

STEM-ОСВІТА ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ КЛЮЧОВИХ НАВИЧОК ХХІ СТОЛІТТЯ

STEM-EDUCATION AS AN EFFECTIVE MEANS OF FORMING KEY SKILLS OF THE 21ST CENTURY IN STUDENTS

Динамічний розвиток суспільства вимагає інновацій у сфері освіти. Учні повинні володіти такими навичками, як креативність, критичне мислення, вміння працювати у команді та спілкування. А для того, щоб це забезпечити, учителі повинні володіти знаннями/змістом, сучасною педагогікою, бути здатним експертно оцінювати розвиток і досягнення учнів, володіти навичками психології навчання; мати навички консультування та компетентність у використанні інформаційних технологій та медіа.

У статті розглянуто шляхи та способи успішного формування зазначених навичок з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та впровадженням STEM-освіти. Обґрунтовується необхідність формування цифрової грамотності та впровадження STEM-освіти для розвитку та вдосконалення навичок, які необхідні учням та педагогам для успіху в умовах сучасного глобалізованого інформаційного світу. На основі дослідження зроблено висновок, що цифрова компетентність та STEM-освіта є важливим фактором розвитку в учнів навичок 21-го століття. Цифрові здібності є необхідними для опанування навичками 21-го століття, які слід впроваджувати та розвивати в школах. Необхідно оптимізувати навчання STEM із мультидисциплінарним оволодінням наукою в школах, щоб очікувані цілі навчання відповідали вимогам сьогодення. Щоб забезпечити якісну освіту, глобальне конкурентне середовище, класи та школи повинні бути структуровані відповідно до навичок 21-го століття, а знання та навички повинні бути інтегровані та впроваджені викладачами.

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) є основою для розвитку інновацій. Однак їх необхідно об'єднати та інтегрувати з предметами, які вивчають учні в школі. У реальному житті проблеми, з якими стикаються, не розділені на певні предмети. Учні повинні навчитися розв'язувати проблему не лише з точки зору одного предмета, тому доцільніше вибрати тему, яка буде витягнута з різних мультидисциплінарних наук і пов'язана з технологією, яка зараз відома як STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Це тому, що ця система може виробляти людські ресурси з різними здібностями, не зосередженими лише на одній навичці (відповідно до вимог навичок 21-го століття).

STEM-освіта надає учням можливість брати активну участь у навчальному процесі, співпрацюючи, будучи дисциплінованими, комунікабельними та інтегруючи різноманітний досвід у своє життя. Очікується, що ці три критичні моменти будуть досягнуті шляхом інтеграції STEM з навичками 21-го століття, особливо тими, що стосуються цифрової грамотності.

STEM-освіта є однією з мультидисциплінарних наук, яка об'єднує знання та навички з чотирьох сфер: науки, технологій, інженерії та математики. Сфера застосування кожної сфери включає:

1) наука – частина науки, яка вивчає різні факти, пов'язані з явищами, що відбуваються у Всесвіті;

2) технологія – це інновація, розроблена для задоволення потреб і бажань людини;

3) інженерія – це професія, яка включає науку та математику;

4) математика – це розділ наукової дисципліни, який вивчає різні закономірності або відносини.

Метою розробки та використання STEM є:

1) розвиток спільнот, які навчаються STEM;

2) створення робочої сили в сферах STEM;

3) підвищення конкурентоспроможності людей у всьому світі.

У нинішньому контексті STEM має на меті підготувати учнів до вирішення проблем, які виникають у сучасному світі, таких як нестача енергії та проблеми з навколишнім середовищем і здоров'ям. Учні, які володіють знаннями STEM, можуть ідентифікувати, застосовувати та інтегрувати свої концепції, щоб зрозуміти складні проблеми та створити інноваційні рішення для вирішення цих проблем. Впровадження STEM-навчання може покращити навички наукової та цифрової грамотності учнів, таким чином це матиме прямий вплив на очікувані кінцеві здібності в освіті. Крім того, у різних подібних дослідженнях STEM може покращити навички вирішення проблем, навички критичного мислення та креативність завдяки інтеграції знань і технологічних досягнень відповідно до вимог навичок 21-го століття.
Ключові слова: STEM-освіта; STEM-заняття; цифрові технології; цифрові інструменти; навички 21 століття, ІКТ.

