

during the teaching process in secondary schools. Thus, we draw a parallel between the training of students at pedagogical universities and students in schools.

The aim of the work is to form general approaches to the training of future teachers in the field of modern information technologies usage in the teaching process. The paper provides examples of information technology usage for education over the past 15 years and provides conclusions on improving the effectiveness of learning how to use modern information and communication tools that are constantly changing (and can be modified over the time or even completely disappear).

Those results obtained during many years of work, can be used in the preparation of students at pedagogical universities. Particular attention is paid to the training of computer science teachers. The results of experimental usage of distance learning and effective communication policies are based on the experience of working with students and staff of the Department of Applied Mathematics and Informatics of the State Institution "South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushinsky" and with students of Odessa secondary school № 73 of I-III level of accreditation. In the article we also pay attention to training implementation features specific to synchronous and asynchronous education forms (namely, synchronous training and asynchronous training).

**Keywords:** distance learning, blended learning, effective communication, synchronous learning, asynchronous learning, teacher training.

DOI 10.31392/NPU-nc.series 2.2020.22(29).18

УДК 378.4.091:004

**Валентина Валеріївна Пікалова**

старший викладач кафедри комп'ютерної математики і аналізу даних  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна  
ORCID 0000-0002-0773-2947  
*valentyna.pikalova@kphi.edu.ua*

## **GEOGEBRA ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРОВАДЖЕННЯ STEM ОРІЄНТОВАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ПРАКТИКУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ**

**Анотація.** Виходячи з проведеного аналізу наукових та навчально-методичних джерел з проблем підготовки вчителя математики для реалізації концепції STEM освіти, встановлено актуальність упровадження у практику його підготовки STEM орієнтованих досліджень у середовищі пакету GeoGebra та обґрунтовано необхідність розробки і висвітлення методичних підходів до їх реалізації. Метою написання роботи є розробка та висвітлення методичних підходів до реалізації STEM орієнтованих досліджень майбутніх вчителів математики у середовищі пакету GeoGebra.

Відповідно до мети, в роботі сформульовано сутність і спрямованість STEM орієнтованих досліджень, що полягає у комплексному вивченні певного явища (поняття, об'єкту) і його поведінки з точки зору аспектів цілого спектру природничо-математичних наук у їх взаємозв'язку, а також з урахуванням їх зв'язку з реальним життям. Встановлено, що методика їх реалізації має спиратися на систему спеціально розроблених дослідницьких завдань та на заздалегідь розроблену дидактичну підтримку, що спонукає майбутнього вчителя до виявлення інтегративної сутності і глибокого розуміння конкретних математичних понять у контексті практично значущої міжпредметної задачі. У роботі наведено типи та загальну характеристику таких дослідницьких завдань, а також наведено конкретні приклади кожного типу завдань із фокусом на проведення STEM дослідження. Можна припустити, що така система дослідницьких завдань сприятиме ефективному упровадженню STEM орієнтованих досліджень у практику підготовки майбутнього вчителя математики. До перспектив роботи слід віднести розробку критеріального апарату для вивчення впливу запропонованої методики на рівень готовності майбутнього вчителя математики до реалізації стратегії STEM освіти під час проведення емпіричного дослідження.

Упровадження STEM-освіти передбачено на всіх освітніх рівнях, проте на цей час основна увага науковців і педагогів-практиків зосереджена на питаннях STEM-освіти учнів закладів загальної середньої освіти, і значно менше досліджень присвячено проблемам її реалізації у закладах вищої освіти

**Ключові слова:** STEM освіта, STEM орієнтоване дослідження, підготовка майбутнього вчителя математики.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** В Україні, як і в багатьох країнах світу, які перспективи свого соціально-економічного розвитку пов'язують із створенням наукоємних

виробництв і впровадженням новітніх технологій в усі сфери життєдіяльності, багато уваги приділяється формуванню національного кадрового капіталу для забезпечення нагальних потреб і запитів ринку праці. Саме це й дало поштовх розвитку STEM-освіти, провідною метою якої є зацікавлення учнів у набутті природничо-математичних знань та спрямування їх інтересу до оволодіння професіями, гостро затребуваними в інноваційних галузях економіки.

