

УДК 378.091

Наталія ВАЛЬКО

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформатики,
програмної інженерії та економічної кібернетики,
Херсонський державний університет, м. Херсон, Україна
e-mail: valko@ksu.ks.ua

**СТАН РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ОСВІТИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН
У ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ**

Проведення реформи освіти в Україні та розвиток STEM-освіти потребує вивчення іноземного досвіду та практик, зокрема в європейських країнах. У статті зроблено аналіз стану освіти та порівняння практик залучення молоді до науково-технічної діяльності та заохочення до досліджень. Однією з технологій є орієнтація на використання проектних методів у навчальній діяльності та організація взаємодії між усіма учасниками освітнього процесу. В країнах Європи цей підхід діє вже більше десяти років, існує достатня кількість досліджень, які носять як економічний, так і соціальний характер. Дана стаття присвячена порівнянню існуючих практик підготовки майбутніх вчителів в європейських країнах.

Ключові слова: STEM-освіта; країни Європи; Євросоюз; STEM-навчання; реформа освіти; навчальні плани; міждисциплінарність; проектна діяльність; популяризація STEM; майбутні вчителі; професійний розвиток вчителя.

Відповідно до сучасних економічних вимог та рівня розвитку технологій ринок праці потребує кваліфікованих спеціалістів у області STEM. Зміни в системі освіти є необхідною передумовою збільшення кількості кваліфікованих спеціалістів, що в свою чергу впливає на реалізацію інновацій у сферах економіки, енергетики, у зміцненні промислової бази країни. Починаючи з середини двохтисячних років, у європейських країнах збільшилась кількість досліджень, з метою визначення практик, які сприяють збільшенню пропозиції кваліфікованої робочої сили STEM.

Метою статті є огляд сучасного стану впровадження STEM-освіти в країнах Євросоюзу, аналіз заходів, що сприяють впровадженню інноваційної діяльності в освіту і практик побудови освітнього середовища в контексті розвитку STEM-освіти.

Зарубіжний досвід впровадження STEM-освіти досліджували О. В. Бутурліна, І. П. Василяшко, О. А. Коваленко, О. В. Сапрунова, Н. В. Сороко, С. В. Федоренко. В їхніх роботах показані успішні приклади впровадження STEM-освіти в різних країнах світу та реалізація цього напрямку в Україні, а також розповсюдження в освітньому просторі України STEM-інновацій.

Для досягнення поставленої мети потрібно мати орієнтири, які зможуть керувати і направляти навчальну діяльність у закладах освіти та сприяти орієнтації особистості в цифровому світі. Проблема забезпечення кваліфікованими кадрами притаманна усім країнам, в тому числі й європейським. Вирішення цих питань частково покладено на цифрові компетенції, які у 2006 році було

виділено як одну з ключових сфер для неперервного навчання [1]. У всьому світі відбуваються зміни на користь цифрових технологій. У 2013 році Європейською спільнотою вперше було сформульовано рамку цифрових компетентностей, яка стала орієнтиром для розвитку стратегічного планування ініціатив із цифрової компетентності громадян. Проте розвиток технологій відбувається достатньо швидко, тому в 2016 році була опублікована нова рамка цифрових компетентностей Dig Comp 2.0 [2] та її оновлення в 2017 році Dig Comp 2.1 [3].

Рамка цифрових компетентностей дає спільний орієнтир основних сфер цифрової компетентності на європейському рівні. Вона дає можливість визначення відповідності знань, умінь і навичок людини до умов навчання і роботи. Прикладом її використання є пошук роботи. З літа 2015 року резюме CV Europass включає в себе онлайн-інструмент для шукачів роботи для самооцінки своєї цифрової компетентності, а також описує та включає його у свої навчальні програми Vitale (CV). Інструмент використовує п'ять областей системи DigComp з простою у використанні формою самооцінки.

