

Kyiv.

4. *Pro fakhovu peredyvshchu osvitu: Zakon Ukrainy* (2019) [On professional higher education: Law of Ukraine]. Kyiv.

5. Savchenko, O.Ya. (2014) *Uprovadzhennia kompetentisnoho pidkhotu v pochatkovii osviti: zdobutky i nerozviazani problemy*. [Implementing a competency-based approach in primary education: achievements and unresolved issues]. Kyiv.

6. Sadovyi, M.I., Vovkotrub, V.P. & Tryfonova, O.M. (2013) *Vybrani pytannia zahalnoi metodyky navchannia fizyky* [Selected issues of general methods of teaching physics]. Kirovohrad.

7. Tryfonova, O.M. (2019) *Metodychna systema rozvytku informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv kompiuternykh tekhnolohii u navchanni fizyky i tekhnichnykh dystsyplin u zakladakh vyshchoi osvity* [Methodical system of development of information and digital competence of future specialists of computer technologies in teaching physics and technical disciplines in higher education institutions]. Kropyvnytskyi.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

САДОВИЙ Микола Ілліч – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: теорія та методика навчання (фізика та технології).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

SADOVYI Mykola Illich – doctor of pedagogical sciences, professor, manager of department of theory and method of technological preparation, labour and safety of vital functions protection of Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University.

Circle of research interests: theory and methods of teaching (physics and technology)

Стаття надійшла до редакції 18.04.2021 р.

УДК [373.51”312”(477) +50]:004:371.5(045)

DOI: 10.36550/2415-7988-2021-1-198-59-64

СЛІПУХІНА Ірина Андріївна –

доктор педагогічних наук, професор,
головний науковий співробітник

відділу створення навчально-тематичних систем знань
Національного центру «Мала академія наук України»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9253-8021>

e-mail: slipukhina2015@gmail.com

ЧЕРНЕЦЬКИЙ Ігор Станіславович –

кандидат педагогічних наук, завідувач відділу
створення навчально-тематичних систем знань

Національного центру «Мала академія наук України»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9771-7830>

e-mail: manlabkiev@gmail.com

ЖМАЄВА Анастасія Євгенівна –

здобувачка освіти, Національний авіаційний університет

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7462-7194>

e-mail: nastia.zhmaieva@gmail.com

ПІДГОТОВКА STEM ОСВІТЯН: МІЖНАРОДНИЙ КОНТЕКСТ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. За даними досліджень, залучення 1 % населення до STEM-професій, приносить економіці держави ріст ВВП на 50 млрд. доларів [1]. Розроблення STEM орієнтованих навчальних програм для формальної середньої освіти (К-12) є важливою складовою освітньої політики країн, які є визнаними лідерами в галузі високих технологій, насамперед, США, Китаю, Англії, Кореї, Тайваню, Австралії та країн Євросоюзу. За даними Міністерства торгівлі США, кількість вакансій в STEM професіях зростає нині вдвічі швидше, ніж в інших професіях [2]. Окрім того, випускники освітніх STEM програм отримують значно більші доходи у інших кар’єрних напрямках, активно удосконалюють свої навички разом зі стрімким розвитком економіки, граючи вирішальну роль у стійкому зростанні і стабільності держав [3].

Реалізація STEM освіти неможлива без компетентних освітян, фахівців формальної і неформальної освіти, які володіють певним набором необхідних навичок, психологічно та емоційно компетентних осіб, лідерів і менеджерів освітніх траєкторій, професіоналів, позбавлених стереотипів, які володіють презентаційними навичками, а також є ефективними комунікаторами та фасилітаторами. Тому якісна підготовка STEM-едукаторів є важливою складовою освітніх систем по всьому світу. Словники визначають едукатора як фахівця з конкретною здатністю, досвідом, інтуїцією, знаннями, навичками, підготовкою та відповідною кваліфікацією для викладання чи надання форми конкретного навчального тренінгу [4], який користується у своїй діяльності найбільш прогресивними, інноваційними підходами, найкращими практиками і ефективними стратегіями

