

То ж, наразі існує нагальна потреба в підготовці та перепідготовці вчителів математики, які зможуть працювати в цьому напрямку та перевести впровадження STEM-освіти з поодинокого на масовий рівень. Потрібно переглянути підходи до стимулювання всіх учасників STEM-навчання.

Список використаних джерел:

1. Акронім – що це таке і що означають слова акроніми. URL: <https://termin.in.ua/akronim/> (Дата звернення: 10.12.2022).
2. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (Дата звернення: 19.05.2022).
3. Корнійчук О.Е. Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей коледжів : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ, 2010. 342 с.
4. Лаврова А.В. Формування предметної компетентності учнів старшої школи під час навчання фізики. *Kluczowe aspekty naukowej działalności*. 2015. № 7. С. 10-13.
5. Проект концепції STEM-освіти в Україні. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBM0APKT0d3R29PbWZwUnM/view>
6. Що таке STEAM-освіта і з чим його «ідять» в Україні? URL: <https://edpro.ua/blog/shcho-take-stem-v-ukraini-i-z-chym-yogo-yidjat> (Дата звернення: 19.05.2022).

Tetiana Dumanska¹, Yuriy Smorzhevsky¹,
Hanna Homeniuk²

¹Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University

²Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

STEM-COMPETENCES OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS AND METHODS OF THEIR FORMATION

The article discusses the general principles of STEM education and the ways of forming STEM competence of future mathematics teachers, in particular, solving applied problems, implementing STEM projects, implementing elements of STEM technologies in mathematics classes, holding STEM weeks. The analysis of scientific and methodological sources showed that the implementation of STEM education is a creative process aimed at improving the quality of education, it is the result of the activity of all subjects of the educational process. Activities within the framework of STEM education are the creation of stable connections between the educational institution, society, professional activity and the whole world.

Since the main subject of the implementation of STEM education is the teacher, that is, the implementation of innovation is possible through the organization of activities, first of all, of teachers of higher education institutions, and later – teachers of general secondary and vocational (vocational-technical) education institutions. The research proved that there is currently an urgent need for training and retraining of mathematics teachers who will be able to work in this direction and transfer the implementation of STEM education from an individual to a mass level.

Key words: STEM-education, mathematics, STEM-competence, applied task, STEM-project, STEM-technologies, STEM-week.

Отримано: 10.10.2022

УДК 53(07)+372.53

DOI: 10.32626/2307-4507.2022-28.11-14

О. П. Ксендзенко

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

e-mail: kсендзен90@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1384-1530

МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ В УМОВАХ STEM-ОСВІТИ

У статті розглянуто поняття STEM-освіти, її ключові властивості. Сформовано основні переваги та принципові відмінності такого типу освіти у порівнянні з традиційними методами, які включають основний компонент інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій. Проаналізовано зміст поняття цифрової компетентності, набуття якої є одним із якісних результатів впровадження STEM-освіти у навчальний процес. Виходячи з досліджень науковців, визначено основні критерії формування цифрової компетентності та були сформовано основні напрямки розвитку цифрових компетенцій у майбутніх учителів фізики, які включають використання цифрових технологій та різноманітних прикладних програм для подачі теоретично-практичного матеріалу, впровадження у навчальний процес мобільних пристроїв, засобів робототехніки, віртуальних лабораторій, спеціалізованого програмного та апаратного забезпечення.

Ключові слова: цифрова компетентність, STEM-освіта, інформаційно-комунікаційні технології, мобільні пристрої, робототехніка, навчальний процес з фізики.

Під час формування цифрового напрямку в країні треба вимагати відповідної орієнтації у системі освіти, а також у підготовці майбутніх учителів фізики, для використання в своїй діяльності сучасних цифрових технологій, які будуть поєднувати STEAM-освітні напрямки та на фоні цього формувати цифрові компетенції.

Один з напрямків такої концепції є перехід до інноваційної освіти європейського рівня, яка передбачає підготовку фахівців нової генерації, здатних до сучас-

них умов соціальної мобільності, засвоєння передових технологій, а це можливо тільки з використанням STEAM-технологій [9].