Рамка Dig Comp стала основою для створення «похідних» документів інформаційних компетентностей галузях. Наприклад, система цифрової компетентності вчителя (Dig Comp Edu, 2017р.) [4], Європейська система цифрової компетентності освітніх організацій (Dig Comp Org 6). Зокрема, Міністерство освіти, культури та спорту Іспанії вже адаптувало Dig Comp для іспанських учителів,

і використовує її як документ стратегічної підтримки для подальшого розвитку професійного розвитку вчителів.

Рамка цифрової компетентності вчителя Dig Comp Edu, встановлює шість основних областей в яких виражається компетентність учителя, і двадцять дві складових цих областей. Серед них: професійна співпраця, цифрове підвищення кваліфікації, навчання у співпраці, зворотний зв'язок та планування, диференціація та персоналізація, активне залучення учнів, інформаційна грамотність, комунікація, створення контенту, відповідальне користування, розв'язання проблем. Представлені компетентності є необхідним інструментарієм сучасного вчителя.

В європейському освітньому просторі відбувається включення цифрової компетентності в навчальні плани та програми практично всіх дисциплін. Дуже зручною технологією в цьому виявилась STEM-освіта. Вона стала тією ланкою, що поєднує потреби європейської спільноти в кваліфікованих кадрах і поширення ключових понять цифрової освіти. В різних країнах відрізняються групи дисциплін, які позначають науковий напрямки вивчення. Для цієї аббревіатури в світі існує безліч аналогів – STREAM, STEMLE, iSTEM, eSTEM, METALS, MINT, GEMS тощо. Це поєднання базових дисциплін з логікою, правом, робототехнікою, гендерними питаннями, екологією тощо. Наприклад, у Норвегії, Швеції, Естонії та деяких інших країнах визначено групу предметів MST (mathematics, sciences and technology), у Німеччині – MINT (mathematics, information technology, natural sciences and technology), у Великобританії – STEM (science, technology, engineering, and mathematics), в Австрії IMST (Innovations in Mathematics, Science and Technology). Таке різноманіття відображає прагнення суспільства до інтеграції навчальних предметів і програм, щоб найкращим чином підготувати майбутніх фахівців до розв'язання соціально значущих завдань.

У ряді країн програми залучення молоді до наукової діяльності впроваджуються починаючи з молодшої школи. Числені дослідження показали, що діти молодшого та середнього шкільного віку найкраще сприймають заохочення до вивчення наук і більш позитивно ставляться до дослідницької діяльності. В деяких країнах європейського простору для молодших школярів в навчальних планах не існує поділу навчальних предметів, замість традиційної математики чи біології у них є предмет «Наука», на якому діти вивчають поняття, що інтегровані в різні навчальні предмети. Згодом, у старших класах цей предмет розділяється на окремі. Слід зауважити, що в

деяких приватних школах України теж у початковій школі немає такого поділу – вивчається один предмет – наука.

Підтримку і розвиток STEM-напряму частина країн європейського союзу визначає як національну стратегію (Німеччина, Іспанія, Франція, Ірландія, Нідерланди, Австрія, Великобританія та Норвегія). Інші країни створюють спеціалізовані національні/регіональні/місцеві центри для підвищення якості навчання STEM, або створюють платформи для обміну знаннями та практиками. У дослідженні «Зусилля, що спрямовані на збільшення інтересу студентів до проведення наукових, технологічних, інженерно-математичних досліджень та кар'єри» зроблено короткий опис освітніх реформ у європейських країнах [5].

Багато країн підтримують окремі програми впровадження STEM-освіти та інноваційної діяльності, але національні стратегії сприяння науковій освіті зустрічаються зрідка. У документі, що опублікований EACEAR9 Eurydice, розглянуто організацію наукової діяльності, яка існує в Європі, і надано огляд існуючих політик та стратегій, спрямованих на вдосконалення та сприяння, мотивації вивчення науки [4]. У ньому зроблено аналіз багатьох досліджень, що були проведені в 31 країні (в тому числі й у Євросоюзі), а також змісту програм підготовки вчителів. Більшість рішень системного впровадження стратегії розвитку наукового потенціалу й інновацій виражені в наступних цілях:

- формування національних стратегій сприяння науці та науковій освіті,
- підтримка на державному рівні програм, проектів та ініціатив, що спрямовані на розвиток партнерських зв'язків між закладами освіти та зацікавленими сторонами у галузі науки та технологій,
- підтримка та заохочення молоді на рівні середньої та вищої освіти, яка хоче просуватись у науковій кар'єрі,
- досягнення кращого гендерного балансу в області STEM,
- популяризація науки,
- професійний розвиток викладачів.

