

9. Mandel'shtam, L.I., Tamm, I.Ye. (1945) *Sootnosheniye neopredelennosti energiya-vremya v nerelyativistskoy kvantovoy mekhanike* [The uncertainty relation between energy and time in nonrelativistic quantum mechanics]. *Izv. AN SSSR. Ser. fiz.*

10. Podopryhora, N.V., Tkachenko, A.V. (2014) *Vyvchennya spivvidnoshen' nevyznachenostey na zasadakh model'noho ta real'noho eksperymentiv* [Study of the relationship of uncertainty on the basis of model and real experiments]. Kirovohrad.

11. Sadovyy, M.I., Tryfonova, O.M. (2013) *Istoriya fizyky z pershykh etapiv stanovlennya do pochatku XXI stolittya* [History of physics from the first stages of formation to the beginning of the XXI century]. *Navch. posibn. dlya stud. f.-m. fak. vyshch. ped. navch. zakl. Kirovohrad.*

12. Sadovyy, M.I. (2001) *Stanovlennya ta rozvytok fundamental'nykh idey dyskretnosti ta neperervnosti u kursy fizyky seredn'oyi shkoly* [Formation and development of the fundamental ideas of discreteness and continuity in the course of high school physics]. Kirovohrad.

13. Sadovyy, M.I. (2001) *Teoretychni i metodychni osnovy stanovlennya i rozvytku fundamental'nykh idey dyskretnosti ta neperervnosti v kursy fizyky zahal'noosvitn'oyi shkoly* [Theoretical and methodological foundations of the formation and development of fundamental ideas of discreteness and continuity in the course of physics of a secondary school]. Kyiv.

14. *Sovetskiy entsiklopedicheskiy slovar'* (1982) [Soviet Encyclopedic Dictionary].

15. Tryfonova, O.M. (2009) *Vzayemozv'yazky pryntsyypiv naukovosti ta naochnosti v umovakh kredytno-modul'noyi systemy navchannya kvantovoyi fizyky studentiv vyshchykh navchal'nykh zakladiv* [Correlation of scientific and

visual principles under conditions of credit-module studying system in quantum physics teaching of the students of High Schools]. Kirovohrad.

16. Tryfonova, O.M. (2014) *Strukturno-lohichnyy pidkhid do udoskonalennya vykladannya fizyky atoma i atomnoho yadra* [Structural-logical approach to the improvement of the teaching of the physics of the atom and the atomic nucleus]. Kirovohrad.

17. *Fizicheskiy entsiklopedicheskiy slovar'* (1983) [Physical encyclopedic dictionary].

18. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First edition. – ISO, Switzerland, 1993 (GUM).

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, professor of department of physics and method of its teaching of the Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University.

Circle of research interests: theory and methodology of teaching (physics and labor training)

Дата надходження рукопису 10.04.2018 р.

Рецензент – д.пед.н., доцент О.В. Єжова

УДК 37:53

САКУНОВА Ганна Василівна –

магістр, студентка кафедри фізики та методики навчання фізики Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

ORCID ID 0000-0002-4737-4822

e-mail: sakynova@ukr.net

МОРОЗ Іван Олексійович –

доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики та методики навчання фізики

Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

ORCID ID 0000-0002-4965-1352

e-mail: students11.2016@gmail.com

STEM-ОСВІТА: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Швидкий тем розвитку технологій створює умови для виникнення економічних проблем, які пов'язані з нестачею спеціалістів природничо-математичного напрямку. Це – інженерія, програмування, IT-спеціальності, спеціальності в області високих технологій та ін. Особливе місце відведено для біо- та нанотехнологіям. Постає питання – як навчити та підготувати таких спеціалістів?

Навчання та підготовка до професії – це не просто процес передачі знань від вчителя учням,

викладача ВНЗ – студентам, досвідченого науковця – аспіранту, але й розширення наукового світогляду та креативного мислення в учнів та студентів. STEM-освіта активно поєднує обидві складові, напрямлена на синтез науки та мистецтва і розвиток творчої особистості. Формування природничо-математичних знань, умінь і навичок особистості поряд з креативними здібностями створює фундамент для навчання та виховання кращих спеціалістів майбутнього.