Актуальність проблеми дослідження щодо професійної підготовки майбутніх учителів фізики, з набуванням цифрових компетенцій визначається у нормативно-правових документах: в Законі України «Про освіту», «Про загальну середню освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інновацій-

ну діяльність», в Указах Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (№ 344/2013 від 25.06.2013 р.), «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні» (№ 926/2010 від 30.09.2010 р.), в Положеннях про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності (наказ МОН України № 522 від 07.11.2000 р.; зі змін і доп., внесеними наказом МОН молоді і спорту України № 1352 від 30.11.2012 р., наказом Міністерства освіти і науки України № 380 від 31.03.2015 р.), накази Міністерства освіти і науки: від 17.05.2017 № 708 «Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою: «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEAM-центру (ВНМВ STEAM-центр)» на 2017-2021 роки»; від 29 квітня 2020 р. № 574. Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій» та інших нормативних документах.

Основне впровадження STEAM-освіти у навчальний процес розглядалося у наукових працях С. Квадріціуса [2], О. Костельової, Н. Ярмолович [4], Г. Шмигер, Я. Василенко [5], О. Мартинюка [6] та інших. Формування інформаційно-цифрової компетентності у процесі навчання Ю. Рамським [7], К. Чернобай [8], І. Малицькою [9] Г. Сакуною, І. Мороз [10] та іншими.

При вивченні усіх досліджень у нас сформувалася концепція, що для реалізації STEAM-освіти потрібно ставити завдання для підготовки майбутнім учителям фізики, які мають набувати необхідні компетенції, серед яких найбільш затребуваними є мета-предметні та проектно-дослідницькі навички. У процесі навчання в даний час крім умінь вирішувати стандартні професійні завдання з навчання, виховання та розвитку, ще потрібно бути готовим до генерації нових ідей, реалізації їх у проектах, проведення наукових досліджень та впровадження їх результатів.

На наш погляд, однією з можливих інновацій у підготовці майбутніх учителів фізики є STEAM-освіта, яка повинна формувати у подальшому цифрові компетенції.

Сьогодні STEAM технологія – один із основних трендів у світовій освіті. Абревіатура розшифровується як: S – science, T – technology, E – engineering, A – art, M – mathematics, або: природничі науки, технологія, інженерне мистецтво, творчість, математика, ряд авторів порівнюють із найбільш затребуваними у сучасному світі напрямками.

Методика STEAM-освіти, спочатку повинна мати на увазі змішане середовище навчання і повинна показувати майбутнім учителям фізики, як науковий метод може бути застосований до повсякденного життя та постійного формування цифрових компетенцій.

STEM-освіта спрямована на формування навичок адаптації до тих змін, що відбуваються у технологіях та науці, і які стануть ключовими для подальшого навчання та працевлаштування. Концепція нової української школи, яка зараз набуває широкого впровадження, передбачає, що учні, а потім і здобувачі вищої освіти в процесі навчання повинні оволодіти рядом компетентностей, зокрема, інформаційно-цифровою [1]. Визначення ключових компонентів для формування інформаційно-

цифрової компетентності майбутніх учителів фізики у процесі впровадження STEAM-освіти є актуальним.

Під час вивчення основної літератури були виділені наступні складові, які, на нашу думку, можна віднести до STEAM-орієнтованого освітнього середовища:

- відкриті електронно-цифрові ресурси, які можуть бути розповсюджені через електронні підручники, електронні бібліотеки, блоги науково-педагогічних працівників, сайти Міністерства освіти і науки, дистанційні курси;
- засоби інформаційно-цифрових технологій, що забезпечують комунікацію та співробітництво між учасниками учбового процесу, що можуть бути здійснені, на нашу думку, за допомогою відкритих форумів, вебінарів, Інтернет-конференцій;
- онлайн оцінювання та самооцінювання, що може здійснюватися через конкурси, олімпіади, квести, тести, проекти, що сприяють мотивації майбутніх учителів фізики, щодо вивчення дисципліни STEAM та розвитку інформаційно-цифрової компетентності, щоб забезпечувати модернізацію освіти відповідно до вимог суспільства;
- лабораторії, що мають включати в себе симулятор, ігри, імітаційні моделі.