Удосконалення навчальних планів і методів навчання, як правило, вирішуються на рівні початкової та середньої освіти. При цьому основна задача її в залученні і підтримці молоді у їх прагненні реалізовуватись у STEM. Для досягнення поставлених цілей уряди зазвичай проводять наступні заходи:

- проведення реформ навчальних програм;
- створення партнерських відносин між школами та науковими, дослідними центрами;

- створення наукових центрів та інших організацій;
- надання конкретних заходів щодо заохочення більшості молодих людей, особливо дівчат, для вибору наукової кар'єри;
- ініціалізація проектів, що спрямовані на продовження професійного розвитку.

Зазначені заходи включені не у повному об'ємі в освітні політики країн, їх кількість і ступінь впровадження відрізняються.

В Іспанії сприяння науці є національним пріоритетом, і програма підтримки включає три основні елементи: просування наукової культури та інновацій, сприяння проектам поширення науки, запуск нових мереж, що підтримують науку та інновації.

У Німеччині заохочення до розробки нових продуктів та інноваційних послуг відбувається насамперед через інформатизацію у сфері освіти. Мета стратегії – залучення більшої кількості молоді до курсів зMINT. Програма розвитку включає такі елементи: поліпшення уявлення про науку в суспільстві, підтримка наукової освіти, яка вже відбувається в ранньому дитячому віці, зміна навчальних програм та методів навчання на початковому та середньому рівнях, а також створення можливостей для професійного розвитку вчителів.

У Нідерландах першочерговою метою було зростання на 15 відсотків молоді у науковій та технічній галузях освіти. Наступною метою стало впровадження освітніх інновацій, які надихають і ставлять соціально важливі задачі перед молоддю.

У Великобританії впровадження STEM-програм розпочалося ще в 2004 році. Ця програма

має 11 напрямів роботи, серед яких: збільшення кількості вчителів, їх постійний професійний розвиток, активізація та урізноманітнення діяльності впродовж навчання, розробка навчальних програм та розвиток інфраструктури (таблиця 1).

Освітні реформи в Литві розпочалися в 2010 році, коли була представлена програма вдосконалення школи (SIP Plus). Їхні програми було спрямовано на інтеграцію ІКТ у викладання та навчання.

В Естонії реформи провели децентралізацію шкільної системи, надаючи школам більшу автономію, з свободою приймати рішення щодо навчальної програми, бюджетів та найму вчителів. Однак, як відзначають дослідники, в країні існує дефіцит молодих учителів і в набутті професії вчителя мало зацікавленої молоді [6].

У Румунії в рамках національного проекту міждисциплінарна робота є центральною ідеєю змін у освіті, щоб підвищити інтерес та мотивацію студентів до вивчення предметів STEM.

В Європі виконується багато наукових досліджень щодо ситуації на ринку праці та порівняння методик і практик впровадження STEM-навчання в освітній процес. Велика кількість досліджень присвячена розробкам стратегій навчання, шляхам формування цифрових компетентностей, розробку заходів, що направлені на збільшення інтересу студентів до проведення наукових, технологічних, інженерно-математичних досліджень та кар'єри.

