

Department of Informatics and Information Technologies of the Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University.

**Circle of research interests:** differential equations; problems with turning points; problems of teaching process modernization; ICT in education; distance learning technology.

**Oliinyk Vladyslav Mykhailovych** – graduate student of the Department of Informatics and Information Technologies

of the Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University.

**Circle of research interests:** web-programming, web-design, UI/UX

*Дата надходження рукопису 30.10.2018 р.*

*Рецензент – к.техн.наук, ст.викладач Гринь Д.В.*

УДК 373.016:53]:001.89:681.5

**БОНДАРУК Володимир Васильович** –

аспірант кафедри експериментальної фізики та інформаційно-вимірювальних технологій

Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки

ORCID ID 0000-0002-0292-0957

e-mail: vova5007625@ukr.net

## ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ НАБОРІВ LEGO MINDSTORMS В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ РОБОТІ З ФІЗИКИ

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** Нині в багатьох освітніх закладах впроваджують сучасне обладнання, яке забезпечує можливість провести фізичний експеримент на сучасному, високому рівні. Технічно новим навчальним інструментом є цифрові вимірювальні комплекси. Використання цих навчальних засобів дозволяє з досить високою точністю проводити вимірювання широкого спектру фізичних величин, а також здійснювати реєстрацію даних вимірювань у вигляді графіків і таблиць з можливістю збереження результатів для їх подальшої обробки і аналізу. Однак такі вимірювальні системи мають досить високу вартість. Як альтернативу таким пристроям можна розглянути використання робототехнічного набору LEGO Mindstorms, оскільки для нього компанією Vernier розроблено спеціальний адаптер, який дозволяє підключати до мікропроцесорного блока датчики виробництва цієї компанії і використовувати його в якості вимірювального пристрою. Крім того можна використовувати деталі конструктора LEGO для побудови різних елементів лабораторних установок таких як рухомі блоки, поліспасти, важелі, редуктори тощо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Згідно Меморандуму про взаєморозуміння, який було підписано між Міністерством освіти і науки України та The LEGO Foundation усі перші класи в Україні, що навчатимуться з 1 вересня 2018 року, безкоштовно отримують набори LEGO, які допоможуть впроваджувати ігрові та діяльнісні методи навчання в освітній процес. Документ передбачає, що The LEGO Foundation безкоштовно забезпечить наборами усі перші класи (близько 17 тисяч шкіл з усієї України) протягом 2018-2019 років. Також під час зустрічі обговорили питання впровадження в школах курсу "Робототехніка" як факультативного та розвиток співпраці Lego з дитячою інженерною академією [1].

Тему методики використання робототехніки в проектній роботі з фізики, хімії, біології та інших навчальних дисциплін досить широко розкрито у посібниках та Інтернет-ресурсах зарубіжних авторів

[9; 10; 11]. За допомогою наукових розробок Л.Г. Беліовської [2], М.Г. Єршова [3], С.М. В'язова, О.Ю. Калягіної та інших методистів можна прослідкувати стан впровадження освітньої робототехніки у курс фізики середньої школи.

Обґрунтування впровадження освітньої робототехніки у процес навчання майбутніх учителів фізики описано у роботах О. С. Мартинюка [4].

**Мета статті.** Показати можливість та перспективи використання засобів освітньої робототехніки на уроках фізики, а також як інструменту для модернізації та оновлення навчального фізичного експерименту.

**Методи дослідження.** *Емпіричні:* збір наукових фактів – аналіз наукової та методичної літератури, підручників і навчальних посібників з фізики; вивчення результатів педагогічних досліджень; педагогічне спостереження і педагогічний експеримент; узагальнення педагогічних фактів. *Теоретичні:* висунення гіпотез і теоретичне моделювання навчального процесу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Фізичний експеримент, реалізований із застосуванням технологій робототехніки, можна назвати роботизованим. У багатьох галузях наукових досліджень такі експерименти вже не рідкість: космонавтика, дослідження мікросвіту, археологія, підводні дослідження тощо. До такого експерименту ставляться вимоги забезпечення якісного дослідження з високою точністю реєстрації даних.

Можна виокремити такі позитивні сторони використання елементів робототехніки:

1. Обробка результатів вимірювання фізичних величин може бути запрограмованою і проведеною в автоматичному режимі при виконанні програми.