Разом з тим цілком зрозуміло, що рушієм змін у шкільній освіті є вчитель, що актуалізує дослідження питань модернізації підготовки майбутніх учителів в окресленому напрямі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** STEM-освіта розглядається сьогодні як інноваційний підхід у природничо-математичній підготовці майбутніх учителів. Багато науковців (О. Барна, Н. Балик, Я. Василенко, Н. Гончарова, С. Кода, Т. Крамаренко, Г. Шмигер та інші) зосереджують свою увагу на питаннях упровадження STEM-освіти у процес підготовки майбутніх учителів [3; 5; 6]. STEM-освіта орієнтує на суттєве збільшення дослідницької та експериментальної компонентів у пізнавальній діяльності студентів. Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер, Я. П. Василенко в [1] наголошують, що «особливу роль у формуванні STEM-компетентностей відіграє метод моделювання – як метод дослідження об'єктів, який починається з побудови моделей (інформаційних, математичних, комп'ютерних) процесів в об'єкті, що досліджується, і завершується приведенням результатів, отриманих моделюванням, до умов функціонування об'єкта». Науковці звертають увагу на те, що невід'ємною умовою якісної реалізації STEM-освіти є використання новітніх інформаційно-комунікаційних технологій, до яких відносяться потужні інструменти для модернізації й підвищення ефективності освітнього процесу з природничо-математичних дисциплін. До таких інструментів належать насамперед математичні комп'ютерні пакети, серед яких явним лідером останнім часом виступає середовище динамічної математики GeoGebra, яке широко застосовується в освітніх закладах багатьох країн світу, зокрема в Австрії, Польщі, Німеччині, Великобританії, Канаді, США, Італії, Іспанії, Норвегії, Фінляндії, Швеції, Австралії [7; 8; 9].

Разом з тим, аналіз джерел доводить, що практичні питання використання пакету GeoGebra як інструмента STEM-освіти майбутніх учителів математики залишаються недостатньо висвітленими. Мета роботи полягає у розкритті методичних підходів до реалізації STEM орієнтованих досліджень майбутніх вчителів математики у середовищі пакету GeoGebra.

**Подання основного матеріалу дослідження.** Відмінність STEM орієнтованих досліджень полягає у комплексному вивченні певного явища (поняття, об'єкту) і його поведінки з точки зору аспектів цілого спектру природничо-математичних наук у їх взаємозв'язку, а також з урахуванням зв'язку із реальним життям. Урахування зазначеної відмінності потребує розробки методичних засад реалізації таких досліджень у процесі підготовки сучасного вчителя математики. Запропонована нами методика спирається на систему спеціально розроблених дослідницьких завдань та способів управління самостійною діяльністю майбутнього вчителя у процесі їх виконання. Схарактеризуємо типи означених дослідницьких завдань та схему роботи з ними.

Виконання завдань першого типу призначене для опрацювання певного математичного поняття (факту) у його міжпредметному контексті упродовж двох етапів. На початковому етапі студенти виконують покрокову побудову комп'ютерних моделей із залученням необхідних інструментів GeoGebra. На наступному етапі передбачається проведення STEM орієнтованого дослідження з опорою на запропонований ланцюжок мікродосліджень.


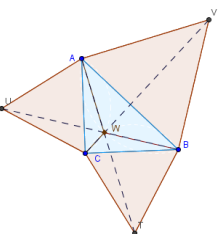

Продемонструємо опрацювання дослідницьких завдань першого типу.