[5], спрямованими на формування соціально активної особистості [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Міждисциплінарний контекст STEM-ініціатив детермінує особливості педагогічної діяльності. Звіт «STEM 2026. A Vision for Innovation in STEM Education» [7] демонструє бачення світової спільноти щодо STEM професій, до яких, насамперед, відносять всі напрями інженерії [8]. Так, за даними ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» МОН України основними напрямками діяльності вітчизняних STEM осередків станом на 2020 р. є робототехніка (понад 50%), природничо-екологічні дослідження з використанням цифрових вимірювальних комплексів (45%) та 3D – моделювання та прінтинг (понад 20%) [9].

З іншого боку, результати дослідження, проведеного Н. Jang [10] вказують на те, що окремо взяті навички XXI століття («soft skills») та інженерної освіти («hard skills») не визначають формування STEM компетентності. Такий висновок також вказує на потребу інноваційної підготовки саме STEM освітян (едукаторів), як «носіїв» STEM-культури [11]. Тому мають бути визначені вимоги, які висуваються до компетентності STEM-викладачів, а відтак – особливості їх підготовки, як це зазначено у дослідженні S. Papadakis [12]. Концептуальні рамки професійної компетентності викладачів/вчителів в сучасному освітньому середовищі окреслено у праці S. Guerriero [13 с. 261]: до її структури відносять педагогічні знання, афективно-мотиваційні компетентності та переконання, інноваційні підходи у навчанні, які сприяють когнітивному і соціально-емоційному навчанню студентів. Як показано у колективному дослідженні [14], що є зручним для розробки інструментів опитування у міжнародних порівняльних дослідженнях, наприклад, «Innovative Teaching for Effective Learning» (ITEL) [15].

Більш конкретизований підхід до формування змісту підготовки STEM освітян запропоновано вітчизняними авторами [16]. В його основу покладено розуміння структури відповідної компетентності як поєднання чотирьох ключових навичок: вирішення проблем, співпраці, роботи з технологіями, організаційних навичок.

Дослідження відкритих джерел даних показало, що найбільш активно, швидко і відносно дешево у всьому світі підготовка STEM едукаторів відбувається через курси підвищення кваліфікації, зокрема, дистанційні [17]. Одними з якісних результатів дослідження, проведеного зі STEM едукаторами Болгарії, Греції, Нідерландів й Іспанії [18], яких стало створення SWOT-аналізу викликів впровадження STEM в освіті цих країн на державному рівні.

Метою статті є розгляд способів, засобів і підходів до підготовки STEM освітян (едукаторів) через призму актуального міжнародного досвіду, а також аналіз в цьому контексті діючих освітніх пропозицій.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети було використано теоретичні методи аналізу джерел наукових і практичних даних, що стосуються міжнародного досвіду підготовки педагогів формальної і неформальної освіти для роботи у STEM орієнтованих освітніх програмах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як освітня політика STEM почав розгортатися в США з 2009 р. зі стартом програми «Educate to innovate» [19]. Відтоді STEM став одним з провідних трендів в освіті, розвиток якого у країнах з інноваційною економікою активно підтримується на державному рівні у вигляді відповідних програм, виконання яких систематично контролюється.

Одним із таких актуальних документів є опублікований Управлінням з питань політики у галузі науки і технологій у жовтні 2019 року звіт «Progress Report on The Federal Implementation of The STEM Education Strategic Plan» [20]. Окрім стратегічних цілей, у зазначеному документі наголошується на особливій важливості підготовки компетентних STEM едукаторів: надання грантів і фінансування на різноманітне навчання нових, а також перепідготовку і стажування вже існуючих фахівців (переважно вчителів і викладачів природничих дисциплін і математики), яке передбачає обов'язкове залучення передових технологій і методів у навчанні спеціалістів.