The dynamic development of society requires innovations in the field of education. Students must possess skills such as creativity, critical thinking, teamwork and communication. And in order to ensure this, teachers must possess knowledge/content, modern pedagogy, be able to expertly evaluate the development and achievements of students, possess the skills of the psychology of learning; have consulting skills and competence in the use of information technology and media.

The article examines ways and means of successfully forming these skills with the use of modern information and communication technologies and the introduction of STEM education. The need for the formation of digital literacy and the introduction of STEM education for the development and improvement of skills that are necessary for students and teachers to succeed in the conditions of the modern globalized information world is substantiated. Based on the research, it was concluded that digital competence and STEM education is an important factor in the development of 21st century skills in students. Digital skills are essential 21st century skills to be introduced and developed in schools. There is a need to optimize STEM learning with multidisciplinary science mastery in schools so that the expected learning goals meet today's requirements. To provide quality education in a globally competitive

УДК 373.51

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/51.1.34>

Грушко Р.С.,

аспірант кафедри інформатики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка

environment, classrooms and schools must be structured around 21st century skills, and knowledge and skills must be integrated and implemented by educators.

Information and communication technologies (ICT) are the basis for the development of innovations. However, they need to be combined and integrated with the subjects students learn in school. In real life, the problems faced are not divided into specific subjects. Students must learn to solve a problem not only from the perspective of one subject, so it is more appropriate to choose a topic that will be drawn from various multidisciplinary sciences and related to technology, which is now known as STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). This is because this system can produce human resources with different abilities, not focused on just one skill (in line with 21st century skill requirements).

STEM education empowers students to actively participate in the learning process by collaborating, being disciplined, communicative, and integrating diverse experiences into their lives. These three critical points are expected to be achieved by integrating STEM with 21st century skills, especially those related to digital literacy.

STEM education is one of the multidisciplinary sciences that combines knowledge and skills from four areas: science, technology, engineering and mathematics. The scope of each area includes:

1) science – a part of science that studies various facts related to phenomena occurring in the universe;

2) technology is an innovation designed to satisfy human needs and desires;

3) engineering is a profession that includes science and mathematics;

4) mathematics is a branch of scientific discipline that studies various regularities or relationships.

The purpose of developing and using STEM is:

1) development of STEM learning communities;

2) creating a workforce in STEM fields;

3) increasing the competitiveness of people all over the world.

In today's context, STEM aims to prepare students to solve problems that arise in today's world, such as energy shortages and environmental and health problems. Students with STEM knowledge can identify, apply, and integrate their concepts to understand complex problems and create innovative solutions to solve those problems. The implementation of STEM education can improve students' scientific and digital literacy skills, thus having a direct impact on the expected end abilities in education. Furthermore, in various similar studies, STEM can improve problem-solving skills, critical thinking skills, and creativity through the integration of knowledge and technological advances in line with 21st century skill requirements.

Key words: *STEM education; STEM classes; digital technologies; digital tools; 21st century skills, ICT.*

Постановка проблеми в загальному вигляді.

STEM є однією з найбільш обговорюваних тем сьогодні в освіті. STEM розшифровується як Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Але це значно більше, аніж ці терміни. STEM представляє унікальний підхід до викладання та навчання, який зосереджується навколо стилів навчання та інтересів. Це означає, що STEM-освіту можна запропонувати кожному учневі. На відміну від традиційної освіти, в якій предметні області зосереджені окремо, STEM-освіта наголошує на технологіях та об'єднує предмети таким чином, щоб об'єднувати дисципліни та співвідносити їх один з одним. STEM – це не просто предмети у школі [1]. Це спосіб мислення та діяльність, а також важливий набір навичок, який матиме покоління, якщо працювати разом, щоб вирішити найбільші світові проблеми. STEM означає науку, технологію, інженерію та математику, але мова не йде про те, щоб бути експертом у всіх цих речах. Натомість мова йде про використання основних навичок, що лежать в їх основі.

