

АНАЛІЗ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ У КОНТЕКСТІ STEM-ОСВІТИ

[Basics of rhetoric and eloquence]. Ivano-Frankivsk, 120 p. [in Ukrainian].

2. Babych, N. D. (2000). *Linhvo-psykholohichni osnovy navchannia i yvchennia movy* [Linguistic and psychological basics of language teaching and learning]. Chernivtsi, 174 p. [in Ukrainian].

3. Denysiuk, L. (2002). *Elementy rytoryky na urokakh movy ta literatury* [Elements of rhetoric in language and literature lessons]. *Ukrainian language and literature*. No. 13, pp. 13–16. [in Ukrainian].

4. Danylchuk, O. & Tarasynska, I. (2001). *Prohrama z rytoryky* [A rhetoric program]. *Dyvoslovo*. Vol. 3, pp. 34–36. [in Ukrainian].

5. Derzhavnyi standart pochatkovoï osvity. *Zatverdzheno postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 21 liutoho 2018 r. № 87* [State standard of primary education. Approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine resolution of February 21, 2018]. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/pro-zatverdzhennya-derzhavnogo-standartu-pochatkovoyi-osviti>. (accessed 10 Apr. 2019). [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 27.08.2019

УДК 37.091, 374

DOI:

Наталія Валько, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформатики, програмної інженерії та економічної кібернетики Херсонського державного університету

АНАЛІЗ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ У КОНТЕКСТІ STEM-ОСВІТИ

У роботі представлено аналіз освітніх програм підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін закладів вищої освіти. Встановлено критерії сформованості STEM-культури майбутнього вчителя і умови в яких відбувається цей процес. Сформульовані умови розвитку STEM-культури майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін. На основі аналізу зроблено кількісну оцінку кредитів, які забезпечують предметну підготовку по кожному з напрямів: наука, технології, інженерія, математика. Визначено дисципліни, які впливають на розвиток STEM-культури майбутніх вчителів.

Ключові слова: STEM-освіта; STEM-навчання; освітні програми; міждисциплінарність; майбутні вчителі; природничо-математичні науки.

Рис. 1. Літ. 13.

Nataliya Valko, Ph.D. (Physical and Mathematical Sciences), Associate Professor of the Informatics, Software Engineering and Economic Cybernetics Department Kherson State University

AN ANALYSIS OF EDUCATIONAL PROGRAMS OF TRAINING OF FUTURE TEACHERS IN THE CONTEXT OF STEM-EDUCATION

An analysis of training programs for teachers of natural and mathematical disciplines of higher educational institutions is presented in the work. The educational programs of specialties and certain disciplines that influence the development of STEM-culture of future teachers are analyzed. The article presents the determination of cognitive activity from a philosophical point of view that has allowed establishing the criteria for the formation of the future teacher and the conditions in which this process takes place. It also shows the influence of key competencies on the formation and development of STEM-culture of future specialists. The criteria for its formation are as follows: the independent definition of the teaching plan, the application of technological and innovative solutions to the problem solving, the ability to determine the trends of educational technologies, the involvement of students into research activities, the dissemination of innovation and knowledge about them. The conditions for the development of the STEM-culture of the future teacher of natural and mathematical disciplines are formulated: the presence of disciplines supporting innovative technologies and the content of which is based on the integration of scientific methods into the educational process, the presence of a professional community that is the center of innovation. An analysis of educational programs for the training of teachers of specialties “014 Secondary education”, specialties “04 Mathematics”, “08 Physics”, “09 Informatics” and “15 Natural sciences” of the three institutions of higher education are presented. Quantitative assessment of educational credits, which provide subject preparation in each of the directions: science, technology, engineering, mathematics, is made. The disciplines that influence the development of STEM-culture of future teachers are determined.

Keywords: STEM-education; STEM-training; the educational programs; interdisciplinarity; pre-service teachers; natural sciences and mathematics.