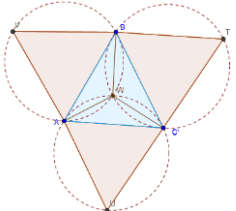
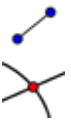
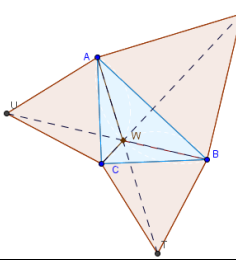

**Приклад 1.** Побудова точок Ферма-Торрічеллі, дослідження їх властивостей та залучення до розв'язування практично-значущих задач.

Студентам пропонується задача на побудову 1, кроки якої наведено у (Табл. 1).

*Таблиця 1*

**Покрокова побудова для задачі 1.**

1.		<p>За допомогою інструменту «Правильний багатокутник» виділіть кінці сторони трикутника і в діалоговому вікні вкажіть кількість вершин (три). Щоб зовнішній правильний трикутник не був побудований «всередину» основного, вершини необхідно вказувати вершини в порядку проти годинникової стрілки.</p>	
2.		<p>Побудуйте зовнішні правильні трикутники на всіх сторонах вихідного трикутника.</p>	

3.		<p><i>Перший спосіб:</i> Побудуйте три кола навколо кожного з зовнішніх трикутників (інструмент «Коло за трьома точкам»). Знайдіть точку перетину трьох кіл, що описують зовнішні трикутники Проведіть допоміжні відрізки від вершин трикутника до знайденої точки перетину.</p>	
		<p><i>Другий спосіб:</i> З'єднайте відрізками вільні вершини зовнішніх правильних трикутників із протилежними вершинами вихідного трикутника. Знайдіть точку перетину цих відрізків Це перша точка Торрічеллі.</p>	
4.		<p>Вкажіть побудовані об'єкти кольором і створіть прапорці для контролю видимості елементів креслення.</p>	

*Дослідження 1.* Знайдіть другу точку Ферма-Торрічеллі, побудувавши правильні трикутники «всередину» основного. Дослідіть властивості точки Ферма-Торрічеллі: сума відстаней від точки до вершин трикутника мінімальна, а всі вершини видно з неї під кутом  $120^\circ$ .

*Дослідження 2.* Відповідно до означення точки Ферма-Торрічеллі, вона може існувати тільки в трикутнику, всі кути якого менше  $120^\circ$ . Користуючись одержаною динамічною моделлю, дослідіть положення точки Ферма-Торрічеллі (відносно трикутника), коли один кут трикутника більше  $120^\circ$ . Встановіть, чи буде вона в цій ситуації мати свої властивості. Встановіть чи будуть в цій ситуації зберігатися її властивості. Визначте, що відбуватиметься за наявності кута, рівного  $120^\circ$ .

*Дослідження 3.* Користуючись динамічною моделлю для задачі на побудову точки Ферма-Торрічеллі, спробуйте визначити, як використати властивості цієї точки для розв'язування актуальних задач Вашого міста.

1) Уявіть, що Вам необхідно розмістити центр невідкладної медичної допомоги так, щоб він знаходився на мінімальній відстані від трьох точок міста А, В, С. Рекомендуємо використати цифрову географічну карту міста у якості робочого геометричного поля GeoGebra.

2) Поставте у відповідність точкам міста вершини трикутника та визначте, чи існує для цього трикутника точка Ферма-Торрічеллі, знайдіть для нього цю точку.

3) Визначте, якій географічній точці на карті відповідає знайдена точка Ферма-Торрічеллі. Дослідіть, чи можливо з точки зору соціальних, економічних та географічних умов розмістити в цій точці центр невідкладної медичної допомоги.

4) Якщо це неможливо, користуючись побудованою Вами моделлю, змінійте положення точок А, В, С і доберіть таке їх геометричне розташування, щоб побудований трикутник і його точка Ферма-Торрічеллі відповідали поточним соціальним запитам міста.