Аналіз актуальних досліджень та публікацій. Проблеми розвитку STEM-освіти в Україні та

© Сакунова Г.В., Мороз І.О., 2018

закордоном в останні роки і перспективи на майбутнє висвітлено у наукових працях та публікаціях багатьох педагогів-новаторів: Н. Веселої [1], С. Квадріціуса [15, с. 50], С. Лабудька [15, с. 70], Л. Ніколенко [15, с. 90], К. Петренко [15, с. 101], О. Кузьменко [15, с. 69], І. Чернецького, І. Сліпучіної, Н. Полухіна [13], О. Петрикєєвої, О. Лозової, О. Гарбенко [10], С. Граськіна [16], Г. Ногайбаєвої [18] та інших.

Наприклад, Н. О. Весела [1] розглядає STEM-освіту як перспективну форму інноваційної освіти в Україні. Автор підкреслює актуальність у впровадженні STEM-освіти як вимогу «нової економіки», тобто створює передумови стати конкурентоспроможною країною на світовій арені.

С. Квадріціус, С. Лабудько, Л. Ніколенко, К. Петренко [15] розкривають дидактичні аспекти впровадження STEM-освіти під час викладання природничо-математичних дисциплін. Автори звертають увагу на важливість інтеграції STEM-підходу в освітній процес вітчизняної науки.

О. Кузьменко [15], І. Чернецький, І. Сліпучіна, Н. Полухін [13] висвітлюють у своїх працях зв'язок міждисциплінарного підходу у навчанні та STEM-освіти у вищих навчальних закладах.

О. Петрикєєва, О. Лозова, О. Гарбенко [10] розглядають теоретичні аспекти та перспективи розвитку й інтеграції STEM-освіти в Україні, обґрунтовують актуальність та закономірність створення STEM-центрів у рамках реформування вітчизняної освіти.

Російський педагог С. Граськін [16] розглядає основні принципи технологій STEM-освіти та важливі складові успіху у навчанні під час шкільної та позашкільної діяльності.

Г. Ногайбаєва [18] підкреслює, що STEM-освіта є містком, який з'єднує навчання та кар'єру. Концепція STEM-освіти спрямована на підготовку учнів до технологічного розвитку країни. Як стверджує автор, науковцям майбутнього потрібні всебічні знання з різноманітних галузей науки, а особливо – природознавства, математики, технології й інженерії.

Науковці із США [22] висвітлюють сучасний стан STEM-освіти у провідних країнах, проблеми та успіхи у навчанні й попит на спеціалістів в області STEM.

Перспективи розвитку для економіки вбачають у залученні людей до науки та техніки у країнах Європи [20].

STEM-освіта є однією з провідних областей із поглиблення та реформування освіти. Тому вивчення переваг та недоліків STEM-освіти зарубіжного досвіду та перспектив впровадження у вітчизняну систему освіти є актуальною темою дослідження для психолого-педагогічної науки.

Мета статті – розкрити сутність поняття, з'ясувати її переваги та недоліки в освітньому процесі, перспективи впровадження STEM-освіти за кордоном та в Україні.

Методи дослідження. Вивчаючи дану проблематику, були використані наступні методи: *теоретичні* – системний аналіз підручників, посібників, публікацій, ресурсів мережі Інтернет, з метою узагальнення сутності понять, переваг і недоліків STEM-освіти та перспектив впровадження її в світовий освітній простір та в Україні; порівняння, систематизація та узагальнення існуючих шляхів і методів розвитку STEM-освіти; *емпіричні* – спостереження за навчально-виховним процесом та процесом навчання фізики, математики й інформатики у педагогічному ВНЗ та в школах м. Сум, анкетування і тестування студентів, бесіди з учнями, вчителями та викладачами ВНЗ.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із пріоритетних напрямів модернізації освітнього простору (у рамках викладання природничо-математичних та інженерно-технічних дисциплін) виступає STEM-підхід у навчанні, що спрямований на мотивування учнів вивчення дисциплін, на яких ґрунтується сучасні технології, і забезпечують можливість кар'єрного зростання в інженерно-технічній сфері [5].

STEM інтегрує чотири навчальні дисципліни (Science – наука, Technology – технології, Engineering – інженерія, Math – математика) в єдину концепцію, що базується на міждисциплінарному підході у поєднанні з проектним навчанням. Звернемо увагу, що професії, пов'язані з даними дисциплінами, мають найбільший попит у сучасному світі.

Термін STEM походить із США. Він був введений у шкільну програму, з метою розвитку та підсилення компетенцій учнів у науково-технічному напрямі. STEM має два вектори розвитку: STREM (Robotics – робототехніка) або STEAM (Art – мистецтво). В США STEM введено в освітню програму навчальних закладів на національному рівні.