Постановка проблеми. Поява і розвиток цифрових технологій спричинили глобальні зміни і посилили значущість освіти у суспільному житті людини. На зміну постіндустріальному суспільству прийшло інформаційне, головними продуктами

виробництва якого є інформація і знання. Вчені відзначають, що прогресивність суспільства визначається рівнем розвитку особистості. У свою чергу наука й освіта є пріоритетними сферами життєдіяльності у розвитку особистості та її конкурентоспроможності на ринку праці [8].

Перспективним напрямом розвитку системи освіти у XXI столітті стає STEM-освіта, яка покликана забезпечити молодь якісною фаховою підготовкою для здійснення професійної діяльності у світі інновацій та технологій. Кожна людина стає частиною технологічного світу і її конкурентоспроможність залежатиме від вмінь орієнтуватися і здійснювати професійну діяльність в умовах швидкого оновлення цифрової техніки, зміни парадигм у цифровому світі комунікацій. Складність технічних рішень поступово зростає. Потрібен певний рівень наукових, технічних, інформаційних, математичних компетентностей, які дозволяють бути в курсі інновацій та залишатись затребуваними на ринку праці і, разом з тим, “випереджати” технології, створюючи інноваційні продукти і приймаючи інноваційні рішення [6]. Процес підтримки інтегративного поєднання науково-дослідного, інноваційного та соціального розвитку є проявом STEM-культури особистості, яка забезпечує неперервність пізнання і продукування інноваційних рішень у змінюваному світі технологій. Формування і розвиток такої культури є актуальним питанням фахової підготовки вчителів, які забезпечуватимуть викладання інтегративних курсів навчання в рамках навчальних програм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблемою методики навчання окремих дисциплін природничого циклу як у закладах загальної середньої, так і вищої освіти займалися багато вчених. При цьому кожен науковець приділяв увагу своїй окремій галузі знань:

- методика навчання математики (А.М. Алексюк, В.Г.Бевз, Г.П.Бевз, М.І.Бурда, О.І.Глобіна, О.С.Дубинчук, М.І. Жалдак, В.Я. Забранський, Л.А. Калужнін, Л.Д. Кудрявцев, С.М. Лук'янова, О.І. Матяш, М.В. Працьовитий, Ю.С. Рамський, Г.І. Саранцев, О.І. Скафа, А.А. Столяр, З.І. Слєпкань, Н.А. Тарасенкова, І.Ф. Тесленко, В.А. Успенський, Т.М. Хмара, В.О. Швець, М.І. Шкіль та ін.);

- наукові дослідження в області використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі підготовки студентів належать М.І. Жалдаку, Т.В. Зайцевій, В.С. Круглику, Н.О. Кушнір, М.С. Львову, Н.В. Морзе, В.В. Осадчому, С.А. Ракову, О.В. Співаковському, Ю.В. Триусу, Ю.І. Сінько та ін.;

- методика навчання фізики (П.С. Атаманчук,

О.І. Бугайов, Г.Ф. Бушок, С.У. Гончаренко, О.І. Іваницький, А.І. Касперський, О.І. Ляшенко, М.Т. Мартинюк, М.І. Садовий, В.П. Сергієнко, В.Д. Сиротюк, Б.А. Сусь, В.Д. Шарко, М.І. Шут та ін.);

- методика навчання біології (М.С. Гончаренко, М.В. Гриньова, Л.М. Рибалко, Ю.П. Шапран та ін.);

- методика навчання хімії (П.І. Беспалов, Н.М. Буринська, Л.П. Величко, В.Я. Вівюрський, В.П. Гаркунов, П.А. Глоріозов, І.Л. Дрижун, Е.Г. Злотніков, Л.О. Казанцева, Г.В. Лісічкін та ін.).

