

РОЗДІЛ VII. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

УДК 373.5.091

DOI <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2023-3-24>

СУЧАСНИЙ СТАН УПРОВАДЖЕННЯ STREAM-ОСВІТИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

Дзина Л. С.

*аспірантка кафедри педагогіки вищої школи
Донбаський державний педагогічний університет
вул. Генерала Батюка, 19, Слов'янськ, Україна
orcid.org/0000-0002-1403-9817
dzynalarisa@gmail.com*

Ключові слова: *інноваційний підхід, загальна середня освіта, концепція НУШ, інструменти STREAM, реалізація.*

Стрімкий розвиток технологічних процесів, IT-галузі, нанотехнологій, робототехніки актуалізує потребу у фахівцях, здатних до комплексної науково-інженерної діяльності. Сьогодні пріоритетним є питання надання якісної освіти з природничо-математичних дисциплін та технологічної підготовки здобувачів. Протягом останніх восьми років в Україні впевнено утримує позиції серед освітніх трендів напрям STEM, що «інженерно» поєднує науки і складається із наступних компонентів: Science – наука, Technology – технологія, Engineering – інженерія, Mathematics – математика, зокрема у його методологічних розширеннях STEAM (Art – мистецтво) та STREAM (Reading + wRiting – читання та письмо), користуючись популярністю у вчителів, науковців і методистів. У роботі розглянуто актуальну проблему впровадження інноваційного напрямку STEM в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти у варіації STREAM з огляду на його універсальність і багатокомпонентність. Мета дослідження – проаналізувати стан упровадження STREAM-освіти, узагальнити основні теоретичні дані і методичні підходи науковців та досвід впровадження STREAM-освіти в контексті реалізації Концепції Нової української школи (НУШ). Підкреслено, що з 2022 року впровадження даного напрямку розпочалося на рівні базової середньої освіти з урахуванням Плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року за розробленими модельними програмами. Також зазначено, що у системі загальної середньої освіти виокремлюються 3 етапи реалізації напрямку STREAM у початковій, середній та старшій школі, які здійснюються за рахунок інтеграції традиційних навчальних предметів: математики, фізики, хімії, біології, географії, астрономії, технологій, мистецтва та дисциплін мовно-літературної галузі.

Окреслено переваги впровадження даного напрямку, які передусім полягають у можливості здійснювати компетентнісний підхід на вдосконаленому рівні за рахунок якісної міжпредметної інтеграції та використання потужних засобів навчання. Уточнено, що розвиток STREAM-освіти є пріоритетним і здійснюється через усі форми здобуття освіти в Україні.

CURRENT STATE OF IMPLEMENTATION OF STREAM-EDUCATION IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS OF UKRAINE

Dzyna L. S.

Postgraduate Student at the Department of High School Pedagogy

Donbas State Pedagogical University

General Batyuk str., 19, Sloviansk, Ukraine

orcid.org/0000-0002-1403-9817

dzynalarisa@gmail.com

Key words: *innovative approach, general secondary education, NUS concept, STREAM tools, implementation.*

The rapid development of technological processes, the IT industry, nanotechnology, and robotics is driving the need for specialists capable of integrated scientific and engineering activities. Today, the priority is to provide quality education in science and mathematics and technological training for applicants. Over the past eight years, STEM, which combines the sciences in an “engineering” way and consists of the following components, has been a steady trend in Ukraine: Science, Technology, Engineering, Mathematics, in particular in its methodological extensions STEAM (Art) and STREAM (Reading + wRiting), and is popular among teachers, researchers and methodologists.

The paper considers the urgent problem of introducing the innovative STEM direction in the educational process of general secondary education institutions in the STREAM variation, given its versatility and multicomponent nature. The purpose of the study is to analyze the state of implementation of STREAM-education, to summarize the main theoretical data and methodological approaches of scientists and the experience of implementing STREAM-education in the context of the implementation of the Concept of the New Ukrainian School. It is emphasized that since 2022, the implementation of this direction has begun at the level of basic secondary education, taking into account the Action Plan for the implementation of the Concept of Development of Science and Mathematics Education (STEM-education) until 2027 according to the developed model programs. It is also noted that in the system of general secondary education, there are 3 stages of STREAM implementation in primary, secondary and high school, which are carried out through the integration of traditional subjects: mathematics, physics, chemistry, biology, geography, astronomy, technology, art and disciplines of the language and literature field.