Аналіз джерел даних у відкритому доступі показав, що одним із лідерів у підготовці STEM едукаторів також є Австралія, де кар'єра в наукоємних галузях є найбільш популярною. Уряд цієї країни, що було проголошено у бюджеті на 2020-21 роки, забезпечує значне фінансування ініціатив щодо вдосконалення викладання дисциплін на основі STEM підходу, особливо в умовах раннього навчання; це стосується, зокрема, розвитку [21] наукової освіти за допомогою «ReSolve: Mathematics by Inquiry» – програми для підтримки навчання учнів і студентів, включаючи ресурси для вчителів [22], програми раннього навчання STEM Australia (Early Learning STEM Australia) [23], співпраці вчителів і викладачів зі STEM спеціалістами для безпосереднього залучення практичних фахівців, програми «Let's Count», яка допоможе розвинути ранні навички обчислення у дітей з неблагополучних сімей [24], програми «Little Scientists», щоб допомогти викладачам дошкільного навчання формувати свої навички та впевненість у STEM [25].

Не менш важливу увагу щодо розвитку STEM освіти у різних аспектах приділяє Німеччина, керівні кола якої нині також стурбовані браком фахівців у галузі STEM (німецька аббревіатура MINT – Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) [26]. Так, нестача кваліфікованих фахівців в STEM / MINT галузях на кінець квітня 2019 року складала 311 300 осіб [27]. Освітня політика цієї країни у цьому контексті особливо спрямована на відповідну фахову підготовку жіноцтва: нині у MINT частка жінок в Німеччині близько 12 % [27].

Відповідно до плану розвитку освіти Малайзії на 2013-2025 рр. нині розпочався третій етап реформи освіти у STEM напрямі [28]. Зауважимо, що перший етап цієї реформи (2013-2015 рр.) був спрямований на підвищення якості STEM-освіти через вдосконалення навчальних програм, підготовку вчителів, використання комплексних методів навчання; другий (2016-2020 рр.) – на підвищення громадської обізнаності та зацікавленості в STEM через кампанії в ЗМІ та партнерські зв'язки; на третьому етапі (2021-2025 рр.) заплановано здійснити оцінку успішності ініціатив перших двох і розробити майбутню дорожню карту з новими ініціативами і програмами.

Цікавим є досвід Ірландії з підготовки STEM освітян (едукаторів). Амбітна стратегічна мета цієї країни – бути центром технологічної творчості та лідером інновацій була оформлена у вигляді державної освітньої стратегії «STEM Education Review Group» для проведення всебічного огляду впровадження STEM освіти в ірландських школах. Висновки цього проекту представлені у звіті «STEM education in the Irish school system» [29], де для кожної проблеми у подальшому були визначені поточна практика, ключові питання та запропоновані дії, особливо, в напрямі підготовки компетентних педагогів.

Цікавим і дієвим є досвід об'єднання зусиль інституцій декількох рівнів. Наприклад, особливою уваги заслуговує проект SellSTEM [30], який реалізовано консорціумом десяти європейських університетів восьми неакадемічних партнерів в рамках чотирирічного гранту Horizon 2020. За вказаний термін було відібрано, теоретично і практично підготовано докторантів для розробки інноваційних та практичних підходів щодо поліпшення просторових здібностей серед молодих людей в Європі, особливо – жінок, для кращої підготовки з природничих, технічних, інженерних та математичних дисциплін. Однією з цілей цієї програми було розроблення методів для розвитку просторових здібностей дітей за допомогою онлайн-навчання, тактильних дій, майстер-класів, навчання на основі проєктів та інтеграції з навчальною програмою STEM [31].

Дослідження інформаційних джерел показує, що найбільш доступними і популярними нині є онлайн-курси STEM едукаторів. Як, наприклад, курс підвищення кваліфікації «Professional Development Membership: Tier 4 Level Educator Annual License». В рамках цього платного курсу пропонується доступ до повного спектру теоретичних знань, інструкцій з розробки програм, включаючи банк планів уроків STEAM та повний відеотренінг [32].