*Дослідження 4.* Сформулюйте математичну задачу про використання властивостей точки Ферма-Торрічеллі, яка може виникнути під час побудови доріг між населеними пунктами Вашого регіону з метою економії ресурсів. Застосуйте розроблену Вами динамічну модель для розв'язування та дослідження цієї задачі.

Дослідницькі завдання другого типу, розроблені для реалізації методики проведення STEM орієнтованих досліджень, спираються на використання готових динамічних моделей, заздалегідь побудованих з метою вивчення математичних понять у їх взаємозв'язку із іншими дисциплінами та реальним життям. До кожної з моделей пропонується така загальна схема роботи: вивчення короткого опису моделі, що пояснює поняття (явище), взяте за основу моделі; опанування відповідного функціоналу моделі; опрацювання моделі з усвідомлення сутності поняття (явища) за опорними питаннями; проведення STEM зорієнтованого дослідження на міжпредметних засадах.

Наведемо фрагмент STEM зорієнтованого дослідження на основі GeoGebra моделі «Математичний маятник» (Рис. 1).

Опрацюйте модель: дослідіть період коливань математичного маятника амплітуди, маси, довжини. Для цього увімкніть анімацію та змінійте положення повзунків. Спостерігайте за змінами та встановіть, що саме впливає на дані зміни, зробіть висновки. Виконайте такі завдання.

1. Спостерігайте за моделлю та встановіть, графік якої функції описується через коливальні рухи маятника. Запишіть формулу цієї залежності у термінах моделі.

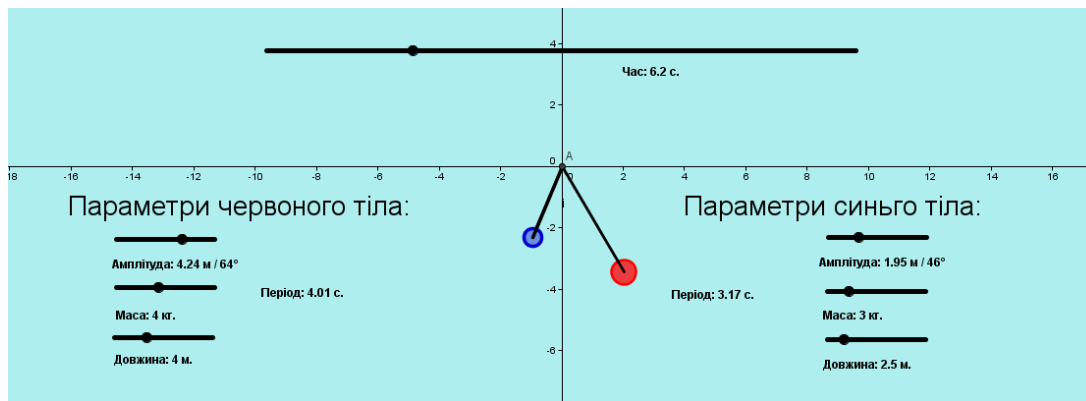


Рис. 1. Фрагмент опрацювання моделі «Математичний маятник».

2. Знайдіть координати точок центрів червоної та синьої кулі, у випадках коли вектор натягу нитки знаходиться під кутом: 1) 30; 2) 45; 3) 90; 4) 120 градусів до осі OX. В такому разі показники повзунків моделі набудуть таких значень: амплітуда в двох випадках-максимальна; маса червоної кулі 2 кг, синьої 5 кг; довжина 5 м та 2.5 м відповідно.

3. Домалюйте одну зі сторін трикутника утвореного натягами ниток (див. Рис. 2) та обчисліть його периметр та площу.

