УДК 351.851

[https://doi.org/10.52058/2708-7530-2021-12\(18\)-109-123](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2021-12(18)-109-123)

Кухарчук Петро Михайлович кандидат наук з державного управління, доцент, доцент кафедри управління та адміністрування, Комунальний заклад вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти», вул. Грушевського, 13, м. Вінниця, 21050, тел.: (0432) 55-65-60, e-mail: kpmkrma@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2051-3298>

Пойда Сергій Андрійович кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри управління та адміністрування, Комунальний заклад вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти», вул. Грушевського, 13, м. Вінниця, 21050, тел.: (0432) 55-65-60, e-mail: serj.pojda@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9895-0220>

Адамович Ірина Валентинівна кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри педагогіки й андрагогіки КЗ «Житомирський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» Житомирської обласної ради, вул. Михайлівська, 15, м. Житомир, 10014, тел.: (0412) 47-37-85, e-mail: adamovich-irina@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-5688-0516>

ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ УКРАЇНИ

Анотація. Реформуючи систему освіти в Україні, яка повинна забезпечити сталий та стійкий розвиток економічного зростання, щоби реалізувати національний плану дій з впровадження «Стратегії сталого розвитку України на період до 2030 року».

Сучасні тенденції до розвитку світової економіки та технологічного прогресу призвели до того, що у сфері переробної промисловості - основі високотехнологічного виробництва - конкурують між собою держави з дешевою робочою силою (переважно розташовані у субтропічному та тропічному кліматі, де вартість життя істотно нижча, ніж в Україні) та розвинуті держави із стабільним і сприятливим інвестиційним кліматом, який дозволяє мінімізувати інвестиційні ризики під час створення високотехнологічних виробництв. За таких конкурентних умов Україна не має достатньо переваг, аби бути конкурентною у переробній промисловості [2].

Враховуючи на те, що саме інноваційний потенціал має стати рушієм економічного зростання та сприяти розвитку всіх сфер економіки, зокрема промисловості та ІТ технологій. Основою української інноваційної конкурентоспроможності має стати людський капітал, а також знання і результати наукових досліджень та STEM-освіта.

В Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) унормовано три основних політичних підходи до сприяння розвитку наукоємних та високотехнологічних галузей, спрямовані на заохочення дітей та молоді до проведення досліджень та оволодіння науково-технічними, інженерними професіями, а саме:

- розроблення ефективних і привабливих методів впровадження навчальних програм з навчальними методиками природничо-математичної освіти (STEM-освіти);
- удосконалення підготовки педагогічних працівників та забезпечення їх професійного розвитку і стимулювання [2].

Вирішуючи наявні проблеми, які є наслідком загальних проблем у сфері загальної середньої освіти, зокрема у природничо-математичній освіті (STEM-освіті) це:

- зниження рівня викладання природничо-математичних предметів, недосконалість змісту освіти, невідповідність змісту природничо-математичних предметів вимогам сьогодення, розбалансованість обсягу і змісту навчальних програм;
- викладання природничо-математичних предметів вчителями іншого фаху;
- недоступність якісної природничо-математичної освіти (STEM-освіти) для різних категорій здобувачів освіти, у тому числі тих, що проживають у сільській місцевості, осіб з інвалідністю [2].

Для виправлення ситуації, що склалася останнім часом, в практику професійної підготовки впроваджуються STEM-освіта.

Ключові слова: STEM-освіта, економічне зростання, концепція розвитку освіти.

Kukharchuk Petro Mykhailovych Candidate of Sciences in Public Administration, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management and Administration of the Vinnytsia Academy of Continuing Education, Hrushevskoho St., 13, Vinnytsia, 21050, tel.: (0432) 55-65-60, e-mail: kpmkpma@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2051-3298>

Poida Serhiy Andriyovych Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Management and Administration of the Vinnytsia Academy of Continuing Education, Hrushevskoho St., 13, Vinnytsia, 21050, tel. : (0432) 55-65-60, e-mail: serj.pojda@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9895-0220>

Adamovych Iryna Valentynivna Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer, Department of Pedagogy and Andragogy, Zhytomyr Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education, Zhytomyr Regional Council, Mykhailivska St., 15, Zhytomyr, 10014, tel.: (0412) 47-37-85, e-mail: adamovich-irina@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-5688-0516>

WAYS OF IMPLEMENTATION OF STEM IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF UKRAINE

Abstract. Reforming the education system in Ukraine, which should ensure sustainable and sustainable development of economic growth, in order to implement the national action plan for the implementation of the "Strategy for Sustainable Development of Ukraine until 2030."

Current trends in the world economy and technological progress have led to the fact that in the processing industry - the basis of high-tech production - compete with countries with cheap labor (mostly located in subtropical and tropical climates, where the cost of living is significantly lower than in Ukraine) and developed countries with a stable and favorable investment climate, which minimizes investment risks in the creation of high-tech industries. Under such competitive conditions, Ukraine does not have enough advantages to be competitive in the processing industry [2].