Особливим попитом користуються такі пропозиції, як, FutureLearn [33] – платформа з великою кількістю безкоштовних онлайн-курсів – найбільший постачальник послуг з підвищення кваліфікації вчителів STEM у Великобританії. Значна кількість запропонованих навчальних курсів сертифіковані Службою сертифікації CPD, як,

наприклад, «Volunteering in the Classroom: Communication Skills for STEM Volunteers» [34]. Цей навчальний курс розрахований на два тижні і належить рівню ExpertTrack. Аналіз змісту цього курсу показав, що на першому тижні навчання наголос роблять на формуванні вербальних та невербальних комунікативних навичок. Наступний тиждень спрямований на опрацювання методів презентацій та проведення практичних занять. Така підготовка є дієвою у формуванні компетентностей, пов'язаних з ефективною навчальною співпрацею і мотивацією молодих людей продовжувати займатися предметами STEM та / або робити кар'єру, а також розвиває впевненість, навички проєктної і командної діяльності.

Цікаво, що учасники тренінгів проходять вступний тест, який містить запитання, спрямовані на розуміння загальних цілей та додаткових результатів і професійного розвитку того, хто навчається. Наприклад, здобувачеві освіти пропонується проранжувати запитання відповідно до значущості цілей для конкретної особистості: особистий/професійний розвиток, навички спілкування, навички фасилітатора, підвищення впевненості, навички наставництва, організаційні навички, навички презентації, навички командної роботи. Окрім цього, пропонується зазначити додаткові навички, наприклад, почуття досягнень, винагорода та задоволення, здатність краще взаємодіяти на надихати молодих людей, розвивати роботодавця для розвитку зв'язків з місцевими школами/громадою, інформувати молодь про кар'єру STEM. Деякі вправи подано як ситуативні завдання у вигляді ситуативних сценаріїв [34].

Ще однією формою підготовки STEM едукаторів є літні табори, яскравим прикладом якого є австралійський Curious Minds, на діяльність якого 2020 року урядом Австралії спрямовано 2,35 млн доларів [35]. Такий академічний тренінг STEM едукаторів здійснюється упродовж тижня з подальшою піврічною підтримкою та індивідуальними консультаціями.

Вочевидь, набагато ґрунтовніший рівень підготовки надають університетські програми для STEM едукаторів. Запит та інтерес до таких освітніх продуктів пояснюється можливістю здобуття ступеня магістра у STEM сфері, а це, з одного боку і перспектива системного освоєння навичок, необхідних для вирішення завдань, що стоять перед викладачами STEM, а з іншого – вища заробітна плата, порівняно з бакалаврами, і кращі кар'єрні перспективи. Рейтинг провідних університетів з підготовки STEM едукаторів очолюють Tufts University - Graduate School of Arts and Sciences, Медфорд (США) [36], Utrecht University, Утрехт (Нідерланди) [37] і University of California, Пенсильванія (США) [38]. Такі заклади вищої освіти пропонують опанування теоретичними знаннями та практичними навичками як у формальній, так і в неформальній освіті, стажування та науково-

дослідний проєкт у галузі наукової освіти та комунікацій, оволодіння методологією навчального дизайну, основами музейної педагогіки, глибоке розуміння наукових дисциплін в суспільному та освітньому контексті, професійні навички викладача, дизайнера та комунікатора та інше.

Нині значна увага приділяється підготовці STEM педагогів (едукаторів) в Україні. Вона

здійснюється переважно через спеціалізовані тренінги і навчальні програми в рамках підвищення кваліфікації. Інноваційним осередком STEM орієнтованих тренінгів вчителів є Національний центр «Мала академія наук України». На фото (рис. 3) зображене типове STEM – середовище, змодельоване у STEM лабораторії МАНЛаб [39].