2. Виключаються випадкові помилки вимірювання, пов'язані з використанням органів чуття людини під час вимірювання, пов'язані зі швидкістю реакції людини, окоміром, сприйняттям подій на слух тощо.

3. Безперервний моніторинг значень фізичних величин в процесі експерименту протягом визначеного проміжку часу і з регульованою частотою зняття показань датчика від одиничного вимірювання за весь час експерименту до декількох десятків разів в секунду.

4. Дані експерименту виводяться на екран протягом усього ходу експерименту у вигляді чисельних значень, числової шкали з покажчиком, таблиць значень і графіків функцій.

5. Графік, отриманий в результаті експерименту, а також інструменти для його дослідження дають додаткові можливості для аналізу закономірностей фізичного процесу:

- виведення числових даних для будь-якої точки графіка;
- виведення значень різних інтервалів зміни величини за заданий проміжок часу;
- визначення середнього значення величини за деякий проміжок часу;
- апроксимація графіка;
- відображення на координатній площині кількох графіків, отриманих в ході декількох аналогічних експериментів.

Крім названих переваг можна вказати недоліки використання робототехнічних комплексів в шкільному експерименті.

По-перше, експериментальна установка із застосуванням робота вимагає попереднього монтажу і програмування, що супроводжується витратами часу. Для мінімізації витрат часу рекомендується:

- попереднє створення покрокових інструкцій по збірці установки;
- створення банку програм, підготовлених для використання на різних установках;
- заміна деяких вузлів конструкції установки нерозбірними аналогами;
- попередня збірка установки школярами до уроку (в рамках виконання індивідуального або групового творчого завдання).

**Використання датчика дотику.** Датчик дотику є перемикачем: він може бути або натиснутим, або не натиснутим. Це найпростіший датчик, що дозволяє повідомляти контролеру про натискання та відпускання помаранчевої кнопки, розташованої в передній частині датчика.

Усередині датчика дотику знаходиться друкована плата, на якій розташована кнопка і гніздо для підключення. Також на платі є резистор номіналом 2,2 кОм, включений послідовно з кнопкою. Його призначення – запобігти короткому замиканню у випадку, якщо помилково підключено датчик до вихідного порту. Принципова схема датчика показана на рис. 1.

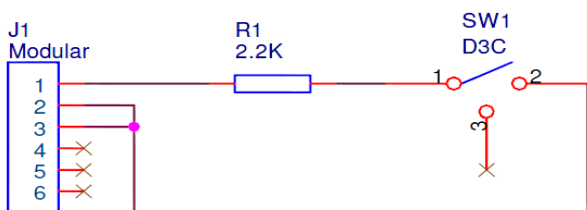


Рис. 1. Електрична схема датчика дотику

До вхідного порту замість датчика дотику можна під'єднати декілька з'єднаних паралельно герконів. Якщо розмістити геркони на однакових відстанях один від одного вздовж, наприклад, похилої площини або машини Атвуда, можна вимірювати час між замиканням герконів при русі повз них певного об'єкта з прикріпленим до нього магнітом (тягарець, візок). На рис. 2 наведено програму для вимірювання часу між замиканням контактів і запису його в файл.

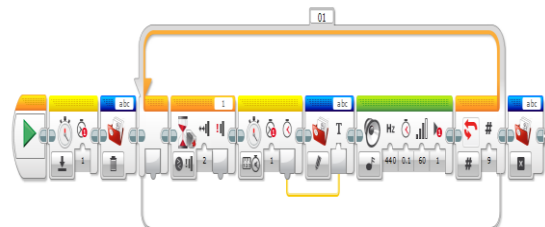


Рис. 2. Програма для запису часу між натисканням датчика

Дані записуються в файл в форматі rtf, який потім можна відкрити за допомогою Microsoft Excel і використати для побудови графіка залежності відстані від часу (рис. 3).