The advantages of implementing this area are outlined, which primarily consist in the ability to implement a competency-based approach at an advanced level through high-quality cross-curricular integration and the use of powerful teaching tools. It is specified that the development of STREAM education is a priority and is carried out through all forms of education in Ukraine.

Постановка проблеми. Реформа загальної середньої освіти в Україні, започаткована у 2016 році під Концепцією Нової української школи, ставить на меті перетворити навчання на гнучкий, прозорий процес та спрямована на принципово новий освітній результат: формування ключових компетентностей здобувачів з метою становлення успішної особистості, націленої на постійний саморозвиток [2].

Можна зазначити, що досягнення цієї мети передбачає впровадження в освітній процес нових

підходів, які були б спрямовані не тільки на формування *hard skills* – переліку знань, умінь, навичок, яким можна навчити і які можна виміряти, а і на формування *soft skills* – універсальних навичок, притаманних інтелектуально розвиненій, ініціативній особистості, здатній до нестандартного мислення при розв'язанні навчальних та життєвих задач.

Сучасні дослідники-науковці та українська педагогічна спільнота активно шукають, розробляють та впроваджують ефективні підходи до

формування компетентностей, необхідних для виховання випускника НУШ – особистості, яка усебічно розвинена, здатна до критичного мислення, патріота з активною позицією, який діє згідно з морально-етичними принципами і здатний приймати відповідальні рішення, поважає гідність і права людини, це інноватор, який здатний змінювати навколишній світ, розвивати економіку за принципами сталого розвитку, конкурувати на ринку праці, учитися впродовж життя. Одним із таких пріоритетних інноваційних підходів, заснований на принципі інтеграції науки, технологій, інженерії та математики, є напрям STEM, який активно впроваджується в українській освіті, зокрема у його методологічному розширенні STREAM є недостатньо вивченим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концептуальні засади розвитку STEM-освіти в Україні висвітлені в працях Т. Олефіренко, Г. Цветкової [7], особливості впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти (далі – ЗЗСО) розкрито у працях Н. Поліхуна, І. Сліпухіної, І. Чернецького. Теоретичні основи та сучасний стан впровадження STEM та STREAM-освіти в Україні також висвітлені у дослідженнях С. Горбенка, О. Коваленко, О. Патрикеевої та ін. [9]. Аспекти впровадження STEM-освіти, як основи STREAM-освіти, досліджуються науковцями та вчителями-практиками С. Пойдою, О. Бутурліною, Д. Васильєвою, С. Кириленко, Л. Клименком, О. Кузьменком, В. Мачуським та ін [10].

Проте така багатокомпонентна динамічна система, як STREAM-освіта, потребує систематичного спостереження і аналізу на етапі впровадження з метою виокремлення переваг, проблем та викликів, що виникають в процесі реалізації засад STREAM у ЗЗСО задля формування цілісного уявлення з даного питання. З огляду на це можна зазначити, що питання хоч і активно досліджується, але залишається відкритим.

Мета статті. Вважаємо, що вагомою рушійною силою в реалізації сучасних підходів до навчання, а саме компетентнісного, інноваційного, особистісно-орієнтованого, інтегрованого і креативного виступає напрям STREAM, тому ключовою метою статті визначаємо огляд існуючого на сьогодні стану впровадження STREAM-освіти у діяльності ЗЗСО України, а також окреслення проблем і можливостей, які виникають у даному освітньому процесі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Проблема пошуку та вибору ефективних технологій навчання, які б сприяли підготовці дітей шкільного віку до викликів реального життя, а також розвивали науково-інженерне мислення, у світі ведуться не так вже і давно, у порівнянні із традиційними уявленнями про результати навчаль-

ної діяльності у вигляді знань, умінь, навичок з предмету, що вивчався. Так, наприклад, у США через нестачу кваліфікованих фахівців у сфері технологій у 2001 р. виникає поняття STEM. Це акронім, який означає педагогічний інтегрований процес формування і розвитку творчих якостей молоді, необхідний для конкурентної спроможності на сучасному ринку праці. Технологія, яка зміцнює зв'язки між наукою, творчістю, підприємницькою та інноваційною діяльністю у тісній взаємодії з вивченням природничо-математичних наук. У багатьох технологічно розвинених країнах, наприклад, Австралії, Великобританії, Ізраїлі, Сінгапурі і США сьогодні активно реалізують державні програми в галузі розвитку і популяризації STEM-освіти.