Рис. 3. STEM лабораторія МАН Лаб Національного центру «Мала академія наук України» [39]

В цьому інноваційному закладі досліджуються актуальні методики і підходи до навчальної проєктної діяльності на основі наукового та інженерного методів. Окрім того, освітяни долучаються до роботи над STEM проєктами через методичні матеріали, викладені на освітньому ресурсі stemua.science [36].

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. Впровадження STEM освіти в Україні нині підтримується на державному рівні, на що вказують нормативно-правові акти 2020-2021 рр. Статистичні дані також вказують на те, що цей напрям є дуже популярним і охоплює формальну і неформальну освіту. Тренінги, семінари, курси підвищення кваліфікації, які інтенсивно здійснювалися в умовах дистанційного і змішаного навчання 2020-2021 рр., а також дискусії в соціальних мережах вказують на те, що значна кількість педагогів цікавиться підходами до викладання STEM. Дані, отримані в ході проведеного дослідження, вказують на значну увагу світової спільноти щодо підготовки STEM едукаторів, як ключових рушіїв цієї інновації. Аналіз відкритих онлайн ресурсів виявив найбільш популярними пропозиціями щодо підготовки STEM освітян на світовому ринку є курси підвищення кваліфікації, стажування, тренінги, літні школи, магістерські і бакалаврські програми. Міжнародний досвід може стати основою системного підходу до підготовки STEM освітян в Україні, насамперед, через курси підвищення кваліфікації і тренінги, а також через майбутні магістерські програми.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. John B. Taylor Harald Uhlig. *Handbook macroeconomics*. Amsterdam: North Holland, 2016.

2. STEM jobs: 2017 Update. (2021, March 24). URL: <https://www.commerce.gov/data-and-reports/reports/2017/03/stem-jobs-2017-update> (дата звернення 20.04.2021)

3. Science, technology, engineering, and math, including computer science. (n.d.). URL: <https://www.ed.gov/stem> (дата звернення 20.04.2021)

4. Definitions for educator (n.d.). URL: <http://www.definitions.net/definition/educator> (дата звернення 21.04.2021)

5. J.K.Andreasen, C.R.P.Bjørndal, V.B.Kovač. Being a teacher and teacher educator: The antecedents of teacher educator identity among mentor teachers. *Teaching and Teacher Education*, 85, 281-291. doi:10.1016/j.tate.2019.05.011

6. What is difference between a teacher, an educator and an ... (n.d.). URL: <https://www.quora.com/What-is-difference-between-a-teacher-an-educator-and-an-educationist> (дата звернення 21.04.2021)

7. Carlton South Vic: Education Council. Retrieved May 21, 2021, *STEM Partnerships Forum Report: Response*. from URL: https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf (дата звернення 21.04.2021)

8. A.P. Carnevale, M. Melton, N. Smith, (n.d.). *Stem: Science Technology Engineering Mathematics*. URL: <https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/stem-execsum.pdf> (дата звернення 21.04.2021)

9. V.V. Chernomorets, I.V. Vasylenko, M.V. Kovalenko. Development STEM-education in Ukraine (according to the results of the Research «the state of development stem-education in Ukraine»). *Scientific Notes of Junior Academy of Sciences of Ukraine*, (3(19)), 71-81. doi:10.51707/2618-0529-2020-19-08.

10. H. Jang. Identifying 21st Century STEM Competencies Using WORKPLACE DATA. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 284-301. doi:10.1007/s10956-015-9593-1

11. O. Buturlina, T. Lysokolenko, S. Dovgal. Reflexion of STEM Implementation in Ukraine. *New Perspectives in Science Education: International Conference*. URL: <https://conference.pixel->