У рапорті європейського парламенту описуються та аналізуються різні фактори, що впливають на поширення STEM-освіти [7]. Серед них соціальні, економічні та культурні, що впливають

Таблиця 1 – Основні напрями реформ в освіті деяких країн Європейського союзу

	Іспанія	Німеччина	Нідерланди	Великобританія	Норвегія	Франція	Австрія	Естонія	Італія	Швеція
Національний пріоритет		+	+	+	+	+	+			
Заміна навчальних програм та методів навчання		+		+	+	+	+	+	+	
Підтримка на державному рівні програм, проектів та ініціатив	+		+	+					+	+
Підтримка та заохочення молоді, що хоче просуватись у науковій кар'єрі	+	+								
Залучення молоді до наукової діяльності		+	+	+	+			+		+
Досягнення кращого гендерного балансу в області STEM					+	+	+			
Популяризація науки та STEM-освіти	+	+			+			+		
Професійний розвиток викладачів		+		+		+	+		+	

на вибір майбутньої професії молоддю. Також враховуються фактори, що пов'язані з різними системами освіти і стереотипами про гендерні відмінності. В роботі наведено ініціативи по заохоченню STEM-досліджень та кар'єри:

- а) навчальні програми та методи навчання – розробка ефективних та привабливих навчальних програм та методів навчання – створення перехідних схем змін від освіти до ринку праці та сприяння партнерському підходу з акцентом на предмети STEM;
- б) підвищення кваліфікації вчителів – покращення освіти та професійного розвитку вчителів: перепідготовка та підвищення кваліфікації працівників. Для цього етапу пропонуються наступні кроки: підтримка он-лайн ініціатив, програми підвищення кваліфікації вчителів, оновлення їхніх ІКТ-навичок. Підготовка вчителів у всіх сферах повинна включати передові цифрові компетенції та їх набуття, а не зосереджуватися лише на їх вмінні використовувати ІКТ;
- в) стимулювання молоді до отримання STEM-кар'єри.

Також у дослідженні вказано, що відсутність єдиної основи для оцінок із впровадження STEM-технологій ускладнює аналіз наслідків застосування STEM-політики та ініціатив.

Аналіз багатьох програм, проектів та ініціатив, які спрямовані на заохочення до створення шкільних партнерств у галузі науки, показав, що велику роль у залученні молоді до наукової діяльності і популяризації науково-технічних дисциплін відіграють заклади вищої освіти. Вони в значній мірі відповідають за організацію діяльності, орієнтована на школи, беруть участь у багатьох ініціативах, ведуть спільну наукову діяльність зі школами і підтримують шкільні проекти. Такий зв'язок є взаємовигідним, оскільки школярі мають можливість долучитися до наукових досліджень, а заклади вищої освіти мають можливість апробації результатів досліджень в освітній галузі.

Відносно навчальних планів і методів навчання автори дослідження [8] показують, що для збільшення ефективності та зацікавленості до науки потрібно підвищити увагу до практичного застосування знань і проведення експериментів. Також ефективним є застосування командної роботи, на противагу до конкурсної (конкурентної) форми. В дослідженні зроблено рекомендацію про активне залучення студентів до написання лабораторних звітів та проведення власних експериментів (а не просто спостереження, як учитель робить їх).

У той же час існують фактори, які ніяк не впливають або негативно впливають на навчальний процес, або не пов'язані з навчанням. Напри-

клад, загальна кількість часу, що проведений студентами лабораторних заходах протягом певного тижня, як повідомляють викладачі, має слабку кореляцію з якістю навчання. Також, наявність та стан лабораторного обладнання теж не суттєво впливає на результати навчання. Автори роблять висновок, що активне залучення студентів до лабораторної роботи є більш критичним, ніж кількість лабораторних робіт або якість обладнання. Окрім того, автори роблять зауваження з приводу негативної кореляції між результатами навчання і застосуванням ІКТ в класі. Скоріш за все це відбувається внаслідок заміни активного експерименту комп'ютерною активністю. Їхні результати показують, що загальний виклик «більше комп'ютерів у науці» є необґрунтованим, тому це питання повинно ретельно вивчатись. Також цікавим є їх висновок відносно кваліфікації вчителя: цей фактор виявився теж несуттєво впливовим на результати навчання. Однак автори вказують деякі сумніви відносно цих показників.