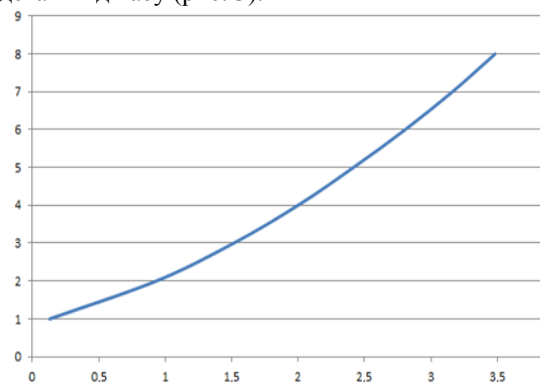


Рис. 3. Графік залежності відстані від часу

**Лабораторна установка для дослідження явища резонансу.** Установка складається з двох великих (Large) і двох середніх (Medium) серводвигунів і мікропроцесорного блока LEGO Mindstorms EV3, які закріплені в лапках штатива (рис. 4).

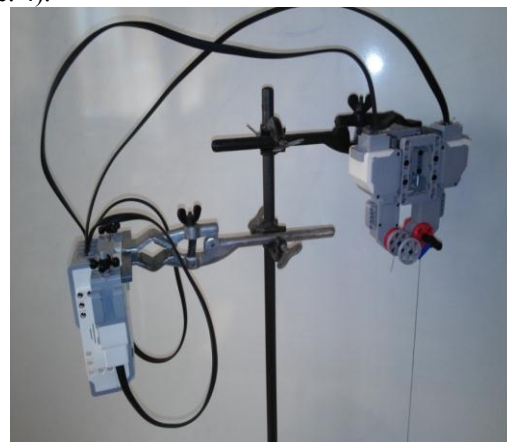


Рис. 4. Зовнішній вигляд установки для дослідження явища резонансу

На осі одного з великих сервомоторів прикріплена котушка на яку намотується нитка.

Намотуванням або змотуванням нитки з котушки регулюється довжина підвісу маятника. Другий великий сервомотор виконує функцію зовнішньої вимушуючої сили (рис. 5).

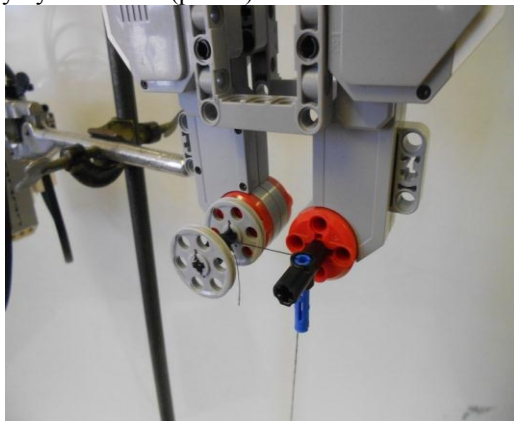


Рис. 5. Механізм намотування нитки

Установка може бути використана для демонстрації явища резонансу безпосередньо на уроці, а також в лабораторних роботах. Школярам, які успішно впоралися з основним лабораторним завданням, можуть бути запропоновані додаткові, наприклад: 1) реалізувати програмну зміну довжини нитки і, не змінюючи частоти вимушуючої сили, за допомогою автоматичної зміни довжини домогтися настання явища резонансу; 2) задати звукові сигнали для позначення різних станів установки.

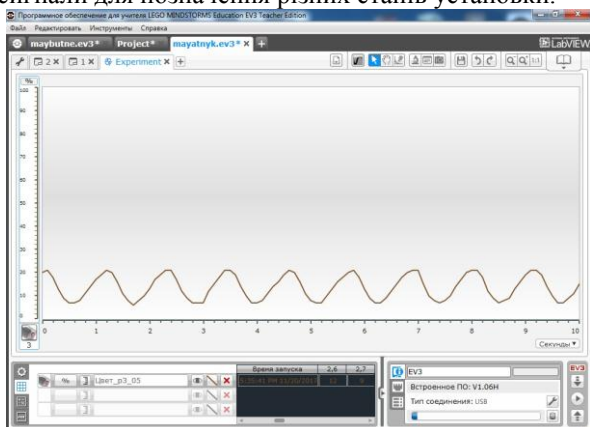


Рис. 6. Графік зміни освітленості під час коливань маятника

Як відомо, враховується явище резонансу при будівництві мостів, в проектуванні й встановленні турбінних двигунів, роботі верстатів, що включають різноманітні обертальні та коливальні рухи, літакобудуванні тощо. Учням в якості творчого проекту може бути запропоновано завдання на предмет створення роботизованої конструкції, яка демонструє врахування явища резонансу в техніці. Робота такої конструкції включає процедуру «відстеження» роботом моменту настання резонансу і реалізацію надалі відповідної стратегії поведінки «системи». Так, наприклад, при зростанні амплітуди коливань маятника на нитці до деякого критичного значення мікропроцесорний блок видає звуковий сигнал, а електродвигун, що збуджує коливання маятника, припиняє роботу. Цього можна домогтися за рахунок потрапляння маятника в область дії

датчика світла. Вчитель може запропонувати учням гру під назвою «Створи резонанс», завдання школяра в цій грі полягає в тому щоб підібрати довжину нитки і частоту таким чином щоб маятник розгойдався і досяг певної точки, або вдарився об підвішену поряд кульку (рис. 6).