STEM має свої переваги [19]:

- 1) STEM-освіта стає поштовхом для фінансування установ: школам надаються гранти для реалізації проектів;
- 2) STEM – це широкий обсяг вибору професій та кар'єрного зростання у майбутньому;
- 3) створення інформаційно-цифрової та технологічної платформи в освіті та науці;
- 4) активна участь учнів та студентів у навчально-практичній діяльності;
- 5) розвиток критичного та креативного мислення, вміння працювати самостійно й у колективі.

Поряд з цим у STEM виокремлюють наступні недоліки [17]:

- 1) зниження комунікативних навичок, емоційності;
- 2) можливість втрати творчих здібностей у спеціалістів, професії яких пов'язані з інженерією;
- 3) вузька спеціалізація вчителів в одному із напрямів STEM.

Незважаючи на це, більшість дослідників вважає, що інтеграція STEM в освіту – це підтримка та розвиток талановитих дітей.

Аналіз досліджень [18; 20; 22] показав, що у світовому освітньому просторі не існує чіткого підходу до узагальнення та систематизації STEM-освіти. Варто звернути увагу на створення різноманітних національних ініціатив, пов'язаних із вирішенням освітніх та економічних проблем, зокрема – зниження інтересу до навчання при вивченні STEM-предметів. Проте, незважаючи на певні проблеми в освіті, державні програми провідних країн світу пропагують підвищення мотивації до вивчення STEM та підготовки конкурентоспроможних спеціалістів в області високих технологій. Такі програми створюються та впроваджуються в Австралії, Китаї, Великобританії, Ізраїлі, Кореї, Сінгапурі, США, Росії, Казахстані та ін. Наприклад, у Росії відкривають Центри технічної підтримки освіти (ЦТПО), в яких частково вирішуються питання залучення учнів до інженерної справи та роботобудівництва. При вищих начальних закладах (ВНЗ), ЦТПО та технопарках формують STEM-центри, які дають можливість школярам познайомитися з наукою, взяти участь у наукових дослідженнях. Відкриваються також навчальні курси для педагогів, які є практико-орієнтовними та спрямовані на засвоєння компетенцій оволодіння проектним підходом, сучасними технологіями тощо. Для вивчення пропонуються наступні курси: «Сучасна методика та технології навчання фізики», «Навчальна робототехніка», «Вирішення навчальних задач із використанням програмування», «Електроніка та мікроконтролери у проектній діяльності», «Реалізація проектів учнів на базі технопарків» тощо [18].

Уряд Сінгапуру реформує систему освіти так, щоб розвивати креативні якості особистості. Ще у 2002 році була введена у дію ініціатива «Перетворення Сінгапуру». Одним із напрямів цієї реформи – працевлаштування креативної молоді в установи економічної політики [18].

У Фінляндії Національний науковий освітній центр LUMA координує роботу шкіл, університетів та підприємств. LUMA слугує центром ресурсного постачання навчально-методичних матеріалів в області STEM при науково-технічних закладах для школярів та на курсах підвищення кваліфікації для вчителів [18].

Актуальність STEM-освіти у США підкреслюється прийнятим у 2013 році Стратегічного плану по розвитку STEM-освіти. Його мета – підготувати до 2020 року 100000 нових вчителів STEM та провести фінансову підтримку для збільшення кількості випускників коледжів та ВНЗ по STEM-спеціальностям [22].

В Австралії у 2015 році була прийнята Національна стратегія розвитку STEM-освіти у школах на 2016-2026 рр. (National STEM School Education Strategy) [18].

Більшість країн Європи мають подібні національні ініціативи та стратегії. Поряд з цим вони пропагують напрями у створенні міжнародних програм із розвитку та підтримки освіти в області STEM [18; 21]:

1) «In Genious» (2011-2014): Австрія, Чехія, Естонія, Німеччина, Фінляндія та ін. – цей проект спрямований на створення освітньої області з інноваційних практик;

2) «MASCIL» (2013-2016): Австрія, Болгарія, Кіпр, Нідерланди, Іспанія, Англія, Турція, Литва та ін. – проект для підтримки вчителів у вигляді створення навчальних курсів із різноманітним навчальним матеріалом;

3) «ER4STEM»: Англія, Болгарія, Австрія, Мальта, Греція – створення програми, яка дозволяє дітям вивчати різні напрямки STEM і навчальної робототехніки, а також – розв'язувати задачі з підвищеною складністю тощо.