Окреслені вище особливості розвитку суспільства та його запитів на підготовку фахівців визначають основну причину запровадження і постійного корегування Державних стандартів освіти, порівняно часту зміну навчальних планів та програм підготовки. Звідси і впливає важливість STEM орієнтованих підходів до навчання і формування особистості майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін. Принципами організації навчальної діяльності, що визначають зміст, організаційні форми і методи навчальної роботи STEM-освіти, є інноваційність, міждисциплінарність та науково-дослідна діяльність. Проведений аналіз публікацій зі STEM-освіти показав, що більша частина з них присвячена питанням практичного досвіду застосування STEM-технологій у навчальному процесі в рамках існуючих дисциплін.

Міждисциплінарність є перспективним напрямом розвитку освіти, тому актуальні дослідження різних підходів до її впровадження [1; 2; 4; 10]. Авторський колектив на чолі з Н.І. Поліхун аналізує STEM-освіту як педагогічну проблему. Вони вказують, що провідною ідеєю STEM-освіти є міждисциплінарність, яка “комплексно формує ключові фахові та соціально-особистісні компетенції молоді”.

У роботі [11] автори застерігають, що для STEM-освіти можливе поєднання лише “природничих, технічних та соціально-гуманітарних наук, що виявляється у застосуванні спільного математичного апарату, інформаційно-комунікаційних технологій, моделювання та міждисциплінарній взаємодії”.

Слід зазначити, що існує частина публікацій які висвітлюють лише якусь одну сторону міждисциплінарного підходу, наприклад, математичну, фізичну чи дослідницьку. Автори в більшості використовують властивості проектної діяльності в описі STEM-технології, не беручи до уваги її інтегративність чи технологічність, або зупиняються лише на застосуванні цифрових

технологій чи проведенні експерименту. Проте, в кожній з таких робіт є посилання на практичну значимість результатів навчання. Такі дослідження можуть бути корисними, для застосування їх як частини інтегрованих занять або для планування науково-дослідної роботи в межах інших курсів, наприклад робототехніки.

У роботі [9] авторським колективом на чолі з Н.В. Морзе розглянуто можливості робототехніки, як курсу, який здатний сформулювати ключові і предметні компетентності. На думку авторів, робототехніка, як засіб навчання, органічно поєднує усі складові STEM-освіти: інтегративність, інноваційність, науково-дослідну діяльність. Інтеграція робототехніки в навчальний процес “допомагає стимулювати навчальну мотивацію учнів, розвиває здатність вирішити проблеми та підвищує їхню навчально-дослідницьку роботу, надає дітям можливість створювати свій власний продукт, і в цьому процесі виражати творче мислення”. Робота містить ґрунтовний аналіз можливостей робототехніки як інструментарію для інноваційного освітнього середовища.

Використання робототехніки, як засобу STEM-освіти, присвячено роботи Т.Г. Крамаренко, О.С. Пилипенко [7]. В своєму дослідженні автори розглядають можливість інтеграції уроків з інформатики та математики і наводять приклади реалізації через використання робототехніки та програмних засобів інформаційно-комунікаційних технологій.

Окрім теоретико-методичних проблем STEM-освіти велику кількість публікацій присвячено висвітленню науково-педагогічного досвіду впровадження цих ідей. Більшість таких публікацій присвячено неформальній STEM-освіті і висвітлюють роботу гуртків чи факультативів. Прикладом є робота мережі позашкільних закладів і Малої академії наук.

Огляд публікацій, які на сьогодні вже зроблено науковцями, визначив напрями досліджень із вказаної теми, які на сьогодні вже зроблено науковцями. Найбільше робіт у фахових виданнях присвячено методичним розробкам і практичним питанням застосування STEM-технологій. Отже, питання підготовки кваліфікованих кадрів, здатних впроваджувати ідеї STEM-освіти, є актуальними. Потребує вивчення питання про наявність в освітніх програмах дисциплін, що здатні впливати на організацію навчальної діяльності, в контексті формування STEM-культури. Для аналізу були обрані освітні програми університетів, які здійснюють фахову підготовку вчителів спеціальностей “014 Середня освіта”, спеціалізація “04 Математика”, “08 Фізика” та

“09 Інформатика” освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр”.