Вчені вміють висувати гіпотези, експериментувати, аналізувати та оцінювати те, що вони відкривають. Технології можуть покращити наше життя. Дизайнери всіх видів працюють разом, щоб зробити повсякденні завдання ефективнішими. Інженери вирішують глобальні проблеми, такі як, наприклад, створення біонічних кінцівок для людей з обмеженими можливостями або дослідження космосу. Математика вчить нас, як кількісно оцінювати дані та як фізика керує сві-

том навколо нас. За допомогою математики ми можемо внести зміни та мінімізувати помилки. Завдяки спільній роботі, не потрібно опановувати всі ці навички, робота в команді є важливою навичкою STEM. Візьмемо, наприклад, пошук нових джерел енергії: геологи та геофізики шукають поклади газу, інженери допомагають проектувати та запускати платформи та переробні заводи, будівельні групи працюють над будівництвом необхідної інфраструктури під наглядом керівників проекту й екологи працюють з усіма на кожному кроці. Використовуючи свої сильні сторони та працюючи в команді, ми матимемо більший вплив, ніж якщо б ми працювали поодиночі. Навички STEM корисні майже для кожної кар'єри. 75% кар'єр, що розвиваються найшвидше, вимагають навичок STEM, а 82% сучасних працівників кажуть, що вони цінують навички STEM, навіть якщо вони не потрібні для роботи. Навички STEM можуть навіть розкрити потенціал, щоб отримати вищу зарплату або стати більш працевлаштованим. [2] Щоб досягти успіху, також не обов'язково мати вищу освіту в галузі STEM. Є багато курсів, які допоможуть почати навчання в STEM, але у нас недостатньо випускників STEM, щоб задовольнити попит. Цифри свідчать, що про попит на професії STEM зріс на 79% з 1990 року, але кількість студентів, які навчаються в галузі STEM, є найнижчою за весь час останні 20 років. [4] І, незважаючи на можливості працевлаштування, лише 16% спеціалістів у сфері STEM – жінки. Кар'єру в галузі STEM можна почати з малого, щоб потім змінити

світ. Беручи участь у шкільних уроках STEM, або навчання програмуванню може стати першим кроком до виведення на дороги безпілотних автомобілів. Іншими словами, впровадження STEM-освіти є запорукою формування успішного цифрового громадянина 21-го століття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Розвиток цифрових компетентностей та впровадження STEM-освіти передбачає формування навичок 21-го століття. У наукових дослідженнях останніх років теоретичні аспекти формування навичок 21-го століття розв'язують такі науковці, як Н. Балик, Л. Варченко, Н. Дементієвська, М. Золочевська, І. Кузьменчук, С. Литвинова, Н. Морзе, Т. Нанаєва та багато інших [3]. Обґрунтування необхідності впровадження STEM-освіти в середній школі за умов цифрової трансформації освіти описано в дослідженні Л. Гриневич, Н. Морзе, М. Бойко [13], у якому широко представлено огляд інноваційних педагогічних технологій, що можуть ефективно застосовуватись для поширення наукового мислення на ширший перелік навчальних предметів і формування STEM-компетентностей. І. Василашко описує STEM як освітній підхід [10], у якому створюються міждисциплінарні програми для вирішення проблем у реальному житті та створюються зв'язки з різними дисциплінами. Навчання STEM спрямоване на розвиток в учнів дослідницьких запитань, логічного мислення та робочої поведінки у співпраці. У цьому відношенні метою навчання STEM є підготовка кваліфікованих осіб для задоволення потреб робочої сили 21-го століття (О. Коршунова) [15]. Таким чином, міждисциплінарні освітні програми пропонуються як альтернатива традиційній освіті для розвитку навичок 21 століття (Н. Морзе, О. Патрикеєва) [9].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Виключно традиційне бачення середньої освіти, педагогічного процесу в школі та його очікуваного результату – випускника не дає вирішення тих освітніх завдань, які постають перед школою сьогодні. Середня освіта потребує реформування, змістом якого має стати її конструктивна модернізація. По всій країні наших дітей навчають навичкам 20-го століття, використовуючи педагогіку 19-го століття для прискорення глобальної економіки 21-го століття. Цього вже не вистачить. Наша система освіти побудована на праці. Але робота змінилася, а навчання – ні. Технології змінюють наші школи, наші громади та наше життя. Настало 21 століття, і ми повинні підготувати наших учнів до глобальної конкуренції за світ, де домінують технології. В інформаційну еру кожна людина здатна розвивати свої таланти та потенціал за допомогою знань, заснованих на технологіях. Це головний виклик, який стоїть перед учнями та педагогами сьогодні та в найближчому майбут-