Як бачимо, провідні країни світу ведуть активну діяльність із залучення шкіл, ВНЗ та підприємств до інтеграції STEM в освіту і науку та, у подальшому, працевлаштування STEM-спеціалістів в усі області ринку праці.

В Україні впровадження STEM-напрямків в освітній простір розпочато з 2015 року Міністерством освіти та науки України, Інститутом модернізації змісту освіти спільно з представництвом компанії Intel [4]. Згідно Наказів Міністерством освіти та науки України [6, 7, 8, 9], планується проведення Всеукраїнських змагань «Роботрафік – 2018», змагань з моделювань «розумних» пристроїв «STEAM-House» (2018), організація та проведення «Web-STEM-школи – 2018», дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науко-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)» на 2017-2021 рр. тощо.

Впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 рр. [12] реалізується за такими напрямками:

1) створення нормативно-правового забезпечення;

2) проведення науково-методичної та організаційної роботи;

3) робота з педагогічними кадрами;

4) інформаційно-просвітницька та видавнича діяльність.

STEM відрізняється від традиційного навчання природничо-математичних дисциплін інтегруванням процесу навчання, тому проведення вітчизняної освітньої реформи «Нова українська школа» [3] створює підґрунтя для впровадження STEM-предметів за допомогою інтегрованих уроків, курсів та навчальних дисциплін, враховуючи міждисциплінарний підхід STEM [2].

Аналіз літературних джерел, спостереження та бесіди з викладачами шкіл та ВНЗ показує, що вчителі та керівники шкіл, викладачі ВНЗ, науковці і методисти м. Сум розуміють проблему і

приділяють їй увагу в своїй роботі, про що свідчить створення STEAM-центру на базі КУ Сумська спеціалізована школа №7 імені М. Савченка (2017) [13], проведення обласного фестивалю «STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку» (2018) [10], участь школярів у фестивалі «STEM Ukrainian Education Festival-2018» [20], що проходив у семи містах України: Київ, Одеса, Запоріжжя, Чернігів, Суми, Миколаїв, Кропивницький, презентація сучасної STEM-лабораторії на базі КЗСОП «Сумська обласна гімназія-інтернат для талановитих та творчо обдарованих дітей» [20] тощо. Як бачимо, область проводить заходи, які долучають педагогів, учнів та студентів до освоєння STEM-підходу у навчанні, проте, незважаючи на це, існує велика кількість невирішених питань та проблем щодо впровадження STEM у вітчизняну освіту. Зокрема, самі вчителі не мають підготовки зі спеціалізації STEM, так як у переліку МОН їх підготовка у педагогічних університетах проводилась і дотепер проводиться, як правило, за навчальними програмами (базові), які, в основному, створювались і затверджувались до появи в освітньому середовищі методології STEM.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. Отже, проведення державної політики щодо впровадження STEM в освіту провідних країн світу засвідчує, що модернізація навчального процесу у цьому напрямі має стати одним із головних завдань реформування освіти в Україні. Забезпечення країни STEM-спеціалістами забезпечить зростання економіки, науки та технологій у майбутньому.

При підготовці вчителів природничо-математичних дисциплін у ВНЗ та на різноманітних курсах підвищення кваліфікації необхідно вводити спеціальні навчальні дисципліни, які охоплюють методологію STEM.

Перспективи подальших наукових розвідок полягають у створенні методичних розробок інтегрованих уроків або робочих програм інтегрованих курсів із застосування STEM-підходу в освітньому процесі.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Весела Н. О. STEM-освіта як перспективна форма інноваційної освіти в Україні / Весела Н. О. – Тернопіль, 2017. – С. 25-28.
2. Коваленко О. STEM-освіта: досвід впровадження в країнах ЄС та США / О. Коваленко, О. Сапрунова. – 2016. – С. 46-49. – (Рідна школа, №4)
3. Концепція Нової української школи [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: <https://osvita.ua/school/reform/54276/>
4. Лист про впровадження напрямків STEM-освіти [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/2015/09/01/list-imzo-vid-31-08-2015-2-1-10-14-pro-vprovadzhennya-napryamkiv-stem-osviti/>
5. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: http://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/

6. Наказ МОН України № 708 від 17.05.2017 року «Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)» на 2017-2021 роки» [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/2017/05/19/nakaz-mon-vid-17-05-2017-708-pro-provedennya-oslidno-eksperymentalnoji-roboty-vseukrajinskoho-rivnya-za-temoyu-naukovo-metodychni-asady-stvorennya-ta-funktsionuvannya-vseukrajinskoho-naukovo-m/>