*Використання стандартних деталей LEGO.*

Крім того звичайні деталі конструктора, такі як балки, осі, шків, шестерні також можуть бути використані для демонстрації певних фізичних законів. На рис. 7 зображено найпростіший приклад використання балок для демонстрації правила важеля.



Рис. 7. Демонстрація правила важеля.

Також в комплекті є шків, які можуть бути використані для побудови рухомих і нерухомих блоків і поліспаств (рис. 8).



Рис. 8. Рухомий блок

Шестерні також можуть використовуватись для пояснення золотого правила механіки і обчислення обертаючих співвідношень.

*Похила площина.* На рис. 9 зображено установку для дослідження руху тіла по похилій площині. В якості тіла, що рухається використовується візок з закріпленим на ньому мікропроцесорним блоком. До мікропроцесорного блоку під'єднано датчик відстані й датчик дотику. Після запуску програми відбувається запис даних про відстань до початку похилої площини, який зупиняється при натисканні на датчик дотику.

Дані зберігаються в файл формату ttf, який можна відкрити за допомогою Microsoft Excel (рис. 10).

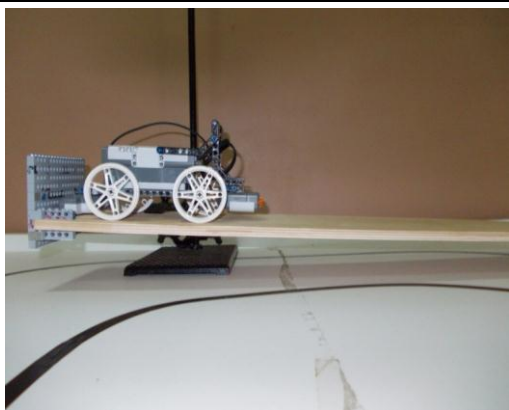


Рис. 9. Похила площина

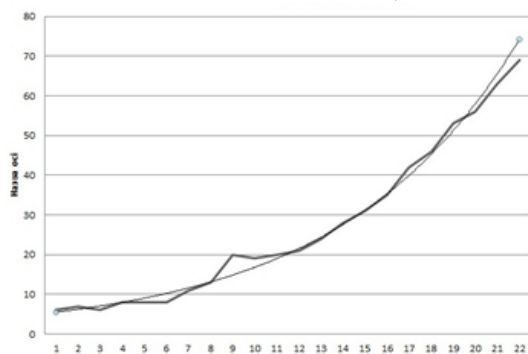


Рис.10. Графік залежності відстані від часу

**Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок.** Співвідносячи завдання шкільної освіти з перспективами автоматизації та роботизації сучасного виробництва, необхідно координувати зусилля освітніх установ, промислових підприємств, вузів, органів управління освітою для ефективного розвитку технічного мислення школярів, ціленаправленого розвитку здібностей інженерно-технічного напрямку. Можливості застосування робототехнічних конструкторів у навчальному процесі досить широкі і вимагають більш детального опрацювання.