Своєю кількісною за обсягом і монументальністю за охопленням є робота Джона Хетті [9]. Вона присвячена поєднанню результатів понад 31 мета-аналізів, близько 18 тисяч досліджень та 352 розрахунків ефективності, що пов'язані з визначенням позитивних факторів, які впливають на якість освіти. Автор виділив 252 з них, які зміг оцінити кількісно. Усі фактори він поділив на наступні категорії: зусилля самого учня в навчанні, вплив традицій і цінностей сім'ї, вплив факторів, що пов'язані зі школою та її стратегіями розвитку, роль вчителя, навчальних програм, та методик навчання. Серед використаних критеріїв він виділив вплив навчання з комп'ютерами і без них, гендерні особливості, предметні області тощо. Було встановлено, що приблизно 65% факторів у класах з використанням комп'ютерів набули позитивних змін у порівнянні з досягненнями учнів, що не користувались комп'ютерами. Також підвищився загальний рівень досягнень. Але автор відмічає, що спостережене покращення результатів знаходиться в межах статистичних похибок методів досліджень. Також, на думку автора, потрібно враховувати такі критерії порівняння, як вік учнів, статки сім'ї тощо.

На основі цих досліджень він виділив три принципи, які мають найбільший вплив на освітній процес: налагодження спілкування між вчителями і учнями, посилення цього фактору через введення системи зворотного зв'язку (feedback) і більш, ніж поверхневе – глибоке навчання, та реконцептуалізація інформації. Найпотужнішим чинником Хетті визначає зворотній зв'язок, який повинен біти підкріплений оціночним компонентом

і мотиваційним. Він виділяє як позитивні мотиватори (підтримка, підкріплення, коригувальні відгуки, відновлення та зворотній зв'язок, діагностичний відгук, майстерність навчання), так і негативні (зовнішні нагороди, відкладений відгук, покарання).

Одним із першочергових завдань освіти є кадрове забезпечення будь-якої освітньої політики. Освіта викладачів визнається важливим чинником забезпечення високих стандартів навчання та позитивних результатів навчання. Вимоги до професійної підготовки майбутніх вчителів визначаються суспільством і розвитком науки, технологій. Серед проблем, які виникають у кадровому супроводі, – це недостатнє знання предмету, проблема розуміння навчальних STEM-підходів та загальна організація дослідної роботи [10]. Тому важливо визначити навички та компетентності, які мають стати активним інструментарієм STEM-вчителя.

У 2010 році була зроблена спроба порівняння навчальних програм освіти вчителів у європейському проекті SITEP [11]. Метою цього дослідження було отримання інформації про зміст навчальних програм для майбутніх вчителів, а також встановлення компетентностей та навичок, які є важливими для формування професіоналів. Результати дослідження показали, що велика автономність, яку мають заклади вищої освіти, з одного боку допомагає підтримці різних наукових шкіл, роботі над більшою кількістю різних наукових проблем. Але таке різноманіття ускладнює дослідження і порівняння за різними критеріями. Оскільки репрезентативна вибірка не була представлена (порівнювались 205 планів з 11 різних країн), то матеріали дослідження слід сприймати тільки як опис окремих практик, який може дати деяке уявлення про те, як майбутні вчителі сьогодні навчаються у ряді європейських країн. Проте було представлено деякі пропозиції на вдосконалення практики педагогічної освіти на різних етапах навчання з різних параметрів:

Знання предметної області є головним критерієм оцінювання навчальної діяльності майбутнього вчителя і вчителя з досвідом викладання.

Самооцінка і самостійний професійний розвиток достатні для вчителя з досвідом, однак для майбутнього вчителя більш доцільною буде керування самооцінкою.

Власний досвід навчання часто трансформується у передачу його в професійну діяльність. Тому використання під час навчання різних практик і підходів дасть позитивний ефект як у навчанні так і у професійній діяльності вчителів.

Співпраця з колегами (майбутніми колегами) дасть стимул для професійного зростання.

Залучення вчителів з досвідом викладання до розробки та впровадження системи оцінювання дасть можливість сформулювати професійні стандарти що вплинуть на якість підготовки майбутніх вчителів.

Потенціал майбутніх вчителів у навчанні залежить від власного досвіду навчання та здатності замислюватися над проблемами, що пов'язані зі своїм навчанням [12]. Тому практичний досвід є ключовим фактором у формуванні майбутнього фахівця.