7. Наказ ІМЗО №58 від 23.11.2017 року «Про організацію та проведення «Web-STEM-школи - 2018» [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/2017/11/24/nakaz-imzo-vid-23-11-2017-58-pro-orhanizatsiyu-ta-provedennya-web-stem-shkoly-2018/>

8. Наказ ІМЗО № 13 від 19.02.2018 року «Про проведення Всеукраїнських змагань «Роботрафік – 2018» [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/2018/02/20/nakaz-imzo-vid-19-02-2018-13-pro-provedennya-vseukrajinskyyh-zmahan-robotrafik-2018/>

9. Наказ ІМЗО № 14 від 22.02.2018 року «Про проведення змагань з моделювання «розумних» пристроїв «STEM-House» [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: https://osvita.ua/legislation/pozashk_osv/59686/

10. Обласний семінар «STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.soippo.edu.ua/index.php/home/2694-oblasnij-seminar-stem-osvita-stand-provadžhennya-ta-perspektivi-rozvitku>

11. Патрикеева О.О. Сучасний стан впровадження STEM-освіти в Україні / О. О. Патрикеева, О. В. Лозова, С. Л. Горбенко. – 2016. – С.152-155. – (Проблеми освіти)

12. План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 роки [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBMOAPKQmc4LUd2MmVFckk/viewhttps://imzo.gov.ua/2015/09/01/list-imzo-vid-31-08-2015-2-1-10-14-pro-vprovadzhennya-napryamkiv-stem-osviti/>

13. Створення STEAM-центру на базі КУ Сумська спеціалізована школа №7 ім. М. Савченка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pb.smr.gov.ua/projects/19>

14. Чернецький І. С. Мультидисциплінарний підхід у формуванні STEM орієнтованих навчальних завдань [Електронний ресурс] / І. С. Чернецький, І. А. Сліпучіна, Н. І. Поліхун. – Режим доступу: <http://phm.kspu.kr.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTO/article/view/1355>

15. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. – К.: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. – 160с.

16. Граськин С. С. Методология применения STEM-образования в триаде «Школа-Вуз-Предприятие» / С. С. Граськин. – М., 2017.

17. Инновационные технологии: STEM-технологии в образовании [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://infourok.ru/innovacionnye_tehnologii_stem_tehnologii_v_obrazovanii-466748.htm

18. Ногайбаева Г. Развитие STEM-образования в мире и Казахстане [Електронний ресурс] / Г. Ногайбаева. – Режим доступу: <http://iac.kz/ru/publishing/razvitie-stem-obrazovaniya-v-mire-i-kazahstane>

19. Что такое STEM-образование? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://anrotech.ru/blog/chto-takoe-stem-obrazovanie/>

20. STEM Ukrainian Education Festival-2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sogischool.com.ua/252-stem-osvita.html>

21. STEM Education [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eun.org/focus-areas/stem>

22. Teaching STEM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://teach.com/become/what-can-i-teach/stem/>

REFERENCES

1. Vesela, N.O. (2017) *STEM-osvita yak perspektyvna forma innovatsiyanoi osvity v Ukraini* [STEM-education as a promising form of innovative education in Ukraine]. Ternopil'.

2. Kovalenko, O. (2016) *STEM-osvita: dosvid vprovadzhennya v krayinakh YES ta SSHA* [STEM-education: experience of implementation in the EU and the USA]. Ridna shkola, №4.

3. *Kontseptsiya Novoyi ukrayins'koyi shkoly* [Concept of the New Ukrainian School]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy.

4. *Lyst pro vprovadzhennya napryamkiv STEM-osvity* [Letter on introduction of directions of STEM-education]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy.

5. *Metodychni rekomendatsiyi shchodo vprovadzhennya STEM-osvity u zahal'noosvitnikh ta pozashkil'nykh navchal'nykh zakladakh Ukrainy na 2017/2018 navchal'nyy rik* [Methodical recommendations on implementation of STEM-education in general and non-school educational institutions of Ukraine for the 2017/2018 academic year]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy.

6. *Nakaz MON Ukrainy № 708 vid 17.05.2017 roku «Pro provedennya doslidno-eksperymental'noyi roboty vseukrayins'koho rivnya za temoyu «Naukovo-metodychni zasady stvorennya ta funkcionuvannya Vseukrayins'koho naukovo-metodychnoho virtual'noho STEM-tsentru (VNMV STEM-tsentru)» na 2017-2021roky»* [Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine №. 708 dated May 17, 2017 «On carrying out experimental and experimental work of the all-Ukrainian level on the topic» Scientific and methodical principles of creation and functioning of the All-Ukrainian scientific-methodical virtual STEM-center «(STEM-Center) on 2017-2021years»]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy.