Згодом після виникнення і впровадження STEM-підходу в освіту провідних держав, популярність даного напрямку зароджується і в Україні. У 2015 році Міністерство освіти і науки України, Інститут модернізації змісту освіти спільно з представництвом компанії Intel почали впровадження напрямів STEM-освіти в навчальних закладах України. На сьогодні функціонує державна наукова установа – Інститут модернізації змісту освіти, що працює над впровадженням інноваційних освітніх проєктів всеукраїнського рівня, зокрема за напрямком STEM-STEAM-STREAM, в закладах освіти [1].

Від англійської STEM – це акронім слів (Science, Technology, Engineering, Mathematics – природничі науки, технологія, інжиніринг, математика), STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics – природничі науки, технологія, інжиніринг, мистецтво, математика), STREAM (Science, Technology, Reading+WRiting Engineering, Arts, and Mathematics – природничі науки, технологія, читання + письмо, інжиніринг, мистецтво, математика). Як бачимо, природничо-математична освіта (STEM), збагачена мистецтвом – це уже STEAM, а з включенням ключових компонентів читання та письма – STREAM. Отже, STREAM – це цілісний підхід до освіти, який ґрунтується на інтеграції знань, кооперації умінь, залученні великої кількості ресурсів. Важливою особливістю є те, що учні навчаються за темами, а не за предметами. Це відмова від домінуючого підходу до навчання, заснованого на розрізненні, коли предмети викладаються ізольовано. В процесі розв'язання поставленого завдання застосовують теми з низки дисциплін, включаючи природознавство, мистецтво, математику та грамоту, таким чином, можна вважати, що це також виступає фактором успішного формування ключових компетентностей.

Однозначно, що такий підхід, це запорука не тільки розвитку критичного мислення та засво-

ення базових навичок і методів наукового дослідження, а й закріплення у здобувачів стійкого інтересу до навчання, тому ми погоджуємося із думкою дослідників, що напрям STREAM є одним із пріоритетних в умовах ЗЗСО [9].

Впровадження і розвиток STEM-STEAM-STREAM-освіти в нашій країні наразі регламентується основними нормативно-правовими документами:

- Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) № 960-р. затверджена КМУ від 5 серпня 2020 р.

- «План заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року» від 13 січня 2021 р. № 131-р.

- Наказ МОН від 29.04.2020 № 574 «Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій»

- Наказ МОН від 12.08.2022 № 741 «Про реалізацію інноваційного освітнього проєкту за темою «Організаційні та науково-методичні умови створення STEM-центрів» у червні 2022 – травні 2027 років

- Наказ МОН від 31.01.2023 № 103 «Про розширення бази реалізації інноваційного освітнього проєкту за темою «Організаційні та науково-методичні умови створення STEM-центрів» у червні 2022 – травні 2027 років та внесення змін до наказу Міністерства освіти і науки України від 12.08.2022 № 741.

- Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, схвалена КМУ від 14 грудня 2016 р. № 988-р

Вищезазначені документи спрямовані на розвиток, поширення, вивчення, впровадження й удосконалення означеного напрямку у всіх сферах освітнього процесу нашої держави. Тобто, розвиток STREAM-освіти забезпечений на початковому, базовому, профільному, вищому/професійному рівнях освіти [1].

Важливо також, що STREAM стала однією із основних цілей Нової української школи, у якій зазначається, що STREAM-освіта створює основу для успішної самореалізації сучасної особистості і як фахівця, і як громадянина.