- online.net/NPSE/files/npse/ed0008/FP/4695-STEM3738-FP-NPSE8.pdf (дата звернення 21.04.2021)
12. S. Papadakis. Creativity and innovation in European EDUCATION. 10 years ETWINNING. past, present and the future. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 1(1), 1. doi:10.1504/ijtel.2016.10001503
13. Pedagogical knowledge and the changing nature of the teaching profession. *Educational Research and Innovation*. 2017, doi:10.1787/9789264270695-en
14. Understanding teachers' pedagogical knowledge. *OECD Education Working Papers*. 2017, doi:10.1787/43332ebd-en
15. Teachers' pedagogical knowledge and the - oecd. (n.d.). URL: https://www.oecd.org/education/cei/Background_document_to_Symposium_ITEL-FINAL.pdf (дата звернення 21.04.2021)
16. N. Balyk, O. Barna, G. Shmyger, V. Oleksiuk. Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. (n.d.). URL: http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_157.pdf. (дата звернення 20.04.2021)
17. European awareness Scenario WORKSHOPS | News | Cordis ... (n.d.). URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/8356-european-awareness-scenario-workshops> (дата звернення 21.04.2021)
18. Systemic opportunities and challenges for STEM teachers' competence development on Greece, the Netherlands, Bulgaria & Spain ELITE. Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries Grand Agreement: 2016-1-EL01-KA201-023647 (n.d.). URL: http://learning-in-teaching.eu/images/docs/EN/IO3/O3_interim.pdf (дата звернення 20.04.2021)
19. «Educate to innovate»: How the Obama plan for STEM (n.d.). URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED514583.pdf> (дата звернення 20.04.2021)
20. 2020 progress report on the implementation of the federal ... (n.d.). URL: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2017/12/Progress-Report-Federal-Implementation-STEM-Education-Strategic-Plan-Dec-2020.pdf> (дата звернення 20.04.2021)
21. Support for science, technology, engineering and mathematics (stem). URL: <https://www.dese.gov.au/australian-curriculum/support-science-technology-engineering-and-mathematics-stem> (дата звернення 20.04.2021)
22. Resolve website. (n.d.). URL: <https://resolve.edu.au/> (дата звернення 20.04.2021)
23. Early learning STEM Australia (ELSA). (n.d.). URL: <https://elsa.edu.au/> (дата звернення 20.04.2021)
24. Our let's count maths program. (n.d.). URL: <https://www.thsmithfamily.com.au/programs/numeracy/lets-count> (дата звернення 20.04.2021)
25. Early childhood professional development in stem for educators. (2021, May 19). URL: <https://littlescientists.org.au/> (дата звернення 20.04.2021)
26. A. Brück-Klingberg, J. Althoff. MINT-Berufe: Strukturen und Trends der Beschäftigung in Bremen. *IAB-Regional. IAB Niedersachsen-Bremen*, No. 01/2019 Nürnberg: IAB, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
27. MINT-Berufe: Immer MEHR IT-FACHKRÄFTE FEHLEN. (2019, June 13). URL: <https://www.iwd.de/artikel/mint-berufe-immer-mehr-it-fachkraefte-fehlen-433188/> (дата звернення 20.04.2021)
28. Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025: *Pendidikan prasekolah hingga lepas menengah*, 2013, Putrajaya, Malaysia: Kementerian Pendidikan Malaysia.
29. STEM - Department of education and skills. (n.d.). URL: <https://www.education.ie/en/Publications/Education-Reports/STEM-Education-in-the-Irish-School-System.pdf> (дата звернення 20.04.2021)
30. Spatial thinking and stem - files.eric.ed.gov. (n.d.). URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1200228.pdf> (дата звернення 20.04.2021)
31. Research news from NTNU and Sintef. (2020, April 02). URL: <https://norwegianscitechnews.com/> (дата звернення 20.04.2021)
32. Professional development Membership: Tier 4 Level EDUCATOR annual license. (2020, July 06). URL: <https://steamedu.com/shop/membership-tier-4-level/> (дата звернення 20.04.2021)
33. FutureLearn. (n.d.). Online courses and degrees from top universities. URL: <https://www.futurelearn.com/> (дата звернення 20.04.2021)
34. FutureLearn. (n.d.). Communication skills for stem volunteers - online course. URL: <https://www.futurelearn.com/courses/stem-volunteering-communicating> (дата звернення 20.04.2021)
35. Curious minds. (n.d.). URL: <https://www.asi.edu.au/programs/curious-minds/> (дата звернення 20.04.2021)
36. Graduate school of arts and Sciences. (n.d.). URL: <https://as.tufts.edu/graduate> (дата звернення 20.04.2021)
37. International research university. (2021, May 12). URL: <https://www.uu.nl/en> (дата звернення 20.04.2021)
38. STEM education masters programs online: Med stem education. (n.d.). URL: <https://www.calu.edu/academics/graduate/masters/stem/index.aspx> (дата звернення 20.04.2021)
39. STEM laboratoria MANLab [STEM-laboratory MANLab]. URL: <http://stemua.science> (дата звернення 20.04.2021).