ньому. Учні повинні бути підготовлені не лише з точки зору відмінних академічних досягнень, але й до навичок 21-го століття, щоб відповідати цим викликам. Щодо європейських шкіл, то сучасні навчальні заклади вже давно змістили акцент на розвиток так званих soft skills (гнучкі, м'які навички). Без них сьогодні не обійтись не лише в професійній діяльності, а й у повсякденному житті.

Мета статті. Вказати шляхи та способи формування навичок 21-го століття та цифрових компетентностей у школярів засобами STEM-освіти.

Виклад основного матеріалу. STEM-освіта постає як міждисциплінарна концепція, яка передбачає викладання науки, технологій, інженерії та математики під одним дахом. STEM-освіта робить позитивний внесок у базові навички учнів (вирішення проблем, критичне мислення), створюючи можливості для міждисциплінарного навчання. Окрім підтримки розвитку навичок 21-го століття, таких як STEM-грамотність, вирішення проблем, критичне мислення та креативність, STEM-освіта наголошує на трьох основних елементах – вирішення проблем, інновації та дизайн, які займають важливе місце на порядку денному у кожній країні. STEM-освіта – це підхід до навчання та викладання, який поєднує наукові, технологічні, інженерні та математичні знання та навички [11]. Навчання STEM спрямоване на те, щоб учні працювали над пошуком рішень складних і глобальних проблем, а також над покращенням своїх реальних життєвих ситуацій.

Наш світ швидко розвивається з точки зору технологій і знань, тому учні повинні розвивати навички, які необхідні їм, щоб бути успішними в сучасному світі. У суспільстві, зі зміною освітнього розуміння, цільові навички, які мають набути учні, також повинні змінитися. [14] У той час, як учні прагнуть конкурувати в глобальній економіці, освіта повинна бути узгоджена з цією метою. Тому навчальні програми, плани, зміст та оцінювання мають бути адаптовані до навичок і потреб учнів і зосереджені на навичках 21-го століття.

Вчителі мають розуміти навички 21-го століття та викладати їх учням за допомогою ефективного стилю викладання. Ефективна освіта 21-го століття спрямована на набуття базових навичок, таких як читання, мовлення та письмо, а також соціальних, академічних та інженерних навичок.

Сьогодні багато секторів очікують, що люди мають навички, які відповідають потребам віку, такі як вирішення проблем, творче мислення, високі комунікативні навички, відкритість до співпраці, відповідальність тощо. Навички 21-го століття допомагають учням легко адаптуватися до нової ситуації, коли їх навчають нових знань [16]. Разом із цими навичками учні здатні адаптуватися до глобальної спільноти, що постійно змінюється та розвивається.

Навчальна програма з інформатики дає учням захоплюючі шляхи навчання STEM. Комп'ютерні науки також можуть використовувати ігрове навчання, поєднувати інженерне та математичне навчання та забезпечувати персоналізовані шляхи, які підтримують усіх учнів – новачків, середнього рівня та експертів.

Навчання STEM здебільшого вимагає розробки творчих рішень для реальних проблем. Коли учні навчаються в контексті автентичного проектування STEM, що базується на проблемах, вони можуть чіткіше побачити справжній вплив свого навчання. Це спонукає до формування справжнього зв'язку між навичками та їх застосуванням.