Згідно з цим, ми сформували основу моделі цифрової компетентності майбутніх учителів фізики в умовах STEAM-освіти, яка полягає в умінні використовувати цифрові технології для підтримки творчості, активного громадянства та соціальної інтеграції, співпраці з іншими людьми для досягнення особистих, соціальних або комерційних цілей. Також все це повинно об'єднувати цифрову та інформаційну грамотність, комунікацію та співпрацю, створення цифрового контенту (такого як програмування, електронно-цифрові елементи, компоненти метрології та інше), кібербезпеку та вирішення задач освіти.

Також ми провели тонку грань у нашому експерименті та звели у *таблицю 1*, яка: характеризує основні складові навчально-виховного процесу майбутніх учителів фізики в умовах STEAM-освіти при вивченні основних дисциплін, які включені у навчальний план за спеціальністю 014 Середня освіта (Фізика); дає основні напрямки розподілу цифрових компетенцій.

З *таблиці 1* можна сформулювати сутність цифрової компетентності майбутніх учителів фізики в умовах STEM-освіти, тобто здобувачам вищої освіти з цифровою компетентністю необхідно розвивати ефективні, інклюзивні та інноваційні стратегії викладання та навчання. Складові, які перераховані в цих групах, детально описують, як необхідно здійснювати ефективне та інноваційне використання цифрових технологій при плануванні (група 2), реалізації навчання (група 3), оцінювання (група 4) викладання та навчання. Група 5 визначає потенціал цифрових технологій для здійснення стратегії навчання, орієнтоване на майбутніх учителів фізики. Ця група є трансверсальною (наскрізною) для інших груп, тобто вона містить керівні принципи, які стосуються складових інших груп, а також доповнюють їх.

Запропонована модель цифрової компетентності має на меті допомогти майбутнім учителям фізики в

умовах STEM-освіти зрозуміти їхні особисті сильні та слабкі сторони, і описує різні групи або рівні розвитку.

Таблиця 1.

Напрямки навчання майбутніх учителів фізики в умовах STEM-освіти

Група	Процес навчання	Характеристика
1	Професійна грамотність в умовах STEM-освіти	Ця умова може бути реалізована при сучасному інформаційному спілкуванні з використанням різних засобів.
2	Цифрові ресурси в умовах STEM-освіти	Ця група повинна бути реалізована при сучасних інформаційних засобах навчання, комплексів вимірювальних та електронно-цифрових, різних інтелектуальних симуляторів, програм. Якщо володіти цими знаннями можна говорити про формування предметної компетентності.
3	Викладання та навчання	Ця група спрямована на управління та організацію цифрового використання технологій для потреб викладання та навчання.
4	Оцінювання	Ця група призначена для використання цифрових стратегій для підтримки процесів оцінювання
5	Розширення можливостей майбутніх учителів фізики в умовах STEM-освіти	Ця група повинна зосереджуватися на використанні потенціалу цифрових технологій для здійснення навчання
6	Сприяння цифровій компетентності майбутніх учителів фізики в умовах STEM-освіти	Ця група спрямована на розвиток таких професійних компетентностей, що сприяють формуванню цифрової компетентності здобувачів вищої освіти.

Охарактеризуємо кожен рівень детальніше, який ми проаналізували [3], та вважаємо, що його можна використовувати:

I – рівень – початковий. При цьому рівні можемо обирати напрямки інноваційної діяльності, формування творчих груп майбутніх учителів фізики, які впроваджуватимуть інноваційну діяльність в навчально-виховний процес у подальшому. На цьому рівні повинні накопичуватися знання, вміння використовувати прикладні програми, складати електронно-цифрові елементи (схеми), які в подальшому будуть знаходити своє застосування у навчальному процесі.