У вересні 2022 року впровадження розпочалося на рівні базової середньої освіти з урахуванням Плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року [3]. Модельні навчальні програми стали основою для розроблення нової навчальної та навчально-методичної літератури для 5-6 класів закладів загальної середньої освіти НУШ, зокрема за напрямками STEM-освіти. За сприяння Інституту педагогіки НАПН

України концептуальні засади STEM-освіти були враховані при створенні цілісної системи навчання в 5–6 класах НУШ, в яких узгоджено зміст 20 предметних модельних навчальних програм, навчально-методичне забезпечення, діяльнісний й прикладний характер навчання, зорієнтований на результат [6].

Навчальні програми STEM-освіти спрямовані на задоволення попиту на наукомістку освіту, формування актуальних на ринку праці компетентностей, у тому числі науково-дослідницьких навичок, готовності до інженерної діяльності, розвиток винахідництва, підприємництва, ранньої професійної самовизначеності, популяризацію науково-технічних та інженерних професій.

Провідний принцип інтеграції у STREAM-освіті передбачає також взаємодію ЗЗСО із зовнішніми учасниками, такими, як ЗВО, академічні наукові установи, науково-дослідні лабораторії, наукові музеї, природничі центри, підприємства, бізнес-структури, громадські та інші організації, поєднання формальної та неформальної освіти.

В системі загальної середньої освіти виокремлюються 3 етапи реалізації напряму STREAM через певну інтеграцію традиційних навчальних предметів: математики, фізики, хімії, біології, географії, астрономії, технологій, мистецтва та дисциплін мовно-літературної галузі на кожному з етапів навчання.

Перед початковою школою постає завдання стимулювання допитливості, підтримки інтересу до навчання і пошуку знань, мотивації до самостійних наукових пошуків, створення простих приладів. Реалізується в контексті навчальних екскурсів, днів науки, творчості, винахідництва, впровадження проєктного навчання, в результаті якого буде здійснюватися формування навичок дослідницької діяльності, закладення основ обізнаності у STREAM-галузях і професіях.

У середній школі в контексті STREAM основне завдання – викликати у дитини стійку цікавість до природничо-математичних наук, дати сукупність практично важливих знань, необхідних для подальшого життя людини у техносфері, глибокого розуміння екології і природи в цілому. Залучення до дослідництва, винахідництва, проведення інтегрованих уроків, тематичних тижнів, навчальних практик, реалізація міждисциплінарних проєктів, участь у спеціалізованих гуртках, конкурсах, фестивалях, що дозволить збільшити відсоток тих, хто стане талановитим ученим, дослідником.

Старша школа сприяє свідомому вибору подальшої освіти STEM-STEM-STREAM профілю, поглибленій підготовці з груп предметів STREAM за рахунок профільного навчання, а також поступовому засвоєнню наукової методології [4].

Для повноцінної реалізації такого підходу розпочався етап обладнання STEM-лабораторій. Згідно із затвердженим у 2020 р. Типовим переліком засобів навчання їх оснащують 3D-принтерами/сканерами/ручками, наборами навчальної електроніки, роботами, навіть гарнітурою віртуальної реальності та необхідним програмним забезпеченням (в тому числі емуляторами, тренажерами тощо). Такі лабораторії можуть бути розміщені безпосередньо в даному ЗЗСО, так і на базі інших установ – STEM-центрів, лабораторій, наукових центрів, хабів.

Заклади освіти успішно використовують в освітньому процесі програми, методичні ідеї, розробки, що було створено та апробовано у рамках Всеукраїнського освітнього інноваційного проекту «Я – дослідник» для якісної природничо-математичної освіти школярів – «Дослідник 2.0», загалом було розроблено близько 30 курсів, зокрема варіативний курс «STEM-Lab» для учнів 5-9 класів, навчально-методичний комплект з наборами мікроелектроніки на основі micro:bit: «Інформатика з micro:bit», міні STEM-лабораторія «Моя STEM лабораторія на основі MICRO:BIT» тощо [6].

Заходи, що реалізуються у ЗЗСО сьогодні в напрямку STREAM, досить різноманітні: STEM-тижні (в тому числі в рамках Всеукраїнського STEM-проекту «Інженерний тиждень»); наукові пікніки; дні науки; фестивалі з мейкерства, науково-технічної творчості тощо; заходи з профорієнтації за форматом популярних проєктів «Професії майбутнього», «Дівчата STEM», «STEM is FEM», «IT-дівчата», враховуючи місцеві потреби ринку праці та можливості підприємств, бізнес-структур регіону.