Given that it is the innovation potential that should be the driver of economic growth and contribute to the development of all sectors of the economy, including industry and IT technologies. The basis of Ukraine's innovative competitiveness should be human capital, as well as knowledge and results of research and STEM education.

The Concept of Development of Natural and Mathematical Education (STEM-education) regulates three main policy approaches to promote the development of science-intensive and high-tech industries, aimed at encouraging children and youth to conduct research and master scientific and technical, engineering professions, namely:

- development of effective and attractive methods of implementation of educational programs with educational methods of natural and mathematical education (STEM-education);
- improving the training of teachers and ensuring their professional development and incentives [2].

Solving the existing problems that are the result of general problems in the field of general secondary education, in particular in science and mathematics education (STEM-education) are:

- reduction of the level of teaching natural and mathematical subjects, imperfection of the content of education, inconsistency of the content of natural and mathematical subjects with the requirements of today, imbalance in the volume and content of educational programs;
- teaching natural sciences and mathematics by teachers of other specialties;
- unavailability of quality natural and mathematical education (STEM-education) for different categories of students, including those living in rural areas, people with disabilities [2].

To remedy the recent situation, STEM education is being introduced into the practice of vocational training.

Keywords: STEM-education, economic growth, the concept of educational development.

Постановка проблеми. Реформування економіки в Україні зумовлене нагальним завданням виходу на траєкторію швидкого та стійкого економічного зростання.

Запорукою вирішення даного питання є впровадження STEM-освіти, яка обумовлена вимогами сучасності, вимагає від нового покоління вчити, розуміти та застосовувати більше інформації за її об'ємом та глибиною.

Впровадження STEM-освіти змінить економіку нашої країни, зробить її більш інноваційною та конкурентоспроможною. Адже за деякими даними залучення тільки 1% населення до STEM- професій підвищує ВВП країни на \$50 млрд. А потреби у STEM-фахівцях зростають у 2 рази швидше, ніж в інших професіях, тому що STEM розвиває здібності до дослідницької, аналітичної роботи, експериментування та критичного мислення [1].

Набуває свого розвитку STEM-освіта і в Україні [2; 3], що є актуальною проблемою для розробки механізмів впровадження в системі освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливі аспекти формування та розвитку STEM-освіти розглядаються багатьма вітчизняними і зарубіжними науковцями: Н. Балик, С. Буліга, С. Бревус, А. Волков, С. Горинський, Л. Глоба, К. Гуляєв, О. Коваленко, В. Камишин, Е. Клімова, О. Лісовий, Д. Ліванов, Н. Морзе, Р. Норчевський, Н. Полісун, М. Попова, С. Пойда, В. Приходнюк, М. Рибалко, С. Сосновський, П. Ситніков, О. Стрижак, А. Федоренко, Н. Чернецький, М. John, R. Florida, J. Confrey, G. Harpham, C. Kerr, E. Peters-Burton.

Сутністю, володінням цифровою компетентністю та розвитком цифрової культури майбутніх фахівців досліджували Д. Белшоу, Р. Гобс, П. Мерфі, К. Міллер, М. Реснік та ін.

Однак впровадження обов'язкового вивчення STEM-освіти як навчального інваріативного предмета тільки планується, тому питання впровадження поки що не систематизовані і розроблені не в повному обсязі.

Мета статті – дослідження особливостей та механізмів державного управління впровадженням STEM-освіти в Україні в умовах реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти “Нова українська школа”.

Виклад основного матеріалу. З метою забезпечення національних інтересів України щодо сталого розвитку економіки, громадянського суспільства і держави для досягнення зростання рівня та якості життя населення, додержання конституційних прав і свобод людини і громадянина Указом Президента України підтримано проголошені резолюцією Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй від 25 вересня 2015 року № 70/1 глобальні цілі сталого розвитку до 2030 року та результати їх адаптації з

урахуванням специфіки розвитку України, викладені у Національній доповіді "Цілі сталого розвитку: Україна", зокрема забезпечувати дотримання Цілей сталого розвитку України на період до 2030 року, а саме:

- забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх у будь-якому віці;
- забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх [4].

Аналізуючи сучасний стан впровадження в природничо-математичній освіті (STEM-освіті) наявні проблеми, які є наслідком загальних проблем у сфері загальної середньої освіти, виокремлені в Концепції [2] зокрема:

- зниження рівня викладання природничо-математичних предметів, недосконалість змісту освіти, невідповідність змісту природничо-математичних предметів вимогам сьогодення, розбалансованість обсягу і змісту навчальних програм;
- низький рівень заробітної плати та соціальна незахищеність педагогічних працівників;
- викладання природничо-математичних предметів вчителями іншого фаху;
- відсутність відповідних умов у окремих закладах освіти для забезпечення допрофільної підготовки та профільного навчання природничо-математичних предметів;
- недосконала мережа закладів освіти, що не забезпечує належних умов для навчання і розвитку здобувачів освіти, схильних до вивчення природничо-математичних предметів;
- низька якість окремих підручників з природничо-математичних предметів;
- застаріле матеріально-технічне забезпечення навчальних кабінетів природничо-математичних предметів;
- недоступність якісної природничо-математичної освіти (STEM-освіти) для різних категорій здобувачів освіти, у тому числі тих, що проживають у сільській місцевості, осіб з інвалідністю.

