих наслідків певних дій з об'єктом. Так наприклад, в якості імітаційної моделі можна використовувати комп'ютерні демонстраційні комплекти «Фізика-10», «Фізика-11» за такими темами: основи молекулярно-кінетичної теорії, електричне поле, електричний струм у різних середовищах, магнітне поле, електромагнітна індукція, електромагнітні коливання, електромагнітні хвилі й фізичні основи радіотехніки, світлові хвилі та оптичні прилади. Подібні демонстрації виконані у тримірній проекції, та існує можливість їх обертання навколо довільної осі просторової системи координат [11].

За результатами наших досліджень комп'ютерні моделі, а саме імітаційні, допоможуть учням здійснювати перехід на визначення математичних залежностей між

величинами що досліджуються. Таким чином учень може сам вивести наближену формулу фізичного закону або передбачити перебіг явища.

*Фізична понятійна модель* – це уявлення фізичного об'єкта, явища або процесу з метою їхнього дослідження на основі знань та образного сприймання, якими володіє учень. Модель може бути представлена за допомогою іншого фізичного («реального») об'єкта. Вона формується завдяки логічній, графічній та структурній моделям.

*Логічна модель* – це модель, в якій представлені варіанти вибору дій на основі різних умовиводів та умов аналізу.

*Графічна модель* – це модель зображення системи, що моделюється за допомогою наочних геометричних засобів.

*Структурна модель* – це модель, яку учень може сформувати у вигляді графіку, таблиці тощо.

*Математична модель* – математичний вираз зв'язку різних фізичних характеристик та параметрів об'єкта, що виражена математичною формулою. Для її формування використовують аналітичну та алгоритмічну моделі.

Важливими компонентами розуміння математичної моделі є формування поняття фізичної величини та одиниць вимірювання. Фізична величина є однією з властивостей фізичної системи (фізичного об'єкта, явища чи процесу), сукупна в якісному відношенні для багатьох фізичних об'єктів та індивідуальна в кількісному взаємозв'язку для кожного з них. Одиниця вимірювання фізичної величини – фізична величина конкретного розміру, числове значення якої умовно прийнято за 1, що використовується для кількісного відображення однорідних з нею фізичних величин. Використовуючи метод розмірностей ми пропонуємо спростити обчислення та розкрити фізичну суть величин, якими користуються учні при розв'язку задач.

*Аналітична модель* – це система таких співвідношень між заданими й пошуковими величинами, котрі виражені математичними формулами в явному вигляді. Завдяки цьому аналітичні моделі особливо зручні для аналізу властивостей розв'язків, а також для розрахунків.

*Алгоритмічна модель* – це модель процесів, які можуть здійснюватись відповідним чином, тобто за деяким алгоритмом.

*Практико-орієнтована модель* – це модель, яку застосовує учень для опису об'єктів, явищ і процесів у повсякденному житті. Таку модель ми формуємо на основі науково-дослідної, науково-технічної та науково-технологічної моделей.

*Науково-дослідна модель* – це модель об'єкту, явища або процесу, яку учень може побудувати на основі власних досліджень. У науці вже існує декілька дослідницьких моделей за Байєром, Джойсоном, Фентоном, Нельсоном. Отже, нами було створено таку дослідницьку модель (рис. 2).

Науково-дослідна модель має містити інформаційну модель явища, що включає в себе наочні, експериментальні та теоретичні дані на основі яких учень робить гіпотезу про фізичне явище чи процес. Гіпотеза включає в

себе перевірки логічних наслідків, похибки вимірювань, основних положень побудови моделі. На основі аналізу гіпотези учень робить висновки щодо фізичного явища чи процесу, який досліджує.