Варто відзначити, що в під час організації якісного дистанційного та змішаного навчання для виконання завдань STREAM-освіти в умовах цифрового освітнього середовища перелік доцільних інструментів на сьогодні стрімко поповнюється. Із узагальнення досвіду педагогів-практиків серед актуальних і потужних, на нашу думку, можна виділити наступні [5]:

1. PhET Interactive Simulations. Віртуальна лабораторія, у якій представлений набір інтерактивних комп'ютерних симуляцій на основі досліджень для викладання та вивчення фізики, хімії, математики та інших наук.

2. STEM-лабораторія від RobotLAB. Розроблені програми допомагають тим, хто навчається, розвивати такі навички 21-го століття, як вирішення проблем, критичне мислення та співпраця, вивчаючи основні предмети весело та захоплююче.

3. Spark101. Представлені безкоштовні відео для занять, щоб залучити учнів до автентичного вирішення проблем STEM.

4. TRYengineering. Освітні ресурси, які надихають інженерів майбутнього, сприяють розвитку нового покоління технологічних новаторів.

5. STEM Alliance. Стрімко зростаюча мережа зацікавлених сторін у галузі освіти, які працюють над тим, щоб заохочувати та надихати молодих людей шукати кар'єру в галузі STEM.

6. STEM Library Lab. Бібліотека STEM, яка сприяє високоякісному активному навчанню шляхом надання вчителям і учням доступу до обладнання та підтримки на шляху до досягнення успіху в навчанні.

7. STEAM Experiments. Платформа з безліччю експериментів, провідною ідеєю яких є практична підготовка з передачі науки через мистецтво.

Зауважимо, що актуальну/оновлену інформацію з питань організації навчання в умовах мінливого сьогодення за напрямками та проблематикою STREAM освітяни отримують з офіційних сайтів Міністерства освіти і науки України, Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти», Українського державного центру позашкільної освіти, Національного центру «Мала академія наук України», закладів післядипломної педагогічної освіти та інших освітніх установ для оперативного впровадження їх в освітній процес.

Висновки. Отже, напрям STREAM сьогодні набирає обертів і адаптивно впроваджується через усі види освіти – формальну, неформальну, інформальну (на онлайн-платформах, у STEM-центрах/лабораторіях, за допомогою екскурсій, турнірів, конкурсів, фестивалів, практикумів, хакатонів тощо) [3], стає трендом в українській освіті, до переваг якого можна віднести: раннє залучення, STREAM замість STEM, онлайн-навчання, робототехніку, інтегрований ігровий процес, соціальні мережі в навчанні, інклюзивний навчальний простір, навички з медіаграмотності.

Тож впровадження STREAM має позитивні аспекти і доволі успішно імплантується в освітній процес ЗЗСО. Разом з тим сучасний стан загальної середньої освіти в цілому в Україні залишається посереднім, про що свідчать як результати міжнародних досліджень PISA, так і проведені Державною службою якості освіти у грудні 2022 та травні 2023 років моніторинги навчальних прогалів з української мови, математики, історії, фізики та хімії, у яких брали участь учні 8 і 10 класів [8]. Досвід впровадження інноваційних підходів, зокрема STREAM, у поєднанні із традиційними методами навчання доводить, що такі заходи є результативними, бо зможуть допомогти захопити учнів ідеями STREAM, популяризувати науку, сформувані ключові компетентності у випускників НУШ і значно підвищити якість освітнього процесу. Перспективи подальших досліджень полягають у виборі та/або розробці оптимальних інструментів, а також узагальненні результатів впровадження даного напрямку у освітній діяльності ЗЗСО України.