В умовах активного розвитку економіки, вимоги до STEM-освіти під час швидкого темпу розвитку ІКТ технологій які постійно змінюється, необхідні професійні знання цифрових технологій та інноваційних засобів навчання та їх імплементації в навчально-виховний процес системи освіти. Зокрема, експерти виокремлюють елементи, які зумовлюють системно, впродовж життя розвивати та вдосконалювати цифрові знання [5, с. 4; 6]:

- зростаюча глобалізація;
- інформатизація, швидке поширення нових технологій і мобільних автоматизованих високотехнологічних виробництв та потужностей;
- попит на фахівців з оригінальним мисленням, здатних до

нестандартних рішень, таких, які вміють орієнтуватися в інформаційному просторі, динамічно як опрацьовувати, так і продукувати нову за змістом інформацію;

- засоби комунікації і засоби масової інформації з використанням ІКТ як у глобальному, так і національному масштабах;
- безпрецедентна реорганізація роботи в усіх сферах діяльності завдяки новим технологіям і соціальним медіа, які значно розширюють можливості комунікації та співпраці.

Механізмами впровадження STEM-освіти надають можливість розвивати, як зазначено в самій концепції й яка стає все важливішою для результативного розвитку ключових компетентностей, реалізуючи Державний стандарт базової середньої освіти [7], а саме:

- математична компетентність,
- компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій,
- інноваційність,
- екологічна компетентність,
- інформаційно-комунікаційна компетентність,
- навчання впродовж життя.

У системі освіти компетентність, переважно, розглядають як динамічну комбінацію знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначають здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність [8]. В рамках нашого дослідження дане твердження набуває змісту у контексті впровадження STEM-освіти, яка впливає на усі сфери життя, включаючи систему загальної середньої освіти.

Х. Гонзаліз (Heather B. Gonzalez), Д. Куїнзі (Jeffrey J. Kuenzi) у праці «Наука, техніка, інженерія та математика (STEM) Освіта: посібник» («Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer») відзначають, що «термін «STEM-освіта» відноситься до викладання та навчання у сфері науки, техніки, інженерії та математики. Як правило, включає освітню діяльність на всіх рівнях, від дошкільного до докторського, як у формальних, так і неформальних класах» [9].

STEM - є акронімом, утвореним з 4-х заголовних букв таких слів, як: «S» – science, «T» – technology, «E» – engineering «M» – mathematics, тобто «Наука», «Технології», «Фізика» та «Математика».

У Держдепартаменті освіти штату Меріленд у США зазначають, що: «STEM-освіта – це підхід до викладання та навчання, який об'єднує зміст і навички природничих наук, фізики, технологій та математики. Стандартами практичного застосування STEM є інструкції, що визначаються комбінацією участі у дослідженні, логічності міркування та інтегрованості із змістом STEM,

що очікуються від досвідченого студента STEM. Мета STEM-освіти – це підготовка учнів до навчання після закінчення середньої школи та робочої сили 21-го століття» [10].

Неухильно зростає швидкість оновлення інженерних і технічних знань та компетенцій. В багатьох галузях спостерігається прискорення інноваційного циклу, що характеризується зменшенням часу між науковою розробкою і впровадженням нових процесів до серійного виробництва. Швидкі зміни у технологіях призводять до прискореного еволюціонування технічних компетенцій. Випускники закладів освіти, які навчаються сьогодні, в перспективі будуть працювати за професіями, яких ще не існує. Компетенції, яким вони повинні будуть володіти, ще не визначені вимогами кваліфікаційних категорій професії.

Сьогодні важливою компетенцією стає навчання впродовж життя, оскільки ми вступаємо в епоху STEM-освіти. Її мета - підготувати учнів до оволодіння технічними системами, які стають все більш складними та взаємопов'язаними. Розв'язання таких завдань і вироблення механізмів впровадження таких систем вимагає нових знань, які враховують не тільки їх технічну складову, але також і їх вплив на соціальні, екологічні, економічні чинники й розвиток системи освіти регіону, країни.

Розв'язання складних інженерних проблем перетворюється на сервіс, а базові інженерні навички трансформуються в продукт, який по собівартості стає конкурентоспроможним на міжнародному ринку праці. Країни, які не спроможні адаптувати систему освіти до навчання конкурентоспроможних інженерів, вимушені будуть платити іншим країнам за аутсорсинг вирішення власних технічних проблем.

Серед більшості країн збільшується попит на STEM-спеціалістів, і відбувається тенденція до розширення набору абітурієнтів інженерних і технічних спеціальностей. При цьому, кількість бажаючих вступити на такі спеціальності є не достатньою. Майбутні абітурієнти не завжди усвідомлюють, що інженерна спеціальність є цікавою. Випускники закладів освіти, орієнтовані на великий достаток, не бачать в інженерній кар'єрі зацікавленості і роблять вибір на користь інших спеціальностей.