Освітні результати в традиційних умовах зосереджуються на тому, скільки відповідей знає учень. Ми хочемо, щоб учні навчилися розвивати критичну позицію у своїй роботі: запитувати, редагувати, думати гнучко та вчитися з точки зору іншої людини. Критичною ознакою розуму людей є не тільки інформація, але й знання того, як з нею діяти.

Учні повинні усвідомити, що винаходи та вирішення проблем відбувається не лише науковцями. Учні від початкової до старшої школи можуть дивуватися, проектувати та виробляти справжній продукт, який вирішує реальні проблеми. Вирішення цієї проблеми вимагає пошуку відповідей на запитання та усунення небажаних ефектів. Уроки STEM обертаються навколо процесу інженерного проектування – організованого, відкритого підходу до дослідження, який сприяє творчості, винахідництву та розробці прототипу, а також тестуванню та аналізу. Ці кроки залучають учнів до постановки критичних запитів про проблему та фактично їх створять та перевірять фактичні прототипи для вирішення цієї проблеми.

Розглянемо кілька захоплюючих проектів, які спонукатимуть учнів думати про те, як розв'язувати реальні проблеми.

Розумний будинок – для старшокласників [12]

Проект присвячений розробці освітньої моделі розумного будинку. Учителі опрацьовують літературу в галузі Інтернету речей та визначають основні вимоги до моделі навчання. Вона містить такі рівні: командний, комунікаційний, управлінський. Основні підсистеми навчальної моделі: зв'язок, сигналізація, контроль освітлення, температури, наповнення сміттевого контейнера, моніторинг даних датчиків. Запропонована освітня модель розумного будинку враховує економічні показники використання ресурсів, що дає можливість економити на оплаті їх споживання. Здійснюється підбір компонентів для реалізації Smart House. Він використовує різноманітні технології для зручного керування ним і використання відновлюваної енергії для живлення. Макет виготовляється самостійно учнями, які беруть участь у STEM-проекті. Дослідження включають ескізи, виготов-

лення будівельних деталей, збірку датчиків і плат Arduino, програмування в середовищі Arduino IDE, тестування функціонування системи. Дослідження включають скетчування, виготовлення деяких деталей, складання сенсора та плат Arduino, програмування в середовищі Arduino IDE, тестування функціонування системи.

Будь економним – для учнів середніх класів

Через кризу постачання викопного палива в Європі ланцюжки постачання продуктів харчування були порушені або навіть перервані, а ціни на продукти харчування зросли. Ціни на полицях магазинів постійно змінюються, і харчова промисловість перебиває це підвищення, одночасно змінюючи упаковку продуктів. Таким чином, споживач плутається щодо реальної ціни та вартості товару. У рамках уроку фізики про одиниці ваги (кілограми, грами тощо) учні можуть використовувати математику, щоб оцінити реальну вартість продукту, яка є ціною за одиницю вимірювання (наприклад, за кг) [6]. У разі підвищення, учні також можуть обчислити відсоток збільшення (математика), використовуючи електронну таблицю в Microsoft Excel або в якомусь подібному програмному забезпеченні (ІКТ). Зосереджуючись на конкретному продукті, наприклад меді, вони також могли б збирати дані про склад і харчову цінність меду (біологія/хімія) і побудувати справжній вулик (техніка), виконавши необхідні вимірювання відповідних матеріалів (математика) і вивчивши, яким є життя бджіл у ньому (біологія).

Автоматична метеостанція – для учнів середніх класів

Які дисципліни поєднує: географія, інформатика, фізика, хімія, трудове навчання, математика.

Мета: створення метеостанції, яка зможе визначати вологість і температуру повітря, кількість вуглекислого газу, атмосферний тиск. До нього можна підключити датчик швидкості вітру.

Роботу над проектом учні починають на уроці трудового навчання, де разом з учителем обговорюють завдання та функціональні можливості метеостанції.

Підбір необхідної електроніки, розробка і виготовлення корпусу, збірка всіх вузлів в єдиний пристрій і розбір ергономіки також відбувається на уроці трудового навчання.