Мета дослідження. Визначення дисциплін, які впливають на формування і розвиток STEM-культури майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін. Для вивчення цього питання було проведено аналіз освітніх програм підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін.

Виклад основного матеріалу. Проведене дослідження поняття “STEM-культура” [3] показало, що вона є частиною системи особистісних цінностей і норм, яка має відповідний рівень освітньої, загальнотехнічної та науково-дослідної підготовки особистості до сприйняття і творчого втілення інноваційних ідей впродовж життя.

Формування STEM-культури особистості відбувається в наслідок освітньої та виховної діяльності через інтеграцію природничих наук у технології, інженерну творчість і математику. Цей процес являє собою один з етапів становлення майбутнього вчителя, як фахівця в галузі природничо-математичних дисциплін.

Етап формування STEM-культури відзначається створенням умов для здійснення свідомої пізнавальної діяльності на основі науково-дослідного підходу з використанням інноваційних технологій. Необхідними рушіями свідомої пізнавальної діяльності, з точки зору філософського підходу [5], є:

- знання – “...розуміння людиною дійсності, відображення її у вигляді усвідомлених чуттєвих і абстрактних логічних образів”,
- емоції – є рушійною силою для засвоєння знань і усвідомлення процесу пізнання,
- воля – “...усвідомлене цілеспрямоване регулювання людиною своєї діяльності”.

Виходячи з цих положень, можна результат формування STEM-культури майбутнього вчителя представити як інтеграцію цих компонент, що виражаються у готовності його до:

- самостійної побудови викладання свого предмета з використанням сучасних технологічних та інженерних знань за допомогою сучасних технологічних засобів;
- здатність підготовки особистості до вирішення глобальних питань із застосуванням технологічних рішень у процесі навчання та ґрунтуючись на інноваціях у галузі технологій;
- можливості визначати тенденції в модернізації світових технологій і їх впливу на освітню діяльність;
- залучання до науково-дослідної діяльності учнів і керування їх діяльністю з використанням інноваційних технологій;

- розповсюдження інновацій і знання про них у професійному колі та у повсякденному житті.

Розвиток STEM-культури – процес змін, новий якісний стан, який покликаний забезпечити оновлення знань і розвиток нових компетентностей майбутнього вчителя протягом усієї його професійної діяльності, орієнтуючи його на технологізацію суспільства. Процес розвитку характеризується змінами складу чи структури загальної культури, які є незворотними, цілеспрямованими і закономірними. Він пов'язаний з переходом діяльності з рівня свідомості на рівень підсвідомості, з утворенням автоматизмів. Перехід на цей рівень відбувається внаслідок тренувань і багаторазових повторень під контролем свідомості.

Розвиток STEM-культури майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін залежить від:

- наявності дисциплін у підготовці та на курсах підвищення кваліфікації, принцип організації яких побудовано на міждисциплінарності та/або з використанням інноваційних підходів,

- наявності професійної спільноти, яка дотримується норм впровадження нових технологій у професійну діяльність вчителів, і є осередком підтримки і розповсюдження інновацій,

- навчальних предметів, які включають у себе розгляд наукових задач, що ґрунтуються на інтеграції наукових методів та інновацій у навчальний процес, і застосування технологічного впливу на навчальну діяльність.

Процес формування/розвитку STEM-культури відбувається впродовж усієї навчальної діяльності майбутнього вчителя під впливом системи, яка

практичну підготовку і направлена на оволодіння основами фундаментальних знань з базових (обов'язкових) дисциплін та дисциплін за вибором, у ході яких відбувається формування загальних та фахових компетентностей.

Нами було проаналізовано бакалаврські освітні програми природничо-математичних спеціальностей трьох закладів вищої освіти: Херсонський державний університет, Мелітопольський державний педагогічний університет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. Аналіз освітніх програм було зроблено за спеціальностями: 014.04 Математика, 014.08 Фізика та 014.09 Інформатика.