STEM- освіта покликана змінити таку тенденцію, що стоїть перед усіма національними системами освіти. Спостерігаємо надлишок «гуманітаріїв» і стійкий брак «технарів» на сьогодні. Такі тенденції зумовлені елементарним страхом у молодих людей перед складними для сприйняття природничими науками і нерозумінням того, як їх можна застосовувати на практиці.

Впровадження Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) спрямоване на усунення цих проблем шляхом сприйняття складного через просте і глибше розуміння предметів, пов'язаних з природничими науками.

На сьогодні в технологічно розвинених країнах світу розроблені освітні

стратегії, які передбачають розвиток STEM-освіти і включають різні спеціалізовані програми для різних рівнів освіти, проєктовані, як набір інтеграційних міждисциплінарних підходів до кожної з STEM-дисциплін.

Вітчизняні науковці також приділяють велику увагу STEM як інноваційної технології навчання. Так, О. Буряк визначає STEM як «педагогічний підхід, що з'єднує, інтегрує розрізнені напрями знань в єдине ціле» [12].

І. Непоп, реалізуючи STEM-орієнтований підхід до навчання на уроках інформатики, зазначає: «Впроваджувати STEM-освіту у рамках програми на уроках інформатики цілком можливо. STEM-орієнтований підхід до навчання реалізується і шляхом проведення бінарних уроків, встановлення міжпредметних зв'язків на уроках інформатики» [13].

О. Гуменний, описуючи використання SMART-комплексів у STEM, зазначає: «Одним з актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку освіти виступає STEM-орієнтований підхід до навчання. А саме впровадження Smart-комплексів навчальних дисциплін сприятиме популяризації інженерно-технологічних професій серед молоді, підвищенню поінформованості про можливості їх кар'єри в інженерно-технічній сфері, формуванню стійкої мотивації у вивченні дисциплін, на яких ґрунтується STEM-освіта» [14].

Підсумовуючи, аналіз впливу STEM-освіти на напрями діяльності професійної в сучасному реформуванні системи освіти в Україні, спостерігаємо що використання STEM дає можливість розвивати сучасні напрями професійної діяльності, більше половини з яких відносяться до інженерії, інша частина — до інформатично-математичної і науково-природничої діяльності: аерокосмічна, комп'ютерна, біомедична, хімічна, машинобудівна, атомна, енерго-орієнтована, екологічна, хімічна інженерія, ІТ, геоматика, мехатроніка, програмування, екологія, агрономія, атмосферні та космічні дослідження, статистика та ін. [2].

Сучасні STEM-фахівці, це ІТ-спеціалісти, програмісти, інженери, спеціалісти високотехнологічних виробництв, спеціалісти з біо- і нано-технологій тощо. STEM-фахівець – це особа, яка здійснює інноваційну трудову діяльність з високим ступенем міждисциплінарності та технологічності.

Слід відмітити складність і багатогранність STEM-освіти, в результаті чого для вирішення питань, пов'язаних з відсутністю необхідної грамотності, розробляються найрізноманітніші програми за видом, напрямком і рівнем складності. Можна виділити такі основні підходи до їх розробки:

1. Розширення навчального досвіду в окремих STEM-предметах, використовуючи проблемно-орієнтовану навчальну діяльність, в ході якої аналітичні концепції застосовуються до реальних світових проблем, з метою кращого розуміння учнями та студентами складних концепцій. Саме навчання передбачається будувати на базі проблемно-орієнтованої навчальної діяльності (на основі методу проєктів і технічного проєктування), яка об'єднує наукові принципи, технологію, проєктування і математику в одну STEM-програму.

2. Інтегрування предметів, щоб створити глибше розуміння їх змісту, що в підсумку призведе до розширення можливостей студентів в майбутньому вибрати напрям кар'єри.

3. Використання багатопрофільного підходу, який спирається на інтегративність в навчанні необхідних дисциплін, як це робиться в реальних виробничих умовах. Тим самим учні та студенти зможуть застосовувати свої знання для вирішення недостатньо структурованих технологічних проблем, розвивати технічні можливості і інтенсивніше опановувати навички високоорганізованого мислення. Навчальна програма може включати зміст окремого предмета або використовуватися для підтримки інших STEM-предметів для досягнення найбільш значущих результатів.

4. Впровадження інновацій в методику навчання кожного з окремих STEM-предметів.

Такий широкий спектр підходів зумовлений складністю досліджуваного явища. Зважаючи на різноманіття існуючих підходів, практично всі дослідники погоджуються, що STEM-освіта - це сучасний освітній феномен, що означає підвищення якості розуміння учнями дисциплін, що відносяться до науки, технології, інженерії та математики, мета якої - підготовка студентів до ефективнішого застосування отриманих знань для вирішення професійних проблем і завдань (в тому числі через покращення навичок високоорганізованого мислення) і розвиток компетенції в STEM (результат чого можна назвати STEM-грамотністю). Інтеграція може бути ефективною, оскільки основні завдання пізнання — це знаходити зв'язки між непов'язаними поняттями, організовувати їх для пошуку рішень. Передбачається, що саме ці властивості людської свідомості і будуть підтримувати здатність учнів до розуміння і застосування компетенцій в нових, незнайомих ситуаціях. Допомогти навчанню повинні і різноманітні методи подання інформації: у візуальній, фізичній, письмовій чи іншій формі. STEM-навчання позитивно впливає на студентів і після закінчення ЗВО, допомагає краще працевлаштуватися і є життєво важливим для підтримки інноваційного потенціалу держави.