На уроці математики учні виконують обчислення щодо форми та розміру корпусу. А на уроках фізики та хімії проводяться досліди, щоб правильно відкалібрувати всі датчики.

На уроках інформатики школярі займаються налаштуванням роботи метеостанції та програмного забезпечення для дистанційної передачі та збереження показників на учнівських пристроях.

Власне, як метеостанція прилад працює на уроках географії, які необхідно проводити на подвір'ї школи. А вже отримані показники воло-

гості і температури повітря, кількості вуглекислого газу, атмосферного тиску в поєднанні з даними про висоту над землею аналізуються на уроці математики.

Графен – чудодійний матеріал 21 століття

Протягом історії кожен період часу був відзначений певним матеріалом. У цьому проєкті учні дізнаються про графен – матеріал, який справедливо називають чудодійним матеріалом 21 століття. Графен – матеріал із багатьма чудовими властивостями – це єдиний двовимірний матеріал товщиною лише в один атом. Він складається з атомів вуглецю, які надзвичайно міцно зв'язані між собою, що робить графен міцнішим і стабільнішим навіть за алмаз, але в той же час дуже гнучким, тому його можна згинати та формувати за бажанням. Крім того, він є провідником тепла та електрики та пропускає світло. Все це вказує на те, що графен дійсно є матеріалом майбутнього.

Учні дізнаються про хімічні та фізичні властивості графену та за допомогою інструментів ІКТ намалюють один шар графену, який вони виготовлять за допомогою 3D-принтера. Далі вони познайомляться з ідеями використання графену в повсякденному житті в майбутньому (наприклад, гнучка електроніка, яку можна носити, яку можна використовувати в охороні здоров'я, безпеці, спорті чи моді).

Реалізуючи цей сценарій навчання, учні познайомляться з графітом та його використанням у повсякденному житті (олівці, мастила); коли учні ознайомляться з хімічною структурою графіту, вони зможуть відповісти, на питання, як олівець залишає слід на папері та чому він проводить електрику; учні зможуть відповісти, з чого складається сенсорний екран.

Предметні компетентності:

- хімія – будова та властивості, розуміння того, чому його використовують в повсякденному житті;
- фізика – схема з графітом, розуміють, чому графіт проводить електрику та тепло;
- інформатика – вміють використовувати відповідне програмне забезпечення для створення 3D-моделі молекул, проєктують та друкують 3D-моделі.

Зв'язки з майбутньою професією в STEM:

- матеріалознавство та інженерія – дізнавшись про графен, учні зможуть зрозуміти, як матеріали можна використовувати в розробці технологій і як інженери впроваджують ці матеріали в гаджети, які ми використовуємо в повсякденному житті;
- інженерія 3D-друку – надрукувавши власну графенову модель, учні познайомляться з основами 3D-друку, які можуть бути використані в подальшому розвитку кар'єри.

Завдяки цьому проєкту в учнів покращаться навички, які визначені як навички 21-го століття:

- критичне мислення – думати про те, як використовувати графіт і графен у повсякденному житті;
- розв'язування задач – проведення дослідів щодо фізичних властивостей графіту та графену;
- творчість – створення молекули графену в програмних додатках;
- ініціатива – створення власної презентації про графен;
- інновації – думати про те, як використовувати графен у нових інноваціях;
- продуктивність – виготовлення моделі графену методом 3D друку;
- спілкування та співпраця – під час заключної групової презентації;
- обчислювальне мислення та цифрова грамотність – поділ складних проблем на менші частини та робота над їх вирішенням за допомогою онлайн-інструментів.