REFERENCES

1. Taylor, J.B., & Uhlig, H. (2016). *Handbook of macroeconomics*. Amsterdam.
2. *STEM jobs: 2017 Update*. (2021, March 24). URL: <https://www.commerce.gov/data-and-reports/reports/2017/03/stem-jobs-2017-update>
3. *Science, technology, engineering, and math, including computer science*. (n.d.). URL: <https://www.ed.gov/stem>
4. *Definitions for educator* (n.d.). URL: <http://www.definitions.net/definition/educator>
5. Andreasen, J.K., Bjørndal, C.R.P., Kovač, V.B.. (2019). *Being a teacher and teacher educator: The antecedents of teacher educator identity among mentor teachers*.
6. *What is difference between a teacher, an educator and an ...* (n.d.). URL: <https://www.quora.com/What-is-difference-between-a-teacher-an-educator-and-an-educationist>
7. *STEM Partnerships Forum Report: Response*. (2019). URL: https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf
8. Carnevale, A. P., Melton, M., & Smith, N. (n.d.). *Stem: Science Technology Engineering Mathematics*. URL: <https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/stem-execsum.pdf>
9. Chernomoretz, V.V., Vasylenko, I.V., & Kovalenko, M.V. (2020). *Development STEM-education in Ukraine (according to the results of the Research «the state of development stem-education in Ukraine»)*.
10. Jang, H. (2015). *Identifying 21st Century STEM Competencies Using WORKPLACE DATA*.
11. Buturlina, O., Lysokolenko, T., & Dovgal, S. (2019). *Reflexion of STEM Implementation in Ukraine*.
12. Papadakis, S. (2016). *Creativity and innovation in European EDUCATION*.

13. *Pedagogical knowledge and the changing nature of the teaching profession.* (2017). doi:10.1787/9789264270695-en

14. *Understanding teachers' pedagogical knowledge.* (2017). doi:10.1787/43332ebd-en

15. *Teachers' pedagogical knowledge and the - oecd.* (n.d.). URL: https://www.oecd.org/education/ceri/Background_document_to_Symposium_ITEL-FINAL.pdf

16. Balyk, N., Barna, O., Shmyger G., & Oleksiuk V. (*Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies.* (n.d.). URL: https://www.ed.gov/stemhttp://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_157.pdf.

17. *European awareness Scenario WORKSHOPS | News / Cordis ...* (n.d.). URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/8356-european-awareness-scenario-workshops>

18. *Systemic opportunities and challenges for STEM teachers' competence development on Greece, the Netherlands, Bulgaria & Spain ELITE.* URL: http://learning-in-teaching.eu/images/docs/EN/IO3/O3_interim.pdf/

19. «Educate to innovate»: *How the Obama plan for STEM* (n.d.). URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED514583.pdf>

20. *2020 progress report on the implementation of the federal ...* (n.d.). URL: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2017/12/Progress-Report-Federal-Implementation-STEM-Education-Strategic-Plan-Dec-2020.pdf>