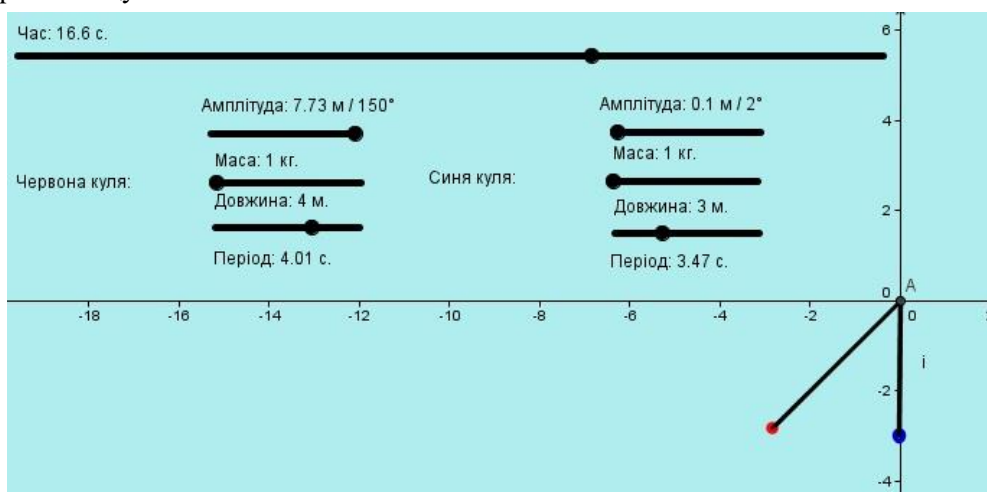


Рис 2. Фрагмент опрацювання моделі «математичний маятник».

4. Доберіть параметри моделі, за яких через натяги ниток маятників утворюються трикутники різних типів та властивостей. Встановіть, від яких фізичних параметрів це залежить.

5. Наведіть приклади фізичних механізмів, де застосовується принцип роботи маятників.

Характеризуючи розроблену нами систему спеціальних дослідницьких завдань для реалізації методики проведення STEM орієнтованих досліджень у середовищі пакету GeoGebra, в якому налічується загалом близько дев'яноста реалізованих навчальних моделей із підтримкою проведення досліджень, які можуть бути застосовані в рамках підготовки майбутнього вчителя математики до впровадження стратегії STEM освіти. Зауважимо, що покрокову побудову моделей у GeoGebra, що становлять основу дослідницьких завдань першого типу, наведено у розробленому практикумі [4]. Заздалегідь побудовані в GeoGebra динамічні моделі для виконання дослідницьких завдань другого типу є хмаро орієнтованим комплексом міждисциплінарних моделей [2], які можуть бути використаними у практиці STEM освіти.

**Висновки.** Виходячи з проведеного аналізу наукових та навчально-методичних джерел з проблем підготовки вчителя математики для реалізації концепції STEM освіти, встановлено актуальність упровадження у практику його підготовки STEM орієнтованих досліджень у середовищі пакету GeoGebra та обґрунтовано необхідність розробки і висвітлення методичних підходів до їх реалізації.

У роботі сформульовано сутність і спрямованість STEM орієнтованих досліджень. Встановлено, що методика їх реалізації має спиратися на систему спеціально розроблених дослідницьких завдань та на заздалегідь розроблену дидактичну підтримку, що спонукає майбутнього вчителя до виявлення інтегративної сутності і глибокого розуміння конкретних математичних понять у контексті практично значущої міжпредметної задачі. Наведено типи та загальну характеристику таких

дослідницьких завдань, а також конкретні приклади кожного типу завдань із фокусом на проведення STEM дослідження.

Можна припустити, що використання такої системи дослідницьких завдань сприятиме ефективному впровадженню STEM орієнтованих досліджень у практику підготовки майбутнього вчителя математики. До перспектив роботи слід віднести розробку критеріального апарату для вивчення впливу запропонованої методики на рівень готовності майбутнього вчителя математики до реалізації стратегії STEM-освіти.