Для забезпечення цілісності формування особистості майбутнього вчителя для виконання ним навчально-виховних функцій, освітня програма складається з загальноосвітніх дисциплін соціально-гуманітарного спрямування, які сприяють розвитку загальної культури й соціалізації особистості майбутнього вчителя, профільних дисциплін, що забезпечують предметну (теоретичну, практичну) підготовку та дисциплін психолого-педагогічного циклу, які готують майбутніх вчителів до навчально-виховної роботи. Окрім того, обов'язковою є практична підготовка у вигляді навчальної та виробничої (педагогічної) практик, і виконання науково-дослідної роботи у формі написання курсових та випускних кваліфікаційних досліджень.

Частину цих дисциплін можна класифікувати як такі, що сприяють розвитку компетентностей в одному з напрямів: наука (S), технології (Т), інженерія (Е), математика (М). Кількісна оцінка числа кредитів профільних дисциплін у переліку освітніх програм проводилася з урахуванням їх належності до одного з напрямів.

У дисциплінах наукового напрямку розглядалися такі як: основи наукових досліджень, методи оптимізації та дослідження операцій, теорія інформації та кодування, тощо. Цикл цих дисциплін дозволяє майбутнім учителям провести наукові дослідження й оцінити важливість використання в них математичних методів і знань з фундаментальних наук.

Дисципліни математичного напрямку спеціальностей “014. Середня освіта”, такі як математичний аналіз, алгебра та геометрія,

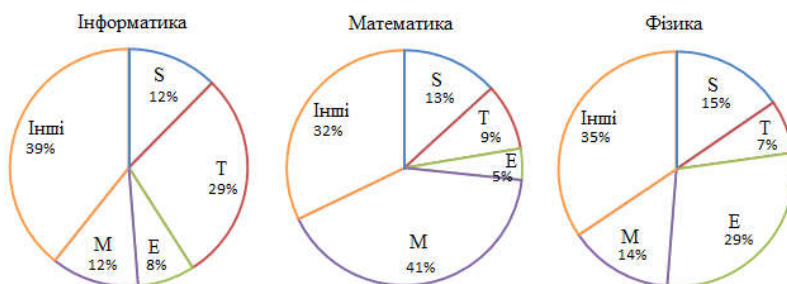


Рис. 1. Кількісна оцінка числа кредитів дисциплін

має загальнотехнічний та науково-дослідний характер. Ця система визначається освітньою програмою спеціальності. На сьогодні МОН розробляє типові освітні програми за багатьма спеціальностями, але зі спеціальності 014 Середня освіта така програма знаходиться на стадії розробки.

Освітня програма передбачає теоретичну і

дискретна математика та інші, покликани забезпечити розуміння основ побудови алгоритмів і математичних методів обробки інформації для вирішення прикладних і наукових завдань. Для спеціальності “014. Середня освіта (математика)” такі дисципліни є профільними і, відповідно, їм відведено більшу частину кількості кредитів. В освітніх програмах, де математика не є профільною, навчальні дисципліни цього блоку мають невеликі відмінності і майже однакову кількість відведених кредитів на вивчення.

Як видно з представлених діаграм, співвідношення між напрямками майже не відрізняються, за виключенням компонент інженерія та технології. Вони відрізняються відповідно до наукових традицій закладів освіти і сформованих наукових шкіл.