Але є побоювання, що процес навчання може сповільнитися, оскільки когнітивні процеси, такі як увага і робоча пам'ять, обмежені, а інтеграційний підхід висуває підвищені вимоги до розумової діяльності студентів.

В цілому значення реформи освіти в STEM-напрямку можна виразити через три ключові чинники: перший - пов'язаний з глобальними економічними проблемами, з якими зустрічається кожна нація; другий - вказує на потреби в фахівцях, які вимагають більш комплексних і гнучких знань, умінь і навичок, що відповідають вимогам XXI століття; і третій - підкреслює попит на STEM-грамотність, необхідну для вирішення глобальних технологічних і екологічних проблем. Основним завданням STEM-освіти є [2]:

- формування найзатребуваніших на ринку праці XXI ст. компетенцій і навичок;

- готовність до вирішення складних (комплексних) практичних проблем, які виступають у вигляді суперечливої ситуації («знаю що, не знаю як»);
- критичне мислення - уміння розуміти логічні зв'язки між ідеями, визначати, будувати й оцінювати аргументи, виявляти невідповідності і помилки в міркуванні (в тому числі й особистому), вирішувати проблеми системно;
- креативність - готовність і здатність до творчості, яка виявляється як в продуктах інженерної діяльності, так і у мисленні, спілкуванні, почуттях;
- організаційні здібності;
- уміння працювати в команді;
- емоційний інтелект - здатність ідентифікувати та управляти своїми власними емоціями та емоціями інших людей;
- здатність до правильного оцінювання проблеми і прийняття рішення;
- здатність до ефективної взаємодії, яка виявляється у емпатії до споживача продукту діяльності команди, уміння спілкуватися з різними людьми, створювати позитивний настрій, виявляти терпіння;
- уміння домовлятися - здатність до урегулювання існуючих розбіжностей;
- когнітивна гнучкість - розумова здатність до швидкого переходу від однієї думки до іншої, одночасне розглядання конкретного об'єкта або складної проблеми в декількох аспектах;
- різнобічний розвиток індивідуальності, формування ціннісних орієнтацій, задоволення інтересів і потреб;
- становлення цілісного наукового світогляду, загальнонаукової, загальнокультурної, технологічної, комунікативної і соціальної компетентностей на основі засвоєння системи знань про природу, людину, суспільство, виробництво, оволодіння засобами пізнавальної і практичної діяльності;
- формування соціально-компетентної особистості, здатної здійснювати самостійний вибір і приймати відповідальні рішення у різноманітних життєвих ситуаціях; виховання потреби і здатності до навчання упродовж усього життя, вироблення умінь практичного і творчого застосування здобутих знань;
- виховання в особистості любові до праці, забезпечення умов для її життєвого і професійного самовизначення, формування готовності до свідомого вибору і оволодіння майбутньою професією.

Викладачам також необхідно готуватися до нововведень в системі освіти і проходити перепідготовку. Майбутнє - за технологіями, а майбутнє технологій

- за педагогами нового формату, які позбавлені забобонів, не приймають формального підходу і можуть своїми знаннями «підірвати мозок» учням і розширити їх кругозір до нескінченності. У відповідь на виклики сучасності в Україні також йде робота з розвитку STEM-освіти, зокрема, в галузі інженерної підготовки. Навчання при переході на нові стандарти необхідно будувати через комунікативні процеси - обговорення, дискусії, спільне ухвалення рішень, а також через техніки, такі як скаффолдинг і співробітництво рівних з рівними. STEM-інтеграція повинна мати у собі три компонента. По-перше, вона повинна бути явно заданою. По-друге, студенти повинні отримувати підтримку викладачів окремих дисциплін. По-третє, враховувати той факт, що більше не завжди краще, приймаючи стратегічні рішення, враховувати інтереси різних дисциплін.

У професійному інженерному співтоваристві сьогодні багато говориться про необхідність створення системи практико-орієнтованої освіти, освітнього поля професійної взаємодії представників освіти та практичної інженерії. Це передбачає участь роботодавців у підготовці фахівців, яка може виражатися як в запрошенні практиків для участі в навчальному процесі, так і в організації та забезпеченні практик для майбутніх фахівців на передових вітчизняних і зарубіжних підприємствах, участь у міжнародних програмах мобільності. Відповідаючи на запити регіональної економіки, технічна освіта значною мірою орієнтована на задоволення потреб конкретних виробництв, ніж на випереджальний характер підготовки нової генерації інженерно-технічних кадрів. Виникає протиріччя між традиціями масової інженерної освіти і елітарною підготовкою технічних фахівців. Запити вітчизняного ринку інженерної праці відображають поки лише реальний стан і реальні потреби, а також можливості виробництва.