7. *Nakaz IMZO №58 vid 23.11.2017 roku «Pro orhanizatsiyu ta provedennya «Web-STEM-shkoly - 2018»* [IMZO Order №. 58 of November 23, 2017 «On the Organization and Conduct of Web-STEM-School – 2018»]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy.

8. *Nakaz IMZO № 13 vid 19.02.2018 roku «Pro provedennya Vseukrayins'kykh z'mahan' «Robotrafik – 2018»* [Order IMZO № 13 dated February 19, 2018 «On holding the All-Ukrainian competitions» Rotational 2018»]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy.

9. *Nakaz IMZO № 14 vid 22.02.2018 roku «Pro provedennya z'mahan' z modelyuvannya «rozumnykh» prystroyiv «STEAM-House»* [IMZO Order № 14 dated February 22, 2018 «On holding simulation competitions for smart «devices» STEAM-House»]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy.

10. *Oblasnyy seminar «STEM-osvita: stan vprovadzhennya ta perspektyvy rozvytku»* [Regional seminar «STEM-education: the state of implementation and development prospects»].

11. Patrykeyeva, O.O. (2016) *Suchasnyy stan vprovadzhennya STEM-osvity v Ukraini* [Current state of

implementation of STEM-education in Ukraine]. *Problemy osvity*.

12. *Plan zakhodiv shchodo vprovadzhennya STEM-osvity v Ukraini na 2016-2018 roky* [Action Plan on the Implementation of STEM Education in Ukraine for 2016-2018]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy.

13. *Stvorennya STEAM-tsentru na bazi KU Sums'ka spetsializovana shkola №7 im. M. Savchenka* [Creation of a STEAM-center on the basis of KU Sumy Specialized School №7 named after. M. Savchenko].

14. Chernets'kyi, I.S. *Mul'tydystsyplinarnyy pidkhid u formuvanni STEM oriyentovanykh navchal'nykh zavdan'* [Multidisciplinary approach in the formation of STEM-oriented educational tasks].

15. (2017) *STEM-osvita: stan vprovadzhennya ta perspektyvy rozvytku: materialy III Mizhnarodnoyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi* [STEM-education: the state of implementation and development prospects: materials of the 3rd International Scientific and Practical Conference]. Kiyv. DNU «Instytut modernizatsiyi zmistu osvity».

16. Gras'kin, S.S. (2017) *Metodologiya primeneniya STEM-obrazovaniya v triade «Shkola-Vuz-Predpriyatiye»* [Methodology of application of STEM-education in the triad «School-University-Enterprise»]. Moscva.

17. *Innovatsionnyye tekhnologii: STEM-tekhnologii v obrazovanii* [Innovative technologies: STEM-technologies in education].

18. Nogaybayeva, G. *Razvitiye STEM-obrazovaniya v mire i Kazakhstane* [Development of STEM-education in the world and Kazakhstan].

19. *Chto takoye STEM-obrazovaniye?* [What is STEM education?]. [Online resource] – Rezhym dostupu: <https://anrotech.ru/blog/chto-takoe-stem-obrazovanie/>

20. STEM Ukrainian Education Festival-2018 [Online resource]. – Rezhym dostupu: <http://sogischool.com.ua/252-stem-osvita.html>.

21. STEM Education [Online resource]. – Rezhym dostupu: <http://www.eun.org/focus-areas/stem>

22. Teaching STEM [Online resource]. – Rezhym dostupu: <https://teach.com/become/what-can-i-teach/stem/>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

САКУНОВА Ганна Василівна – магістр кафедри фізики та методики навчання фізики Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.

Наукові інтереси: методика навчання фізики.

МОРОЗ Іван Олексійович – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики та методики навчання фізики Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.

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

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

SAKUNOVA Anna Vasulivna – master of department of physics and method of teaching physics of the Sumy Anton Makarenko State Pedagogical University.

Circle of research interests: methodology of teaching physics.

MOROZ Ivan Oleksiyovich – doctor of pedagogical sciences, professor, manager of department of physics and method of teaching physics of the Sumy Anton Makarenko State Pedagogical University.

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

Дата надходження рукопису 13.04.2018 р.
Рецензент – к.техн.н., професор О.М. Царенко