Дисципліни технологічного й інженерного напрямів є профільними дисциплінами навчання для спеціальності “014. Середня освіта (інформатика)”. До таких ми віднесли дисципліни такі як: теорія алгоритмів та архітектура даних, програмування та бази даних, тощо. Також до дисциплін технологічного напрямку були зараховані такі, що дозволяють орієнтуватися в сучасному світі технологій і засвоїти майбутньому вчителю прийоми роботи з цифровим інструментарієм. Наприклад, комп’ютерні інформаційні технології, операційні системи, веб-програмування, програмування мобільних пристроїв, бази даних, тощо. Слід зазначити, що в усіх освітніх програмах були наявні дисципліни роботи з інформаційних технологій, вивчення дистанційних технологій навчання, алгоритмізації та програмування. До дисциплін інженерного спрямування ми віднесли такі як архітектура комп’ютерів, основи апаратної організації комп’ютерних систем, комп’ютерні мережі.

У розглянутих освітніх програмах відслідковується модернізація навчальних програм з точки зору розвитку технологій. Так, наприклад, у перелік дисциплін учителів математики та фізики вводять 3Д-моделювання та друк, робототехніку, Інтернет речей. У освітніх програмах спеціальності Інформатика вводять такі дисципліни як аналіз даних та машинне навчання, моделювання та програмування роботів, хмарні обчислення та цифровий маркетинг. У підсумку, кожна з розглянутих освітніх програм містить від 12 до 15 відсотків кредитів дисциплін, в рамках проведення яких можливе викладання інтегративного STEM-курсу.

Наявність дисциплін, що відповідають сучасним напрямкам цифрового розвитку суспільства говорить про те, що у закладах вищої

освіти відбувається модернізація переліку і змісту навчальних дисциплін. Таке оновлення можливе лише за умови існування професійної спільноти, яка підтримує інноваційну діяльність і відповідає сучасним вимогам суспільства до освітньої діяльності. Така спільнота проектує STEM-культуру через власну діяльність, формуючи через освіту і виховання STEM-культуру майбутніх вчителів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Результати проведеного дослідження дозволили нам зробити висновок про наявність в освітніх програмах дисциплін, які сприяють розвитку компетентностей в кожному з напрямів: науковому, інженерному, технологічному або математичному. У освітніх програмах є достатньо дисциплін, в рамках яких є доцільним проведення інтегрованих занять що сприяють побудові цілісного уявлення про фундаментальні закономірності у вивченні наук та формуванню природничо-наукової картини світу. Наявність таких дисциплін як 3Д-моделювання, робототехніка, Інтернет речей забезпечує побудову освітнього процесу у відповідності до критеріїв інтегрованості та інноваційності. Вони забезпечують оволодіння технологічними та інноваційними навичками. Кожна з цих дисциплін, в контексті формування STEM-культури, відповідає за процес науково-дослідного, інноваційного та соціального розвитку майбутніх фахівців, зокрема майбутніх вчителів математики, інформатики та фізики. Формування і розвиток STEM-культури має вирішальне значення для підвищення конкурентоспроможності особистості в умовах зростання значущості технологічних досягнень і їх впливу на суспільні і економічні зміни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kushnir N., Valko N., Osipova N., Bazanova T. Experience of Foundation STEM-School. 14th International Conference ICTERI: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops (3L-Person). ICTERI Kyiv, Ukraine, May 14-17, 2018. pp.431–446. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_241.pdf.
2. Meeth L. R. Interdisciplinary Studies: Integration of Knowledge and Experience. Change. 1978. № 10. pp. 6–9.
3. Валько Н.В. Визначення STEM-культури як складової професійної культури на основі аналізу наукових досліджень. *Збірник наукових праць Педагогічні науки*. 2018. № 84. Том 2. С. 78–82. URL: http://ps.stateuniversity.ks.ua/file/issue_84/part_2/17.pdf