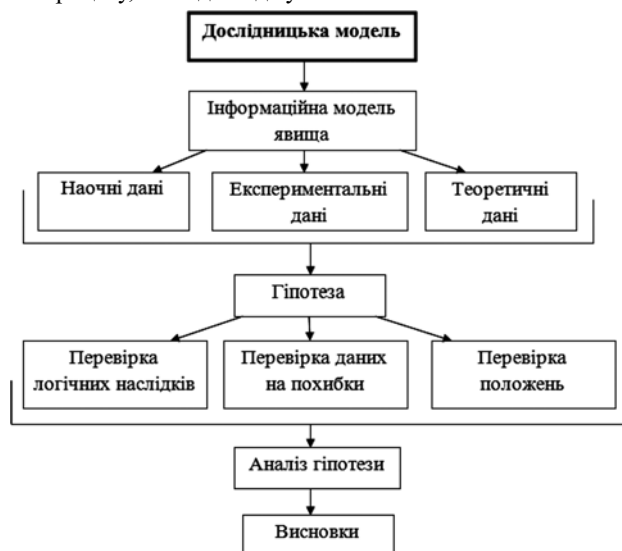


Рис. 2. Дослідницька модель

Науково-технічна модель – це моделі пристроїв, що створюються учнем для дослідження об'єктів, явищ та процесів, що вивчаються. Для формування науково-технічної моделі необхідно учням створювати засоби вимірювання, які використовуються при проведенні лабораторних занять з фізики. Тобто учням необхідно сформовану фізичну понятійну модель трансформувати у практико-орієнтовану діяльність.

Основою формування науково-технічної моделі та технічних знань перш за все є технічне мислення. Сучасний тип технічного мислення і відповідні йому технічні знання передбачають обізнаність учня в фізичних основах техніки; залежність достовірності отриманих результатів від точності інструментів вимірювання; статистично імовірнісний характер отриманих результатів і т. д.

Науково-технологічна модель – спрощена модель технологічних процесів, що формується в учнів при дослідженні об'єкту чи процесу виробництва кінцевого продукту. В сучасній фізичній освіті до завдань політехнічного навчання в школі входить: ознайомлення учнів з науковими принципами сучасного виробництва, прищеплення навичок поведінки з найбільш поширеними видами знарядь праці, розвиток творчого науково-технічного мислення.

Спираючись на результати наших досліджень можна зробити висновок про те, що впровадження в освітній процес запропоновані нами типи моделей, які формуються в учнів при вивченні фізики в старших класах, зумовлюють краще засвоєння базових фундаментальних знань та формування предметної компетентності. Вибір типів моделей зумовлюється індивідуальними особливостями учнів та профілем класу.

Подальших досліджень потребує розробка та вдосконалення методики формування фізичних моделей в учнів старших класів загальноосвітніх навчальних закладів із врахування профілю навчання.

#### Список використаних джерел:

1. Національна доктрина розвитку освіти України. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/347/2002>
2. Бунге М. Философия физики. Пер. с англ. Ю.Б. Молчанова. М.: Прогресс, 1975. 342 с.

3. Степин В.С. Теоретическое знание. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 744 с.
4. Штофф В.А. Проблемы методологии научного познания: монография. М.: Высшая школа, 1978. 269 с.
5. Каменецкий С.Е., Солодухин Н.А. Модели и аналогии в курсе физики средней школы: пособие для учителей. М.: Просвещение, 1982. 96 с.
6. Попкович В.В. Модели в курсе физики средней школы: дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02. К., 1971. 328 с.
7. Сліпучіна І.А. Використання моделей – аналогій як засіб формування наукового методу пізнання. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2012. № 18. С. 28–31.
8. Фоменко В.В. Фундаментальні навчальні фізичні моделі як засіб забезпечення гносеологічної єдності фізичної освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2013. № 19. С. 191–193.
9. Зикова К.М., Шишкін Г.О. Фізичні моделі та їх формування в системі профільного навчання. *Наукові записки. Випуск 12. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч. 1*. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2017. С. 67-73.
10. Зикова К.М., Шишкін Г.О. Аналіз джерел здобуття інформації учнями при вивченні фізики. *Наукові записки. Випуск 168. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч. 1*. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2018. С. 292-294.
11. Бойко О., Кадченко В., Путілов Д. Комп'ютерні демонстраційні комплекти «Фізика-10», «Фізика-11» як засоби фронтального навчання на уроках фізики. *Фізика та астрономія в школі*. 2005. № 3. С. 50–54.
12. Разумовский В.Г., Майер В.В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. М.: Гуманитар, изд. центр ВЛА-ДОС, 2004. 463 с.