Тим часом відзначається низький рівень інноваційної активності підприємств, зниження інтересу до інтелектуальної складової інноваційного процесу. Підприємства сьогодні вважають за краще придбати готове обладнання, техніку, ніж займатися впровадженням інновацій. Щоб подолати таку мотивацію бізнесу, потрібні стимули, необхідна наявність єдиної системи, яка стимулювала б компанії до підтримки та провадження інноваційної діяльності.

В економіці потрібна робоча сила, що має навички за інтегрованими предметами в рамках стратегічних програм STEM, так як майбутнє економічне процвітання держави пов'язане з навчанням учнів навичкам двадцять першого століття 21. Також слід зазначити, що ця сфера освіти повинна мати більшу фінансову підтримку з боку держави. Таким чином, реалізація STEM-освіти вимагає використання спеціального технологічного, лабораторного та навчального обладнання і матеріалів (сьогодні, це 3D-принтери і сканери, засоби 3D-візуалізації, доповненої реальності та інше).

В Україні активно розвивається STEM-освіта. Яскравим прикладом

методичної підтримки педагогів є діяльність відділу STEM-освіти у Інституті модернізації змісту освіти. Методичні матеріали, нормативні документи та події, які розробляються, організовуються та проводяться працівниками відділу відображено на сайті інституту (<https://imzo.gov.ua/pro-imzo/struktura/viddil-stem-osviti/>).

На сторінці Фейсбук (<https://www.facebook.com/groups/805895179541236/>). Серед заходів, які проводяться відділом варто виділити STEM-школи, що проводяться у форматі вебінарів та передбачають поширення досвіду досвідчених учителів-ентузіастів, які займаються розвитком та інтеграцією STEM до освітнього процесу.

Партнером відділу є CSR Ukraine - експертна організація, яка більше 10 років займається впровадженням корпоративної соціальної відповідальності та сталого розвитку для системних і якісних змін в Україні. Зокрема, цікавими є проєкти, реалізовані у співпраці із працівниками відділу STEM-освіти: конкурси «Кращий гендерночутливий STEM-урок» (<https://stem-lesson.info/>) та «Краща STEM-публікація» (<https://imzo.gov.ua/events/krashcha-stem-publikatsiia-2021/>), хакатони для дівчат, які мотивують їх до вибору професії, пов'язаної зі STEM (<https://careerhub.in.ua/chakaton-dla-divchat-energetyka/>), а також робота в рамках ініціативи #ДівчатаSTEM. Для вчителів, які планують впроваджувати STEM-технології проведено низку хакатонів (<https://ukraine.unfpa.org/uk/STEM/IF>). Одним із результатів такої роботи стала спільнота «STEM крок для всіх» у Фейсбук (<https://www.facebook.com/groups/2252368784777263>), де публікуються не тільки методичні матеріали, а й результати роботи активних учителів та їх учнів.

В Україні доброю традицією стала підтримка учителів та заходів, пов'язаних із поширенням STEM-освіти бізнес-структурами. При цьому, варто зазначити, що ринок компаній, які займаються підтримкою та впровадженням STEM-освіти ще тільки формується. Серед найбільш потужних організацій, ділові інтереси яких пов'язані зі STEM, можна назвати компанії «Navigator», «Інноваційні освітні рішення» та STEM-школа Inventor, EdPRO та ін. Так, наприклад, компанія EdPRO пропонує закладам освіти інноваційні інтерактивні панелі із встановленим програмним забезпеченням Mozabook (яке для учителів, що у 2022 році будуть працювати 5-ми класами, надається безкоштовно) та набір з фізики EdPro Amperia. Компанія «Інноваційні освітні рішення» та STEM-школа Inventor проводять фестивалі робототехніки в рамках підготовки до міжнародних змагань First Lego League та World Robotic Olimpiad. Компанія «Navigator» проводить регулярні тренінги з інформаційних технологій навчання на базі тренінгового центру «Вчительська кав'ярня» тощо.

У КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти» активно підтримують впровадження STEM. Крім лекційних та практичних занять на курсах підвищення кваліфікації, де педагогічних працівників знайомлять із принципами STEM-STEAM-STREAM реалізується низка проєктів, що передбачають офлайн тренінги. Серед них "Оновлення методики викладання

предметів природничо-математичного циклу на основі STEM-технологій" (2017 р.), «Впровадження ігрових та діяльнісних методів навчання в освітній процес початкової школи в умовах реалізації Концепції «Нова українська школа» (2018 р.), «Створення мобільної лабораторії 3D-моделювання та друку» (2019 р.). Також проводяться дослідження з питань підбору необхідного обладнання для STEM-лабораторій, організації та проведення уроків із використанням STEM-технологій навчання тощо [15, 16].

Висновки. Проаналізувавши вітчизняні та зарубіжні джерела, встановлено, що відсутнє однозначне визначення щодо шляхів впровадження STEM - освіти. Дослідженням встановлено, що в сучасних умовах STEM-освіта у науково-освітній практиці розглядається як «підхід», «освіта», «навчання», «проект», «напрямок», «методика», «технологія» тощо.