Висновки. Існує закономірне співпадання між навичками 21-го століття та основними принципами STEM-освіти. Розробка навчальних програм починається з визначення основних тем і понять, які включають зміст певних предметів. Завдяки інтеграції науки, техніки та технологій, STEM-освіта є прикладом міжпредметного навчання, яке є основою навчального плану 21-го століття. Щоб підготувати учнів до майбутнього життя та кар'єри, їм потрібно вирішувати проблеми реального життя, які є цікавими та актуальними. STEM-проєкти вимагають від дітей бути активними учнями, які вивчають важливі поняття за допомогою творчих та інноваційних проєктів. Їхнє залучення до процесу розв'язання проблем формує культуру дослідження, у якій запитання та відповіді на власні запитання стають центральною частиною процесу навчання. Розв'язуючи реальні проблем, учні використовують високий рівень мислення, застосовуючи знання інноваційними способами. STEM-освіта включає в себе навички 21 століття: творчість, критичне мислення, співпраця та спілкування. Учні працюють разом, щоб створювати інноваційні рішення реальних проблем і повідомляти про свої результати іншим. Виконуючи свої дослідження та проєкти, вони повинні отримувати доступ, аналізувати та використовувати інформацію, необхідну для виконання навчальних завдань. Виконуючи завдання, учні формують важливі життєві та кар'єрні навички, навчаючись керувати своїм часом, ставати самостійними працівниками та ефективно співпрацювати з іншими. Використовуючи відповідні технологічні інструменти для виконання свого завдання, учні виявляють найефективніші та дієвіші способи доступу до керуванням світом цифрової інформації, яка їм доступна. «Цифрові мешканці» переконані, що STEM-клас – привабливе та захоплююче середовище, яке враховує їх потребу бути інтерактивними учасниками свого навчання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. STEM-освіта. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (дата звернення: 06.09.2022)
2. Шулькін Д. STEM-освіта: готувати до інновацій. «Освіта України». Офіційне видання Міністерства освіти і науки України. 2015 рік. № 26. С. 8–9.
3. Балик Н. Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта* : науковий журнал. 2017. Випуск 2 (12). С. 26–30.
4. Дементієвська Н. П. Програма Intel® «Шлях до успіху». *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2010. № 6. С. 35–37.
5. Закон України про освіту. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 03.08.2022)
6. Іванюк Т. STEM як освітній ресурс XXI століття. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес. Тернопіль, 2017. С. 14–18.
7. Кириленко С., Кіян О. Проблема підготовки вчителя у системі STEM-освіти: розвиток та формування його професійної компетентності. *STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку* : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 9–10 листопада 2017 р., м. Київ. Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2017. 160 с.
8. Кіт І. В., Кіт О. Г. Методичні особливості інтеграції курсів інформатики та робототехніки. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2016. № 5. С. 35-37.
9. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). Розпорядження Кабінету міністрів від 5 серпня 2020 р. № 960-р.
10. Концепція «Нова українська школа». *Інформаційний збірник МОН України*. 2016. URL: <http://mon.gov.ua> (дата звернення: 06.09.2022)
11. Л.М. Гриневич, Н.В. Морзе та М.А. Бойко, «Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства». *Інформаційні технології і засоби навчання*. том 77. № 3. С. 1-26. URL: <https://doi.org/10.333407/itlt.v77i3.3980> (дата звернення: 16.09.2022)
12. Н. Морзе, Т. Нанаєва та Н. Омельченко. STEM в освіті. Навчальний посібник. К.: ACCORD GROUP, 116 с. 2018.
13. Н.В. Морзе, В.П. Вембер, М.А. Бойко та Л.О. Варченко-Троценко, «Організація STEAM-занять в інноваційному класі». *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2020. № 8. С. 88–106. URL: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.8.9> (дата звернення: 16.08.2022)
14. Накази МОН України. URL: <https://imzo.gov.ua/pro-imzo/struktura/viddil-stem-osviti/> (дата звернення: 10.09.2022)
15. Ночевчук М. Впровадження елементів STEM-освіти у навчання математики та фізики. URL: <https://vseosvita.ua/library/statta-na-temu-vprovadzenna-elementiv-stem-osviti-u-navcanna-matematiki-ta-fiziki-84380.html> (дата звернення: 26.08.2022)
16. Скрипка Г. В. Використання підходу BYOD у вивченні предметів освітньої галузі «Технології» URL: <http://timso.koippo.kr.ua/hmura11/688-2/> (дата звернення: 26.08.2022)