Також є важливою «соціалізація» майбутнього фахівця у професійному колі. Це розвиває професійну грамотність письмової та усної мови, вміння працювати з інфографікою та формує професійну поведінку, здатність продовжувати навчання і культуру загалом.

Важливим питанням в умовах реформування освіти і впровадження STEM-освіти є критерії та орієнтири у підготовці майбутніх вчителів. В роботі [14] описано наступні стратегії, що позитивно впливають на формування STEM-навичок майбутнього вчителя.

Щоб підвищити мотивацію та зацікавленість у науці, важливо, щоб навчальна програма підкреслювала зв'язки з особистим досвідом майбутніх вчителів. Важливо на заняттях знаходити зв'язки між наукою і проблемами в сучасному суспільстві та обговорювати філософські аспекти науки.

Навчання шляхом аргументації, використання системи відгуків (feedback) мають особливе значення у навчанні. Аргументація та дискусія також є інструментом для роботи вчених та винахідників. Окрім того, це хороший інструмент конструктивного підходу до проблем, що допомагає учням взяти на себе відповідальність за своє навчання. Розвиток таких навичок також має становити частину навчального контенту в навчанні майбутніх вчителів.

Учитель повинен володіти можливістю привертати увагу до практичного застосування знань і проведення експериментів учнями. Ефективним є застосування командної роботи, на противагу до конкурсної (конкурентної) форми. Активне залучення учнів до написання лабораторних звітів та проведення власних експериментів (а не просто спостереження, як учитель робить їх) повинне стати одним з вмінь STEM-вчителя.

Серед затребуваних компетентностей вчителя є вміння побудови наукових моделей з подальшою їх реалізацією, тестуванням і прототипуванням життєздатності моделі. Це може дати глибше розуміння природи науки та процесів наукового дослідження. Опитування, інтерв'ю та спостереження, а також схеми та концепт-карти (карти

знань) є типовими способами втілювати в рамках вивчення предмета наукове моделювання.

Проведений огляд сучасного стану STEM-освіти в європейських країнах показав, що: а) в ряді країн існує підтримка STEM-руху на рівні держави, щосприяє більш швидкому розповсюдженню освітніх практик, але у різних державах вони відрізняються за цілями і стратегіями; б) існує багато досліджень як окремих країн, так і європейської комісії, які систематизують і доповнюють дослідження окремих науковців в галузі STEM-освіти. Але автономія закладів вищої освіти не дозволяє виокремити багато спільних критеріїв для порівняння програм навчання за STEM-спеціальностями; в) зроблений аналіз показав, що найважливішими компетентностями, якими повинен володіти вчитель, це знання з дисципліни та

вміння її викладати згідно з програмою, співпраця і спілкування в професійному колі. Навички, отримані майбутнім учителем за час свого навчання, та співпраця з досвідченими викладачами (вчителями) теж дає позитивний результат на обмін практиками.

На сьогодні в Україні існує потреба в системних дослідженнях стану і наслідків впровадження STEM-освіти, а також вироблення спільних критеріїв для моніторингу ефективності цього процесу. Існує достатня кількість описів практик впровадження STEM-освіти в навчальний процес як школи так і закладів вищої освіти. За наслідками їх дослідження, а також порівнянням з європейськими практиками, планується подальша робота над моделлю підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін.