В процесі виконання роботи нами було створено ряд установок, які можуть використовуватись вчителем на уроках фізики. Було реалізовано обчислення параметрів досліджуваних величин і відображення їх на дисплеї мікропроцесорного блока, а також виведення інформації у вигляді одного або декількох графіків, з можливістю апроксимації отриманих даних. Звичайно дані установки не є конкурентоздатними порівняно з промисловими зразками цифрових вимірвальних лабораторій, оскільки є певні труднощі з калібруванням датчиків і неточностями пов'язаними з цим, а також відображення результатів на графіках також є не зовсім зручним. Зокрема побудова графіків в Microsoft Excel займає багато часу, що є проблемою при використанні набору на уроках, однак може використовуватись при виконанні робіт лабораторного практикуму. Але тим не менш ці установки дозволяють автоматизувати шкільний фізичний експеримент і підвищити до нього інтерес учнів.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Усі перші класи в Україні безкоштовно отримають набори LEGO – Меморандум між МОН та The LEGO Foundation [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/usi-pershi-klasi-v-ukrayini-bezkoshtovno-otrimayut-nabori-lego-memorandum-mizh-mon-ta-lego-foundation>
2. Белиовская Л.Г. Роботизированные лабораторные работы по физике: Пропедевтический курс физики / Л.Г. Белиовская, А.Е. Белиовский. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 164 с.
3. Ершов М.Г. Пермский педагогический журнал / М.Г. Ершов: Использование элементов робототехники при изучении физики в общеобразовательной школе. – №2 Август 2011. – 86-90с.
4. Мартинюк О. С. Особливості методики навчання студентів (майбутніх учителів фізики та загальнотехнічних дисциплін) основ мікроелектроніки та освітньої робототехніки/ О. С.Мартинюк // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. – К. : Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2014. – Вип. 14. – С. 50–58
5. Физические исследования с Vernier и LEGO Mindstorms NXT: лабораторные занятия по науке и технологиям, проектированию и математике с использованием датчиков Vernier. Бивертон: Vernier Software and Technology (США, штат Орегон), 2009.
6. Бусова С.Ю. Особливості впровадження освітньої робототехніки в освітньому установі (з досвіду роботи МОУ СЗШ № 54 м Волгограда)/ С.Ю. Бусова // Актуальні питання сучасної педагогіки: матеріали IV Міжнар. науч. конф., 2013. – С. 218-220.
7. Вагнер К. А. Впровадження основ робототехніки в сучасній школі/ К. А. Вагнер // Вісник Новгородського державного університету ім. Ярослава Мудрого, 2013. № 74-2. – С. 17-19.
8. Michael Gasperi. Extreme NXT: Extending the LEGO Mindstorms to the Next Level / Michael Gasperi, Philippe Hurbain. – New York.: Springer-Verlag, 2009. – 339.
9. Danielle Benedettelli. The LEGO Mindstorms EV3 Laboratory/ Danielle Benedettelli. – San Francisco.: No Starch Press, 2014. – 409 p.
10. Jon Lazar. Arduino and LEGO Projects/ Jon Lazar. – New York.: Springer Science, 2013. – 192 p.
11. Interfacing the Arduino and LEGO MINDSTORMS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dexterindustries.com/howto/connect-the-arduino-and-the-lego-mindstorms-together/>, вільний. – Заголовок з екрану.

## REFERENCES

1. *Usi pershi klasy v Ukraini bezkoshtovno otrymaiut nabori LEGO – Memorandum mizh MON ta The LEGO Foundation* [All first classes in Ukraine will receive LEGO sets for free - Memorandum between MON and The LEGO Foundation]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/news/usi-pershi-klasi-v-ukrayini-bezkoshtovno-otrimayut-nabori-lego-memorandum-mizh-mon-ta-lego-foundation>
2. Belyovskaia, L. H. (2016). *Robotizirovannyye laboratornyye raboty po fizike: Propedevticheskiy kurs fiziki* [Robotic Physics Laboratory Works: Propaedeutic Physics Course]. Moscow
3. Ershov, M. H. (2011). *Yspolzovanye elementov robototekhniki pry yzuchenyy fizyky v obshcheobrazovatelnoi shkole* [The use of elements of robotics in the study of physics in a general school]. *Permskiy pedagogicheskiy zhurnal*.
4. Martyniuk, O. S. (2015). *Problemy ta perspektyvy pidhotovky fakhivtsivu haluzi osvitnoi robototekhniki*



[Problems and perspectives of training specialists in the field of educational robotics]. *Naukovi zapysky Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu.*

5. Martyniuk, O. S. (2014). *Osoblyvosti metodyky navchannia studentiv (maibutnikh uchyteliv fizyky ta zahalnotekhnichnykh dystsyplyn) osnov mikroelektroniky ta osvithoi robototekhniky* [Features of teaching methods for students (future teachers of physics and general technical disciplines) of the basics of microelectronics and educational robotics]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. M. P. Drahomanova.*

6. Vernier Software & Technology (2009). Vernier Engineering Projects with LEGO® MINDSTORMS® Education NXT. Beaverton, 13979 S.W. Millikan Way.