21. *Support for science, technology, engineering and mathematics (stem).* URL: <https://www.dese.gov.au/australian-curriculum/support-science-technology-engineering-and-mathematics-stem>

22. *Resolve website.* (n.d.). URL: <https://resolve.edu.au/>

23. *Early learning STEM Australia (ELSA).* (n.d.). URL: <https://elsa.edu.au/>

24. *Our let's count maths program.* (n.d.). URL: <https://www.thesmithfamily.com.au/programs/numeracy/lets-count>

25. *Early childhood professional development in stem for educators.* URL: <https://littlescientists.org.au/>

26. Brück-Klingberg, A., & Althoff, J. (2019). *MINT-Berufe: Strukturen und Trends der Beschäftigung in Bremen. Nürnberg.*

27. *MINT-Berufe: Immer MEHR IT-FACHKRÄFTE FEHLEN.* (2019). URL: <https://www.iwd.de/artikel/mint-berufe-immer-mehr-it-fachkraefte-fehlen-433188/>

28. *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025: Pendidikan prasekolah hingga lepas menengah.* (2013). Putrajaya.

29. *STEM - Department of education and skills.* (n.d.). URL: <https://www.education.ie/en/Publications/Education-Reports/STEM-Education-in-the-Irish-School-System.pdf>

30. *Spatial thinking and stem - files.eric.ed.gov.* (n.d.). URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1200228.pdf>

31. *Research news from NTNU and Sintef.* (2020). URL: <https://norwegianscitechnews.com/>

32. *Professional development Membership: Tier 4 Level EDUCATOR annual license.* (2020). URL: <https://steamedu.com/shop/membership-tier-4-level/>

33. *FutureLearn.* (n.d.). *Online courses and degrees from top universities.* URL: <https://www.futurelearn.com/>

34. *FutureLearn.* (n.d.). *Communication skills for stem volunteers - online course.* URL: <https://www.futurelearn.com/courses/stem-volunteering-communicating>

35. *Curious minds.* (n.d.). URL: <https://www.asi.edu.au/programs/curious-minds/>

36. *Graduate school of arts and Sciences.* (n.d.). URL: <https://as.tufts.edu/graduate>

37. *International research university.* (2021). URL: <https://www.uu.nl/en>

38. *STEM education masters programs online: Med stem education.* (n.d.). URL: <https://www.calu.edu/academics/graduate/masters/stem/index.aspx>

39. *STEM laboratoria MANLab* (2021). [STEM-laboratory MANLab]. URL: <http://stemua.science>.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

СЛІПУХІНА Ірина Андріївна – доктор педагогічних наук, професор, головний науковий співробітник Національного центру «Мала академія наук України».

Наукові інтереси: STEM підхід, спеціалізована освіта наукового спрямування, дидактика фізики.

ЧЕРНЕЦЬКИЙ Ігор Станіславович – кандидат педагогічних наук, завідувач відділу створення навчально-тематичних систем знань Національного центру «Мала академія наук України».

Наукові інтереси: STEM підхід, спеціалізована освіта наукового спрямування, дидактика фізики.

ЖМАЄВА Анастасія Євгенівна – здобувач освіти, Національний авіаційний університет.

Наукові інтереси: STEM підхід, тьюторинг,

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

SLIPUKHINA Iryna Andriivna – Doctor of Sciences (Pedagogy), Professor, Chief Researcher of the National Center «Junior Academy of Sciences of Ukraine».

Circle of research interests: STEM approach, specialized science education, didactics of physics.

CHERNETSKY Ihor Stanislavovych – PhD (Pedagogical Sciences), Head of the Department for Creating Educational and Thematic Systems of Knowledge of the National Center «Junior Academy of Sciences of Ukraine».

Circle of research interests: STEM approach, specialized science education, didactics of physics.

ZHMAYEVA Anastasia Yevgenivna – student, National Aviation University.

Circle of research interests: STEM approach, tutoring, project activities of students.

Стаття надійшла до редакції 18.04.2021 р.