II – рівень – достатній. Тут, на нашу думку, повинні враховуватися специфічні та індивідуальні особливості майбутніх учителів фізики, які будуть застосовувати усі теоретичні знання зі інноваційної діяльності та постійно удосконалювати пізнавальний інтерес до нововведень в галузі STEM-освіти, але при цьому буде носити поверхневий характер.

III – рівень – середній. При цьому рівні майбутній учитель фізики в умовах STEM-освіти може усвідомлювати шляхи і способи практичного застосування інноваційних технологій; бажання використовувати інновації у своїх теоретичних знаннях та розглядати практичну діяльність, яка спрямована на адаптацію апробованих інноваційних прийомів, не підкріплених творчим доповненням.

IV – рівень – високий. На цьому рівні кожен майбутній учитель фізики в умовах STEM-освіти може розробляти власні інноваційні технології в межах впровадженної інноваційної діяльності (на прикладі розробки програмних забезпечень або робототехніки, як один з напрямків у фізиці).

Отже, у даному напрямку при підготовці майбутніх учителів фізики в умовах STEM-освіти, повинні формуватися різноманітні рівні цифрових компетенцій. Постійно розширювати спектр методів навчання, які можуть використовуватися не тільки при навчанні, а і, враховуючи наш стрімкий розвиток, у техніці.

Формування цифрової компетентності майбутніх учителів фізики в умовах STEM-освіти може бути досягнутим в ході інтеграції сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, електронно-цифрових пристроїв, робототехніки у навчальному процесі. Перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження вбачаємо в розробленні методичних засад та технічного програмного забезпечення для формування цифрової компетентності майбутніх учителів фізики.

Список використаних джерел:

1. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. Ухвалено рішенням колегії МОН 27.10.2016. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/novaukrainska-shkola-compressed.pdf> (Дата звернення 10.04.18).
2. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 9-10 листопада 2017 року, м. Київ. Київ: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. 160 с.
3. Коршунова О.В. STEM-освіта. Професійний розвиток педагога : збірник спецкурсів / О.В. Коршунова, Н.І. Гущина, І.П. Василяшко, О.О. Патрикеева. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2018. 80 с.
4. Костельова О.І., Ярмолівич Н.М. Особливості впровадження інноваційної освітньої технології STEM-освіти у навчально-виховний процес загальноосвітнього навчального закладу. Запоріжжя, 2017. 32 с.
5. Шмигер Г., Василенко Я. Деякі аспекти впровадження STEM-освіти в навчальний процес. *STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес* : Архів науково-методичних матеріалів викладачів та співробітників Тернопільського обласного комунального інституту післядипломної педагогічної освіти, м. Тернопіль, 2017. URL: http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4568/1/02_Shmyher.pdf
6. Мартинюк О.С. Інноваційні напрямки STEM-технологій у системі формування науково орієнтованої освіти. *Неперервна освіта в модусах минулого, теперішнього, майбутнього* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнарод. участю (Луцьк, 24-26 травня 2018 р.) / уклад. В.О. Савош. Луцьк: Вежа-Друк, 2018. С. 112-114.
7. Рамський Ю.С. Формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики : монографія. Київ: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2013. 366 с.
8. Чорнобай К.Г. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на практичних заняттях з методики викладання фізики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки*. 2013. Вип. 109. С. 277-280. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2013_109_72

9. Формування інформаційно-комунікаційних компетентностей у контексті євроінтеграційних процесів створення інформаційного освітнього простору : посібник / О.В. Білоус, О.О. Гриценчук, І.В. Іванюк та ін. ; за заг. ред. В.Ю. Бикова, О.В. Овчарук ; НАПН України, Ін-т інформ. технол. і засобів навч. Київ, 2014. 212 с.
10. Сакунова Г.В., Мороз І.О. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики через призму STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 1(15). С. 285-289.