Враховуючи проведений аналіз джерел та законодавства України, ми вважаємо, що STEM-освіта в Україні зможе бути рушієм прискорення економічного розвитку та якісних змін у структурі економіки та впровадження новачій і переходу до виробництва конкурентоспроможних продуктів з високою часткою доданої вартості.

Таким чином, усі складові, а саме, наука, фізика, технології, математика, тобто STEM, безпосередньо пов'язані з діяльністю фізико-математичних гуртків.

STEM-освіта у навчанні учнів під час занять у фізико-математичних гуртках закладів освіти – це підхід, який заснований на ідеї навчання учнів за чотирма напрямками (змістовими лініями) – науці, техніці, фізиці та математиці з використанням міждисциплінарного і прикладного підходу.

Отже, узагальнення теоретичних засад показало, що в системі STEM-освіта позиціонують як STEM-підхід, STEM-навчання, STEM-освіту, STEM - підготовка. При цьому в системі закладів загальної середньої освіти найбільш доцільним, на наш погляд, є розглядати STEM-підхід як педагогічну умову.

STEM-підхід в освіті слід розуміти як підхід, що базується на інтеграції «Science/Науки», «Technology/Технології», «Engineering/Фізики» та «Mathematics/Математики» у освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.

Виконуючи роботи наукового характеру, учні вивчають інженерні дисципліни, які необхідні для формування сучасного інженера та спеціаліста в галузі інформаційних технологій. В процесі навчання учні освоюють технології, які є основою для реалізації сучасних програмних систем різного призначення: для машинобудування, медицини та інших сфер діяльності.

Література:

1. STEM-освіта. [Електронний ресурс] – URL: <https://cutt.ly/5UgV9xV>
2. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) / Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р. [Електронний ресурс] – URL: <https://cutt.ly/6UgBXbt>
3. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти “Нова українська школа” на період до 2029 року / Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів

України від 14 грудня 2016 р. № 988-р. [Електронний ресурс] – URL: <https://cutt.ly/dUgNtKn>

4. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року / Указ Президента України від 30 вересня 2019 року № 722/2019. [Електронний ресурс] – URL: <https://cutt.ly/fUg2jy1>

5. Цифрові компетенції як умова формування якості людського капіталу : аналіт. зап. / В. С. Куйбіда, О. М. Петроє, Л. І. Федулова, Г. О. Андрощук. Київ : НАДУ, 2019. 28 с.

6. Тимченко О. В. Формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців освіти. Народна освіта : електронне наукове фахове видання. 2019. № 1 (37). [Електронний ресурс] URL: <https://cutt.ly/EUg8RiZ>

7. Державний стандарт базової середньої освіти / Постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. [Електронний ресурс] URL: <https://cutt.ly/RUg3D1Y>

8. Про освіту / Закон України від 05 вересня 2017 року № 2145-VIII. Верховна рада України : офіційний веб-портал. [Електронний ресурс] URL: <https://cutt.ly/MUg8mjy>

9. Gonzalez B. H., Kuenzi J. J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Congressional Research Service: [Електронний ресурс]. URL: <https://cutt.ly/OUg5qDb>

10. Maryland State department of Education. Maryland STEM: Innovation today to meet tomorrow's global challenges. Maryland State STEM Standards of Practice (Draft). Accepted by the Maryland State Board of Education. April 2012. [Електронний ресурс]. URL: <https://cutt.ly/AUg5XuM>

12. Буряк О. Розвиток професійних навичок педагогів для роботи за основними напрямками STEM-навчання. STEM-освіта - проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семінар., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р. Кропивницький: ЛА НАУ, 2018. С. 17–19.

13. Непоп І. Реалізація STEM-орієнтовного підходу навчання на уроках інформатики. STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семінар., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р. Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 45–47.

14. Гуменний О. Використання SMART-комплексів у STEM-освіті. STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семінар., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р. Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 21–23.

15. Пойда С. А. STEM, STEAM, STREAM як основа політехнічної освіти сучасного школяра / Сергій Андрійович Пойда // Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ: Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 694 с. – С. 414–418.

16. Пойда С.А. Впровадження ігрових та діяльнісних методів навчання в освітній процес початкової школи в умовах реалізації концепції «Нова українська школа». Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ: Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. 9-10 листопада 2018 р. – Суми/Вінниця: Ніко, 2019. – 240 с. С.151-154

References:

1. STEM-osvita. [STEM education]. *cutt.ly* . Retrieved from <https://cutt.ly/5UgV9xV> [in Ukrainian].

2. Rozporjadzhennjam Kabinetu Ministriv Ukraïni “Konceptija rozvitku prirodnicho-matematichnoï osviti (STEM-osviti)” [The order of the Cabinet of Ministers of Ukraine]”The concept of development of natural and mathematical education (STEM-education)”. (n.d.). *cutt.ly*. Retrieved from <https://cutt.ly/6UgBXbt> [in Ukrainian].