Список використаних джерел

1. European Parliament and the Council (2006). Recommendation of the European Parliament and the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Official Journal of the European Union, L394. available at: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2006/l_394/l_39420061230en00100018.pdf
2. Vuorikari R., Punie Y., Carretero Gomez S., Vanden Brande G. (2016). Dig Comp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union. EUR 27948 EN. doi:10.2791/11517 <https://drive.google.com/file/d/1HkpSqV3ehhjflot6WwOH1nASR5zBXNL7/view>
3. Carretero S.; Vuorikari R. and Punie Y. (2017). Dig Comp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use, EUR 28558 EN, doi:10.2760/38842 <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/euro-scientific-and-technical-research-reports/digcomp-21-digital-competence-framework-citizens-eight-proficiency-levels-and-examples-use>
4. Forsthuber B., Motiejunaite A., de Almeida Coutinho A. S. Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research. – Education, Audio visual and Culture Executive Agency, European Commission. Available from EU Bookshop, 2011. Available at: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/eurydice/sciences_EN.pdf
5. Kearney C. Efforts to increase students' interest in pursuing science, technology, engineering and mathematics studies and careers // National measures taken by. – 2011. – Т. 21. Available at: http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuur/2011_european_schoolnet.pdf
6. Schleicher A. World class: How to build a 21st century school system. – 2018. – 297 p.
7. Encouraging STEM studies for the Labour Market. Labour Market Situation and Comparison of Practices Targeted at Young People in Different Member States. European Union, 2015 Report. European Parliament. Mar. 2015. Available at: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU\(2015\)542199_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2015)542199_EN.pdf)
8. Burkam D. T., Lee V. E., Smerdon B. A. Gender and science learning early in high school: Subject matter and laboratory experiences // American Educational Research Journal. – 1997. – Т. 34. – №. 2. – С. 297-331.
9. Hattie J. Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning. – Routledge, 2012.
10. Nivalainen V. et al. Pre service and in service teachers' challenges in the planning of practical work in physics // Journal of Science Teacher Education. – 2010. – Т. 21. – №. 4. – С. 393-409. <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9186-z>
11. Menter, I., Hulme, M., Elliott, D. & Lewin, J., 2010. Literature Review on Teacher Education in the 21st Century. Report for the Scottish Government. Available at: <https://www.gov.scot/Resource/Doc/325663/0105011.pdf>
12. Melville, W., Fazio, X., Bartley, A. & Jones, D.. Experience and Reflection: Pre service Science Teachers' Capacity for Teaching Inquiry. Journal of Science Teacher Education, – 2008.– 19(5). – pp. 477- 494.
13. Divina Frau-Meigs, Irma Velez, Julieta Flores Michel (eds.). Public Policies in Media and Information Literacy in Europe. Cross-Country Comparisons. London: Routledge, 2017. 304 p. - <http://sci-hub.tw/10.4324/9781315628851>
14. Heidi Sublette. An effective model of developing teacher leaders in STEM education. A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor of Education in Organizational Leadership. October, 2013 June Schmieder-Ramirez, Ph.D. – Published by ProQuest LLC (2013). 177 p. [online]. – Available from: <https://search.proquest.com/openview/3bc3018bb4000c7c84e8bd3ac2ed9cfd/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

References

1. European Parliament and the Council (2006). Recommendation of the European Parliament and the Council of 18 December 2006 on key competences for life long learning. Official Journal of the European Union, L394. Available at: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2006/l_394/l_39420061230en00100018.pdf
2. Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero Gomez S., Vanden Brande, G. (2016). Dig Comp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union. EUR 27948 EN. doi:10.2791/11517 <https://drive.google.com/file/d/1HkpSqV3ehhjflot6WwOH1nASR5zBXNL7/view>