#### Список використаних джерел

- [1] Балик Н.Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*, 2017. № 2(12). С. 26-30.
- [2] Bilousova L.I., Gryzun L.E., Sherstiuk D.H., Shmelster E.O. Cloud-based complex of computer transdisciplinary models in the context of holistic educational approach. *Cloud Technologies in Education*. Proceedings of the 6 th Workshop CTE 2018, (Kryvyi Rih, Ukraine, December 21), 2018. Vol. 2433, pp. 336-351. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper22.pdf>.
- [3] Гончарова Н.О. Професійна компетентність учителя в системі навчання STEM. *Наукові записки Малої академії наук України* : зб. наук праць. – К. : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2015. Вип. 7. С. 141-148.
- [4] Гризун Л.Е., Пікалова В.В., Русіна І.Д., Цибулька В.А. *Практикум з опанування пакету динамічної математики GeoGebra як інструменту реалізації STEAM-освіти* : навчальний посібник, Харків : ХНПУ імені Г.С. Сковороди, 2018. 80 с.
- [5] Кода С.В. STEM-освіта – шлях до професійної майстерності педагога. *Особистісно-професійна компетентність педагога: теорія і практика* : матеріали III Всеукраїнської науково-методичної конференції (20 лютого 2019 р.) / за заг. ред. Л.В. Серих. Суми : Ніко, 2019. С. 149-152.
- [6] Крамаренко Т. Г. Проблеми підготовки учителя до впровадження елементів STEM-навчання математики. *Фізико-математична освіта*, 2018. № 4. С. 90-95. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2018\\_4\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2018_4_16).
- [7] Ракута В.М. Система динамічної математики GeoGebra як інноваційний засіб для вивчення математики. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2012. №4 (30). URL: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/700/524#.VVzCkvntnZE>
- [8] Ракута В. М. Бібліотека комп'ютерних моделей, як необхідна складова сучасного навчального середовища. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кіровоград*: ПВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. №98. С. 246–249.
- [9] Schoen R. Model-Centered Learning. Pathways to Mathematical Understanding Using GeoGebra. *Sense Publishers*, AW Rotterdam, The Netherlands, 2011. 257 p.

#### References

- [1] Balyk N.R. (2017) Approaches and features of contemporary STEM education. *Physical and mathematical education*. Vol. **2(12)**, p. 26–30 (in Ukrainian).
- [2] Bilousova L.I., Gryzun L.E., Sherstiuk D.H., Shmelster E.O. (2018) Cloud-based complex of computer transdisciplinary models in the context of holistic educational approach. *Cloud Technologies in Education*. Proceedings of the 6 th Workshop CTE 2018, (Kryvyi Rih, Ukraine, December 21). Vol. **2433**, p. 336-351. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2433/paper22.pdf> (in English).
- [3] Honcharova N.O. (2015) Professional competence of a teacher in STEM training system. *Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine*. Kyiv. Vol. **7**, p. 141-148. (in Ukrainian).
- [4] Gryzun L.E., Pikalova V.V., Rusina I.D., Tsybulka V.A. (2018). *Tutorial on mastering the dynamic mathematics package GeoGebra as a tool for implementing STEAM-education: a textbook*. Kharkiv, 80 p. (in Ukrainian).
- [5] Koda S.V. (2019) STEM-education as a way to the professional skill of a teacher. *Personal and professional competence of a teacher: theory and practice: materials of the III All-Ukrainian scientific-methodical conference* (February 20, 2019) / for general ed. L.V. Sierykh. Sumy, p. 149-152 (in Ukrainian).
- [6] Kramarenko T.G. (2018) Problems of teacher preparation for the introduction of elements of STEM-teaching of mathematics. *Physical and mathematical education*. Vol. **4**, p. 90-95. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2018\\_4\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2018_4_16) (in Ukrainian).
- [7] Rakuta V.M. (2012) GeoGebra dynamic mathematics system as an innovative tool for studying mathematics. *Information technology and learning tools*. Vol. **4(30)**. URL: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/700/524#.VVzCkvntnZE> (in Ukrainian).