ЛІТЕРАТУРА

1. STEM-освіта. *Інститут модернізації змісту освіти*. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>.
2. Концепція Нової української школи. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 20.09.2023).
3. Концепція розвитку STEM-освіти до 2027 року. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/uryad-uhvaliv-konceptsiyu-rozvitku-stem-osviti-do-2027-roku> (дата звернення: 20.09.2023).
4. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 20.09.2023).
5. Корисні ресурси для впровадження STEM-орієнтованого підходу у навчанні. *Знайшов*. URL: https://znayshov.com/News/Details/korysni_resursy_dlia_vprovadzhennia_stem-orientovanoho_pidkhodu_u_navchanni (дата звернення: 20.09.2023).
6. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2022/2023 навчальному році /Горбенко С., Василяшко І., Лозова О. К.: ДНУ ІМЗО. 2022. 11 с URL: https://osvita.ua/doc/files/news/871/87129/IMZO_1080.pdf.
7. Олефіренко Т., Цветкова Г. Концептуальні засади розвитку STEM-освіти в Україні. *Вища освіта України*. 2020. № 1. С. 61–67.
8. Освітні втрати школярів: вимірювання й компенсація на рівні громади й ЗЗСО. *Освітній омбудсмен України*. URL: <https://eo.gov.ua/vymiriuvannia-ta-kompensatsiia-osvitnikh-vtrat-ditey-na-rivni-hromady-ta-zakladu-osvity/2023/01/25/> (дата звернення: 20.09.2023).
9. Патрикеєва О., Горбенко С., Лозова О., Василяшко І. Проблема розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). *Проблеми освіти: збірник наукових праць*. Електронне видання ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». 2021. 2 (95). С. 53–67. URL: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.2-95.2021.04>.
10. Пойда С.А. STEM, STEAM, STREAM як основа політехнічної освіти сучасного школяра. *Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ*. Вінниця: ВНТУ, 2016. С. 414–418.

REFERENCES

1. STEM-osvita. *Instytut modernizatsiyi zmistu osvity*. [in Ukrainian]. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>
2. Kontsepsiya Novoyi ukrayins'koyi shkoly. [in Ukrainian]. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
3. Kontsepsiya rozvytku STEM-osvity do 2027 roku. [in Ukrainian]. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/uryad-uhvaliv-konceptsiyu-rozvitku-stem-osviti-do-2027-roku>
4. Kontsepsiya rozvytku pryrodnycho-matematichnoyi osvity (STEM-osvity). [in Ukrainian]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
5. Korysni resursy dlya vprovadzhennya STEM-orientovanoho pidkhodu v navchanni. *Znayshov*. [in Ukrainian]. URL: https://znayshov.com/News/Details/korysni_resursy_dlia_vprovadzhennia_stem-orientovanoho_pidkhodu_u_navchanni
6. Metodychni rekomendatsiyi shchodo rozvytku STEM-osvity v zakladakh zahal'noyi seredn'oyi ta pozashkil'noyi osvity u 2022/2023 navchal'nomu rotsi /Horbenko S., Vasylashko I., Lozova O. K.: DNU IMZO. 2022. 11 s [in Ukrainian]. URL: https://osvita.ua/doc/files/news/871/87129/IMZO_1080.pdf
7. Olefirenko T., Tsvyetkova H. (2020) Kontseptual'ni zasady rozvytku STEM-osvity v Ukraini. *Vyshcha osvita Ukrainy*. № 1. S. 61–67. [in Ukrainian].
8. Osvitnij ombudsmen Ukrainy. (23 sichnya 2023). Osvitni vtraty shkolyariv: vymiryuvannya j kompensaciya na rivni gromady j ZZSO. [in Ukrainian]. [in Ukrainian]. URL: <https://eo.gov.ua/vymiriuvannia-ta-kompensatsiia-osvitnikh-vtrat-ditey-na-rivni-hromady-ta-zakladu-osvity/2023/01/25/>
9. Patrykejeva O., Gorbenko S., Lozova O., Vasylashko I. (2021) Problema rozvytku pryrodnycho-matematichnoyi osvity (STEM-osvity). *Problemy osvity: zbirnyk naukovykh prac'*. Elektronne vydannja DNU «Instytut modernizaciyi zmistu osvity». 2 (95). S. 53–67. [in Ukrainian]. URL: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.2-95.2021.04>
10. Poyda S.A. (2016) STEM, STEAM, STREAM yak osnova politekhnichnoyi osvity suchasnoho shkol'yara. *Elektronni informatsiyi resursy: stvorennya, vykorystannya, dostup*. Vinnytsya: VNTU, 2016. S. 414–418. [in Ukrainian].