7. Busova, S. Yu. (2013). *Osoblyvosti vprovadzhennia osvithoi robototekhniky v osvithomu ustanovi (z dosvidu roboty MOU SZSh № 54 m Volhohrada)* [Features of the implementation of educational robotics in the educational institution (from the experience of MOU SZSH number 54 Volgograd)]. *Aktualni pytannia suchasnoi pedahohiky: materialy IV Mizhnar. nauch. konf.*

8. Vahner, K. A. (2013). *Vprovadzhennia osnov robototekhniky v suchasni shkoli* [Implementation of the basics of robotics in a modern school]. *Visnyk Novhorodskoho derzhavnoho universytetu im. Yaroslava Mudroho.*

9. Michael Gasperi (2009). *Extreme NXT: Extending the LEGO Mindstorms to the Next Level.* Springer-Verlag, New York.

10. Danielle Benedettelli (2014). *The LEGO Mindstorms EV3 Laboratory.* No Starch Press, San Francisco.

11. Jon Lazar (2013). *Arduino and LEGO Projects.* Springer Science, New York.

12. *Interfacing the Arduino and LEGO MINDSTORMS.* Retrieved from: <https://www.dexterindustries.com/howto/connect-the-arduino-and-the-lego-mindstorms-together/>.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Бондарук Володимир Васильович** – аспірант кафедри експериментальної фізики та інформаційно-вимірювальних технологій Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.

*Наукові інтереси:* середня освіта (фізика).

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Bondaruk Volodymyr Vasyliovych** – post-graduate student of the Department of Experimental Physics and Information and Measurement Technologies of the Lesia Ukrainka Eastern European National University.

*Circle of research interests:* secondary education (physics).

*Дата надходження рукопису 15.11.2018 р.*

*Рецензент – к.техн.наук, доцент Ткачук А.І.*

УДК 37.014.5

**БОТУЗОВА Юлія Володимирівна** –

кандидат педагогічних наук,

старший викладач кафедри математики

Центральноукраїнського державного педагогічного

університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID 0000-0002-1313-0010

e-mail: vassalati@gmail.com

## КОМПЕТЕНТІСНИЙ ТА STEM ПІДХОДИ В ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** Однією із актуальних проблем сьогодення є необхідність інноваційного розвитку та модернізації освіти відповідно до вимог сучасності. Компетентісний підхід в освіті не є новим, але наразі він набирає якісно нового забарвлення, адже використовується у нормативно-правових, концептуальних документах, а також у наукових дослідженнях вітчизняних і зарубіжних науковців. Це свідчить про те, що компетентісний підхід стає реалією сучасної освіти та активно здійснюється в освітньому процесі [8].

Також досить інноваційним напрямком розвитку природничо-математичної освіти в Україні є STEM-підхід до навчання. STEM-підхід в освіті ґрунтується на міждисциплінарних засадах у побудові навчальних дисциплін і окремих дидактичних елементів (інтегроване навчання відповідно до певних тем або реально існуючих проблем). Така освітня технологія має на меті комплексно формувати ключові фахові, соціальні й особистісні компетенції молоді, які визначають конкурентну спроможність на ринку праці:

здатність і готовність до розв'язання комплексних задач (проблем), критичного мислення, творчості, когнітивної гнучкості, співпраці, управління, здійснення інноваційної діяльності та ін.

Впровадження STEM-освіти вимагає від педагогічних працівників активно використовувати новітні педагогічні підходи до викладання й оцінювання, інноваційні практики міждисциплінарного навчання, методи та засоби навчання з акцентом на розвиток дослідницьких та інноваційних компетенцій, брати участь у розробленні спільних навчальних STEM-програм та їх креативного контенту. У зв'язку з цим, посилена увага приділяється здійсненню якісної підготовки вчителів, зокрема вчителів математики як однієї із STEM-дисциплін, реалізації довгострокових ініціатив щодо їх професійного розвитку [3].

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Теоретичний аналіз науково-методичної літератури показує, що компетентісний підхід в освіті представлений достатньо широко та обґрунтований в публікації таких вітчизняних та зарубіжних авторів як: М. Авдєєва, І. Бех, Н. Бібік, В. Болотов,