3. Rozporjadzhennjam Kabinetu Ministriv Ukraïni “Konceptija realizacii derzhavnoï politiki u sferi reformuvannja zagal'noï seredn'oï osviti “Nova Ukraïns'ka shkola”” [The order of the Cabinet of Ministers of Ukraine ” The concept of implementation of state policy in the field of reforming general secondary education "New Ukrainian School"”]. (n.d.). *cutt.ly*. Retrieved from <https://cutt.ly/dUgNtKn> [in Ukrainian].

4. Ukaz Prezidenta Ukraïni "Pro Cili stalogo rozvitku Ukraïni na period do 2030 roku" [Decree of the President of Ukraine "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the period up to 2030 "]. (n.d.). *cutt.ly*. Retrieved from <https://cutt.ly/fUg2jy1> [in Ukrainian].
5. Kujbida, V. S., Petroc, O. M., Fedulova, L. I., Androshhuk, G. O. (2019). *Cifrovi kompetencii jak umova formuvannja jakosti ljuds'kogo kapitalu [Digital competences as a condition for the formation of the quality of human capital]*. Kiïv : NADU [in Ukrainian].
6. Timchenko, O. V. (2019). Formuvannja informacijno-cifrovoi kompetentnosti majbutnih fahivciv osviti [Formation of information and digital competence of future education professionals]. *Narodna osvita- Public education*, 1 (37). Retrieved from <https://cutt.ly/EUg8RiZ> [in Ukrainian].
7. Postanova Kabinetu Ministriv Ukraïni "Derzhavnij standart bazovoï seredn'oï osviti" [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "State standard of basic secondary education"]. (n.d.). *cutt.ly*. Retrieved from <https://cutt.ly/RUg3DIY> [in Ukrainian].
8. Zakon Ukraïni "Pro osvitu" [The Law of Ukraine "On Education"]. (n.d.). *cutt.ly*. Retrieved from <https://cutt.ly/MUg8mjy> [in Ukrainian].
9. Gonzalez B. H., Kuenzi J. J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Congressional Research Service: [Електронний ресурс]. URL: <https://cutt.ly/OUg5qDb>
10. Maryland State department of Education. MarylandSTEM: Innovation today to meet tomorrow's global challenges. Maryland State STEM Standards of Practice (Draft). Accepted by the Maryland State Board of Education. April 2012.[Електронний ресурс]. URL: <https://cutt.ly/AUg5XuM>
12. Burjak, O. (2018). Rozvitok profesijnih navichok pedagogiv dlja roboti za osnovnimi naprjamami STEM-navchannja [Development of professional skills of teachers to work in the main areas of STEM-learning]. Proceedings from III '3: *III Mizhnarodna naukovo-praktychnij seminar «STEM-osvita - problemi ta perspektivi» – The Third International Scientific and Practical Seminar «STEM-education - problems and prospects»*. (pp. 17-19). Kropivnic'kij: LA NAU [in Ukrainian].
13. Nepop, I. (2018). Realizacija STEM-orientovnoho pidhodu navchannja na urokah informatiki [Implementation of STEM-oriented approach to learning in computer science lessons]. Proceedings from III '3: *III Mizhnarodna naukovo-praktychnij seminar «STEM-osvita - problemi ta perspektivi» – The Third International Scientific and Practical Seminar «STEM-education - problems and prospects»*. (pp. 45-47). Kropivnic'kij: LA NAU [in Ukrainian].
14. Gumennij, O. (2018). Viktoristannja SMART-kompleksiv u STEM-osviti [The use of SMART-complexes in STEM-education]. Proceedings from III '3: *III Mizhnarodna naukovo-praktychnij seminar «STEM-osvita - problemi ta perspektivi» – The Third International Scientific and Practical Seminar «STEM-education - problems and prospects»*. (pp. 21-23). Kropivnic'kij: LA NAU [in Ukrainian].
15. Pojda, S. A. (2016). STEM, STEAM, STREAM jak osnova politehničnoï osviti suchasnogo shkoljara [STEM, STEAM, STREAM as the basis of polytechnic education of modern schoolchildren]. Proceedings from: *Mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï Internet-konferencii «Elektronni informacijni resursi: stvorennja, vikoristannja, dostup» – The International scientific-practical Internet conference « Electronic information resources: creation, use, access »*. (pp. 21-23). Vinnicja: VNTU [in Ukrainian].
16. Pojda, S.A. (2018). Vprovadzhennja igrovih ta dijal'nisnih metodiv navchannja v osvitnij proces pochatkovoï shkoli v umovah realizacii koncepcii «Nova ukraïns'ka shkola» [Introduction of game and activity teaching methods in the educational process of primary school in the conditions of realization of the concept "New Ukrainian school"]. Proceedings from: *Mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï Internet-konferencii «Elektronni informacijni resursi: stvorennja, vikoristannja, dostup» – The International scientific-practical Internet conference « Electronic information resources: creation, use, access »*. (pp. 151-154). Sumi/Vinnicja: Niko [in Ukrainian].