4. Волошинов, С. А., Осадчий, В. В., Осадча, К. П. Сучасні тенденції розвитку вищої освіти в Україні. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 6 (4), 2018, с. 38–46.
5. Данильян О. Г., Тараненко В. М. Філософія. Підручник. 2-ге видання, доповнене і перероблене. Харків. 2012.
6. Концепція НУШ. URL: <https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2017/07/konczepczyia.pdf>
7. Крамаренко Т. Г., Пилипенко О. С. Проблеми підготовки учителя до впровадження елементів STEM-навчання математики. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 4. С. 90–95. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2018_4_16.
8. Кремень, В. Освіта в структурі цивілізаційних змін. *Вища освіта України* 1 (2011): 8-11.
9. Морзе Н. В., Гладун М. А., Дзюба С. М. Формування ключових і предметних компетентностей учнів робототехнічними засобами STEM-освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Т. 65, № 3. С. 37–52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2018_65_3_6.
10. Поліхун Н., Сліпучіна, І., Чернецький І. STEM орієнтоване навчання як педагогічна проблема. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2017. Вип. 2. С. 30–35. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ped_in_2017_2_7.
11. Чернецький І.С., Сліпучіна І. А. Технологічна компетентність майбутнього інженера: формування і розвиток у комп'ютерно інтегрованому лабораторному практикумі з фізики. *Information Technologies and Learning Tools*. Київ, 2013. Т. 38. № 6.
1. Kushnir, N., Valko, N., Osipova, N. & Bazanova, T. (2018). Experience of Foundation STEM-School. 14th International Conference ICTERI: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops (3L-Person), pp. 431–446. Kyiv. [in English].
2. Meeth, L. R. (1978). *Interdisciplinary Studies: Integration of Knowledge and Experience*. Change, pp.6–9. [in English].
3. Valko, N. (2018). Vyznachennia STEM-kultury yak skladovoi profesiinoi kultury na osnovi analizu naukovykh doslidzhen [Determination of STEM-culture as a component of a professional culture based on the analysis of scientific research]. *Collection of scientific works Pedagogical sciences*, 84(2), 78–82. [in Ukrainian].
4. Voloshinov, S., Osadchy, V. and Osadcha, K. (2018). Suchasni tendentsii rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini [Contemporary trends in the development of higher education in Ukraine]. *Engineering and Educational Technologies*, 6(4), 38–46. [in Ukrainian].
5. Danilian, O. & Taranenko, V. (2012). *Filosofia* [Philosophy]. Textbook. 2nd edition, supplemented and redone. Kharkiv. [in Ukrainian].
6. Kontseptsiiia NUSH [Concept of New Ukrainian School]. Available at: <https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2017/07/konczepczyia.pdf>. [in Ukrainian].
7. Kramarenko, T. and Pylypenko, O. (2018). Problemy pidhotovky uchytelia do vprovadzhenia elementiv STEM-navchannia matematyky [Problems of teacher training for introduction of elements of STEM-teaching of mathematics]. *Physical-mathematical education* (4), pp. 90–95. [in Ukrainian].
8. Kremen, V. (2011). Osvita v strukturi tsyvilizatsiinykh zmin [Education in the structure of civilizational changes]. *Higher education of Ukraine* (1), pp. 8–11. [in Ukrainian].
9. Morse, N., Gladun, M. & Dzyuba, S. (2018). Formuvannia kliuchovykh i predmetnykh kompetentnostei uchniv robototekhnichnymy zasobamy STEM-osvity [Formation of key and subject competences of students by robotic means of stem-education]. *Information technology and teaching aids*, 65(3), pp. 37–52. [in Ukrainian].
10. Polikhun, N., Slipukhina, I. & Chernetsky, I. (2017). STEM oriientovane navchannia yak pedahohichna problema [STEM-oriented learning as a pedagogical problem]. *Pedagogical innovations: ideas, realities, perspectives* (2), pp. 30–35. [in Ukrainian].
11. Chernetsky, I.S. & Slipukhina, I.A. (2013). Tekhnolohichna kompetentnist maibutnoho inzhenera: formuvannia i rozvytok u kompiuterno intehrovanomu laboratornomu praktykumi z fizyky [Technological competence of the future engineer: formation and development in a computer-integrated laboratory workshop in physics]. *Information Technologies and Learning Tools*. Vol. 38. No. 6, pp. 21–28. [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 12.08.2019