3. Carretero, S.; Vuorikari, R. and Punie, Y. (2017). Dig Comp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use, EUR 28558 EN, doi:10.2760/38842 <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/digcomp-21-digital-competence-framework-citizens-eight-proficiency-levels-and-examples-use>
4. Forsthuber B., Motiejunaite A., and de Almeida Coutinho A. S. Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research. – Education, Audio visual and Culture Executive Agency, European Commission. Available from EU Bookshop, 2011. Available at: http://www.indire.it/lucabas/lkwmw_file/eurydice/sciences_EN.pdf
5. Kearney C. Efforts to increase students' interest in pursuing science, technology, engineering and mathematics studies and careers //National measures taken by. – 2011. – Т. 21. Available at: http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuur/2011_european_schoolnet.pdf
6. Schleicher A. World class: How to build a 21st century school system. – 2018. – 297 p.
7. Encouraging STEM studies for the Labour Market. Labour Market Situation and Comparison of Practices Targeted at Young People in Different Member States. European Union, 2015 Report. European Parliament. Mar. 2015. – Available at: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU\(2015\)542199_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2015)542199_EN.pdf)
8. Burkam D. T., Lee V. E., Smerdon B. A. Gender and science learning early in high school: Subject matter and laboratory experiences //American Educational Research Journal. – 1997. – Т. 34. – №. 2. – С. 297-331.
9. Hattie J. Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning. – Routledge, 2012.
10. Nivalainen V. et al. Pre service and in service teachers' challenges in the planning of practical work in physics //Journal of Science Teacher Education. – 2010. – Т. 21. – №. 4. – С. 393-409. <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9186-z>
11. Menter, I., Hulme, M., Elliott, D. & Lewin, J., 2010. Literature Review on Teacher Education in the 21st Century. Report for the Scottish Government. – Available at: <https://www.gov.scot/Resource/Doc/325663/0105011.pdf>.
12. Melville, W., Fazio, X., Bartley, A. & Jones, D.. Experience and Reflection: Pre service Science Teachers' Capacity for Teaching Inquiry. Journal of Science Teacher Education, – 2008.– 19(5). – pp. 477- 494.
13. Divina Frau-Meigs, Irma Velez, Julieta Flores Michel (eds.). Public Policies in Media and Information Literacy in Europe. Cross-Country Comparisons. London: Routledge, 2017. 304 p. – Available at: <http://sci-hub.tw/10.4324/9781315628851>
14. Heidi Sublette. An effective model of developing teacher leaders in STEM education. A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor of Education in Organizational Leadership. October, 2013 June Schmieder-Ramirez, Ph.D. – Published by ProQuest LLC (2013). 177 p. [online]. – Available at: <https://search.proquest.com/openview/3bc3018bb4000c7c84e8bd3ac2ed9cfd/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Валько Н. В. Реализация STEM-образования будущих учителей естественно-математических дисциплин в странах евросоюза

Проведение реформы образования в Украине и развитие STEM-образования требует изучения иностранного опыта и практик, в том числе в европейских странах. В статье сделан анализ состояния образования и сравнения практик привлечения молодежи к научно-технической деятельности и поощрения исследований. Одной из технологий является ориентация на использование проектных методов в учебной деятельности и организация взаимодействия между всеми участниками процесса. В странах Европы этот подход действует уже более десяти лет, существует достаточное количество исследований, которые носят как экономический, так и социальный характер. Сравнению существующих практик подготовки будущих учителей в европейских странах посвящена данная статья.

Ключевые слова: STEM-образование; страны Европы; Евросоюз; STEM-обучения; реформа образования; учебные планы; междисциплинарность; проектная деятельность; популяризация STEM, будущее учителя; профессиональное развитие учителя.

Valko Nataliya. Implementation STEM-education of future teachers of natural mathematical disciplines in the european union countries

Changes in the education system are a prerequisite for increasing the number of skilled professionals. The Digital Competence Framework provides a common benchmark for key areas of digital competency at European level. In the European educational space, the inclusion of digital competency into curricula and programs of almost all disciplines takes place. Very convenient technology in this was the STEM-education. Conducting education reform in Ukraine and the development of STEM education requires the study of foreign experience and practices, including in European countries. The article analyzes the state of education and compare the practices of attracting young people to scientific and technical activities and encouraging research. One of the technologies is a focus on the use of project methods in educational activities and the organization of interaction between all participants in the process. In Europe, this approach has been operating for more than ten years, there is a sufficient amount of research that is both economic and social in nature. This article is devoted to a comparison of existing practices of training future teachers in European countries. For research, methods of empirical and theoretical research were used. Structural and comparative analysis of the theoretical model of the implementation, support and development of STEM education in the European Union countries and methods of involving young people in scientific and innovative activities taking place in Europe, the normative base, publications and scientific works on the implementation and support of STEM support and development have been studied and analyzed STEM education.

Key words: STEM education; countries of Europe; the European Union; STEM-learning; education reform; curriculum; meta-disciplinary; project activities; STEM popularization; prospective teachers; teachers' professional development.