К. Н. Зыкова

*Бердянский государственный педагогический университет*

#### ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРЕДМЕТНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

Статья посвящена анализу состояния предметной компетентности на основе формирования физических моделей у учащихся старших классов общеобразовательных учебных заведений. Автором рассмотрены проблемы повышения качества формирования базовых знаний на основе физического моделирования. Приводятся уровни сформированности моделей, а именно воображаемая, компьютерная, физическая понятийная, математическая, практико-ориентированная. Рассмотрена исследовательская модель. Она должна содержать информационную модель явления, что включает в себя наглядные, экспериментальные и теоретические данные на основе которых ученик делает гипотезу о физическом явлении или процессе. Гипотеза включает в себя проверки логических следствий, погрешности измерений, основных положений построения модели. На основе анализа гипотезы ученик делает выводы относительно физического явления или процесса, который исследует.

**Ключевые слова:** теория и методика обучения физике, физические модели, обучение физике, базовые знания, физические явления, формирование понятий, предметная компетентность, старшая школа.

К. М. Zyкова

*Berdyansk State Pedagogical University*

#### PHYSICAL MODELS IN FORMATION OF SUBJECT COMPETENCE

The article is devoted to the analysis of the state of subject competence on the basis of the formation of physical



models in the students of the upper classes of secondary schools. The author considers the problems of improving the quality of basic knowledge formation based on physical modelling. Model formation levels are presented, namely, imaginary, computer, physical conceptual, mathematical, practically oriented. The research model is considered. It should contain an information model of the phenomenon, which includes visual, experimental and theoretical data on the basis of which the student makes a hypothesis about the physical phenomenon or process. The hypothesis includes

testing the logical consequences, measurement errors, basic provisions of model construction. Based on the analysis of the hypothesis, the student draws conclusions about the physical phenomenon or process he is exploring.

**Key words:** theory and methodology of teaching physics, physical models, teaching of physics, basic knowledge, physical phenomena, concept formation, subject competence, high school.

Отримано: 11.05.2019

УДК 37.018:004.9]:001.89

DOI: 10.326626/2307-4507.2019-25.61-64

О. С. Мартинюк

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки  
e-mail: oleksandr\_lutsk@ukr.net; ORCID: 0000-0003-4473-7883

## ТРИВИМІРНЕ ПРОТОТИПУВАННЯ ЯК СКЛАДНИК STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНІЧНІЙ І НАУКОВО-ДОСЛІДНІЙ РОБОТІ СТУДЕНТІВ ТА УЧНІВ

У статті представлено спроектований та виготовлений принтер для тривимірного прототипування. Обґрунтовано необхідність впровадження STEM-технологій для оновлення освітньо-методичної та технологічної бази й реалізації інноваційних підходів. Проаналізовано результати досліджень вітчизняних і зарубіжних учених та нормативно-правову базу у сфері використання й впровадження засобів адитивних технологій у освітній і науковій галузях. За результатами аналізу було розроблено висновки, що основною проблемою у активному впровадженні та використанні адитивних технологій є низький рівень матеріального забезпечення, відсутність відповідного обладнання та невміння працювати з такою технікою. Описано спроектований та виготовлений учнями та студентами 3D-принтер, який пройшов успішну апробацію на практиці. Представлено етапи створення принтера, використовуване програмне забезпечення, узагальнено послідовність налаштування принтера та деякі проблеми, які можуть виникнути під час друку. Робота над проектуванням та виготовленням навчального обладнання з фізики відкриває широкі можливості для активізації пізнавальної діяльності учнів та студентів.