Olga Ksendzenko

Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

MODEL OF FORMATION OF DIGITAL COMPETENCE OF FUTURE PHYSICS TEACHERS IN THE CONDITIONS OF STEM EDUCATION

The article discusses the concept of STEM education, its key properties. The main advantages and fundamental

differences of this type of education in comparison with traditional methods, which include the main component of information, communication and digital technologies, have been formed. The content of the concept of digital competence, the acquisition of which is one of the qualitative results of the introduction of STEM education into the educational process, is analyzed. Based on the research of scientists, the main criteria for the formation of digital competence were determined and the main directions of the development of digital competences in future physics teachers were formed. Which include the use of digital technologies and various application programs to provide theoretical and practical material, the introduction of mobile devices, robotics tools, virtual laboratories, specialized software and hardware into the educational process.

Key words: digital competence, STEM education, information and communication technologies, mobile devices, robotics, educational process in physics.

Отримано: 4.11.2022

УДК 78.147:371.134:53:004.92:004.55

DOI: 10.32626/2307-4507.2022-28.14-19

А. М. Кух¹, А. О. Пищаль

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
e-mail: ¹kukh@i.ua, andrij.pyschal@gmail.com; ORCID: ¹000-0002-7865-4704

МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ В СИСТЕМІ STEM-ОСВІТИ

У статті розглянуто адаптивну модель навчання, яка здатна надати кожному здобувачу вищої освіти допомогу для досягнення оптимального рівня інтелектуального розвитку відповідно до його природних здібностей і нахилів в системі STEM освіти. Розглянуто основні переваги адаптивної моделі навчання. Досліджено проблему адаптивного навчання в сучасних освітніх системах. Визначено, що планування і організація освітнього процесу, підбір типів завдань, рівнів їх складності, послідовності подачі матеріалу, проведення різних видів контролю, визначення критеріїв оцінки кожного виду завдання належать до методичних аспектів адаптивного навчання в системі STEM. До технічних аспектів належать: алгоритм, який пропонує перейти на новий рівень при правильному виконанні більшої частини завдань або повернутися на попередній рівень з урахуванням помилок, допущених при виконанні завдань; алгоритм формування ряду завдань відповідно до рівня знань здобувача вищої освіти; оцінювання його навчальних досягнень.

Ключові слова: адаптивне навчання; адаптивна технологія навчання; модель системи; дистанційні технології навчання, STEM.

З вимогами Концепції розвитку STEM-освіти до 2027 року важливе значення має її впровадження на всіх складових та рівнях освіти, встановлення партнерства з роботодавцями та науковими установами та їх залучення до розвитку природничо-математичної освіти. Головна ж мета Концепції – сприяння розвитку природничо-математичної освіти: вона визначається як фундамент конкурентоспроможності та економічного зростання нашої держави. Одним із завдань є набуття учнями STEM-компетенцій та підготовка фахівців нового покоління, здатних до засвоєння, втілення та розробки сучасних знань та новітніх технологій.

За Концепцією навчальні методики та навчальні програми STEM-освіти будуть спрямовані на формування компетенцій, актуальних на ринку праці, а саме:

- критичного, інженерного та алгоритмічного мислення;
- навичок обробки інформації та аналізу даних;
- цифрової грамотності;
- креативних якостей;
- інноваційності;
- навичок комунікації та командної роботи.

Методи викладання STEM, які давно вже застосовуються у найкращих світових навчальних закладах, суттєво відрізняються від традиційного для пострадянського простору підходу до природничо-математичної освіти. Вони доводять учням, що наука – це абстрактне, нудне і здебільшого теоретичне заняття. Адже наукові методи можна щодня застосовувати у повсякденному житті, якщо розуміти їхню суть. Результатом такого підходу до освіти стає логіко-критичне мислення, зосередженість на творчому аспекті вирішення стандартних завдань, інтерес до вирішення реальних проблем суспільства.

Для того, щоб STEM-освіта стала способом мислення та сформувала світогляд людини, залучати до неї потрібно з раннього віку.

Знайомство з STEM у молодших школярів побудовано навколо дослідження та розуміння навколишнього світу та формування обізнаності з основними напрямками та професіями STEM. Цей початковий крок забезпечує інтегрований підхід до навчання з поєднанням всіх чотирьох STEM-дисциплін (Science –