- [8] Rakuta B.M. (2011) Computer model library as a necessary component of the modern learning environment. *Scientific notes. Series: Pedagogical sciences*. Kirovohrad. Vol. **98**, p. 246–249. (in Ukrainian).
- [9] Schoen R. (2011) Model-Centered Learning. Pathways to Mathematical Understanding Using GeoGebra. *Sense Publishers, AW Rotterdam, The Netherlands*, 257 p. (in English).

*Pikalova V.V.*

### **GEOGEBRA AS AN INSTRUMENT OF IMPLEMENTATION OF STEM ORIENTED EXPLORATIONS INTO THE TRAINING OF A PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHER**

**Abstract.** Based on the analysis of scientific and educational sources on the problems of training mathematics teachers to implement the concept of STEM education, the relevance of implementing STEM-oriented explorations within GeoGebra environment is established and the need to develop methodological approaches to their implementation. The aim of the work is to develop and cover methodological approaches to the implementation of STEM-oriented explorations of pre-service mathematics teachers within GeoGebra environment. In accordance with the purpose, the paper formulates the essence and direction of STEM-oriented research, which consists in a comprehensive study of a phenomenon (concept, object) and its behavior in terms of the aspects of a range of natural and mathematical sciences in their relationship, as well as given their connection to real life. It is established that the method of their implementation should be based on a system of specially designed exploration tasks and pre-designed didactic support, which encourages future teachers to identify the integrative essence and deep understanding of specific mathematical concepts in the context of a practical interdisciplinary task. The paper presents the types and general characteristics of such exploration tasks, as well as specific examples of each type of tasks with a focus on STEM research. It can be assumed that such a system of exploration tasks will contribute to the effective implementation of STEM-oriented investigations into the practice of training future mathematics teachers. The prospects of the work include the development of a criterion apparatus for empirical study of the impact of the proposed method on the level of readiness of pre-service mathematics teachers to implement the strategy of STEM education.

**Keywords:** STEM education, STEM-oriented exploration, pre-service mathematics teacher's training.

DOI 10.31392/NPU-nc.series 2.2020.22(29).19  
УДК 378.147:004]:378.22

**Наталія Дмитрівна Карпенко**  
завідуюча лабораторії «Інформаційних систем і технологій»  
Київський державний коледж туризму та готельного господарства  
ORCID 0000-0002-5740-2153  
*nd.karpenko@ukr.net*

### **ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ ФАХОВИХ МОЛОДШИХ БАКАЛАВРІВ**

**Анотація.** З 2020 навчального року заклади вищої освіти I-II рівнів акредитації починають готувати фахових молодших бакалаврів. В статті розглянуто шляхи формування у студентів практичних вмінь і навичок роботи з сучасними інформаційними технологіями та автоматизованими системами. Зміни, які відбуваються в суспільстві, пов'язані із стрімкою інформатизацією освітньої, соціальної, політичної, економічної сфер діяльності людини, існування спільного інформаційного простору потребують підготовлених спеціалістів, які вміють використовувати різноманітні сучасні інформаційні технології для розв'язування фахових задач, готовими до самоосвіти і мають бажання це робити. Підготовка студентів спеціальності «Облік і оподаткування» потребує якісного, поглибленого вивчення дисциплін «Інформатика» та «Інформаційні системи і технології в обліку», як інструменту обліковця. Формування практичних навичок використання інформаційних технологій починається на 1 і 2 курсах, а з інформаційними системами на 3 курсі.

Проаналізовано особливості практичної підготовки студентів, навчальне програмне забезпечення, кількість годин на виконання лабораторних робіт та їх тематика. Розглянуто шляхи мотивації та самоосвіти студентів на прикладі роботи сертифікованого центру навчання коледжу, створення спільного навчального інформаційного простору «студент – викладач». Це може бути навчання на он-лайн платформах, участь у відкритих конкурсах та олімпіадах, майстер-класи від фірм розробників програмного забезпечення, сертифікація студентів. Практична підготовка фахових