**Ключові слова:** STEM-технології, освітня робототехніка, тривимірне прототипування, 3D-принтер.

Успішне економічне зростання держави залежить від наявності кваліфікованих фахівців, їх здатності та готовності працювати в усіх галузях народного господарства. Особливо актуальною є проблема кадрового забезпечення інноваційних галузей. Тому високий рівень навчання, компетентність учителів, їх обізнаність у предметних галузях мотивує учнів до якісного вивчення природничих дисциплін та до вибору майбутньої спеціальності, пов'язаної з IT-технологіями, біоінженерією, приладобудуванням, робототехнікою, нанотехнологіями та іншими перспективними сферами діяльності сучасної людини. Сучасна освітня модель має містити педагогічні технології, які ґрунтуються на здобутті знань з результатом, що відображається у практичній, науково-дослідницькій, проектній чи конструктивно-технічній діяльності.

Одним із складників такої моделі є система STEM-технологій навчання (Science – наука, Technology – технологія, Engineering – інженерія, Mathematics – математика). Їх впровадження передбачає міждисциплінарний та проектний підходи, поєднання різних природничо-наукових знань у єдине ціле. Зміни, які відбуваються нині у системі освіти з урахуванням впровадження STEM-технологій прогнозують модернізацію концептуальних засад підготовки фахівців у кожній конкретній галузі. Тому актуальною є проблема оновлення освітньо-методичної та технологічної бази для реалізації інноваційних підходів.

Аспекти впровадження технологій STEM-освіти розглядали вітчизняні науковці: П. Атаманчук [1] (STEM-інтеграція, як важлива інноватика сучасної освітньої парадигми), І. Василяшко [2] (актуальність розвитку STEM-навчання в сучасних закладах освіти в новій українській школі), Н. Гончарова [3] (професійна компетентність в системі STEM-навчання), О. Кузьменко [5] (навчання фізики студентів технічних закладів вищої освіти на основі технологій STEM-освіти), М. Садовий, О. Трифонова [7] (методика навчання фізики з вико-

ристанням STEM-технологій), І. Сліпучіна, О. Стрижак І. Чернецький [9] (особливості застосування мультидисциплінарного підходу у STEM-навчанні, науковий та інженерний методи процесів дослідження у навчанні природничо-математичних дисциплінах), В. Шарко [10] (методика навчання природничо-математичних дисциплін у середніх та закладах вищої освіти з використанням технологій STEM-освіти) та інші.

Ефективне впровадження нових технологій, експлуатація обладнання з високим рівнем електронного забезпечення потребує відповідної підготовки кваліфікованих фахівців. Звісно, підготовка інженерних кадрів здійснюється у спеціалізованих технічних вишах. Проте якісна підготовка спеціаліста неможлива без певних попередніх фундаментальних і політехнічних знань, які забезпечують у закладах загальної середньої освіти педагогічні кадри, у тому числі вчителі фізико-математичних дисциплін та технологій. Важливу місію серед стратегічних напрямів реформування освіти покладено на *інноваційне навчання* [4], а відтак, постає завдання відповідного рівня підготовки фахівців на основі сучасних методик та технологій навчання.

*Метою статті* є аналіз можливостей, технології виготовлення та перспективи впровадження й використання засобів адитивних технологій (як складників STEM) в конструктивно-технічній та науково-дослідницькій роботі учнів закладів загальної середньої освіти та студентів – майбутніх учителів фізики та інформатики.

Науково-дослідна та конструктивно-технічна робота повинні захоплювати, а займатися наукою має бути цікаво та доступно. Залучення до наукових та технічних досліджень на основі STEM-технологій не лише забезпечує розвиток креативного мислення та формування цифрової компетентності дослідника, а й розвиває такі навички, як співробітництво, комунікативність та творчість. Нині спостерігається підвищена зацікавленість до