

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗМІСТУ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ УПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ANALYSIS OF THE CONTENT AND FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF STEM EDUCATION IN GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

Статтю присвячено теоретичному аналізу змісту та психологічних особливостей упровадження STEM-освіти у закладах загальної середньої освіти. STEM-освіта є актуальною педагогічною новацією, що сприяє всебічному розвитку, формуванню компетентностей та інноваційного потенціалу здобувачів освіти, здійснює профорієнтаційну підготовку молоді у науково-технічній сфері. Окрім того, STEM-освіта слугує розвитку психологічних рис та якостей особистості, таких як критичне мислення, когнітивна гнучкість, креативність, організаційні та комунікаційні здібності, уміння оцінювати проблеми та ухвалювати рішення, готовність до свідомого вибору та оволодіння майбутньою професією тощо.

У закладах загальної середньої освіти STEM-освіта реалізується на початковому, базовому та профільному рівнях. На початковому рівні основним завданням є стимулювання у здобувачів освіти допитливості та підтримки інтересу до навчання, пошуку знань шляхом експериментів та практичних завдань, мотивації до самостійних досліджень, створення простих приладів, конструкцій тощо. Визначальними завданнями на базовому та профільному рівнях є формування стійкого інтересу до вивчення природничо-математичних предметів, у тому числі методами наукових досліджень, формування вмінь практичного і творчого застосування здобутих знань, винахідницьких, інженерних, дослідницьких навичок та сприяння свідомому професійному самовизначенню у науково-технічній галузі.

Упровадження STEM-освіти у закладах загальної середньої освіти охоплює низку психолого-педагогічних аспектів реалізації даної новації, серед яких: формування компетентностей здобувачів освіти шляхом новітніх форм та методів навчання; мотивація учнівської молоді до науково-дослідної, винахідницької діяльності; підвищення фахової майстерності педагогічних працівників; особистісна готовність педагогів до реалізації завдань STEM-освіти тощо.

Ключові слова: STEM-освіта, упровадження STEM-освіти у закладах загальної середньої освіти, особистісна готовність учителів до впровадження STEM-освіти.

The article is devoted to the theoretical analysis of the content and psychological features of STEM education in general secondary education institutions. STEM education is a relevant pedagogical innovation that contributes to the comprehensive development of students, the formation of competencies and innovative potential, and provides career guidance for young people in the scientific and technical fields. In addition, STEM education serves to develop psychological traits and personal qualities, such as critical thinking, cognitive flexibility, creativity, organizational and communication skills, ability to assess problems and make decisions, readiness for conscious choice and mastery of a future profession, etc.

In general secondary education institutions, STEM education is implemented at the primary, basic, and specialized levels. At the primary level, the main task is to stimulate students' curiosity and maintain their interest in learning, search for knowledge through experiments and practical tasks, motivation for independent research, creation of simple devices, structures, etc. The main tasks at the basic and specialized levels are to form a strong interest in studying natural and mathematical subjects, including scientific research methods, to develop skills of practical and creative application of the acquired knowledge, inventive, engineering, and research skills, and to promote conscious professional self-determination in the scientific and technical field.

The implementation of STEM education in general secondary education institutions covers a number of psychological and pedagogical aspects of this innovation, including: formation of competencies of students through the latest forms and methods of teaching; motivation of students to research and inventive activities; professional development of teachers; personal readiness of teachers to implement the tasks of STEM education, etc.

Key words: STEM education, implementation of STEM education in general secondary education institutions, personal readiness of teachers to implement STEM education.

УДК 159.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2024.61.22>

Лозова О.В.

здобувачка ступеня доктора філософії з психології кафедри психології управління
Державний заклад вищої освіти «Університет менеджменту освіти»
Національної академії педагогічних наук України;
начальниця відділу STEM-освіти
Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти»

Вступ. Пріоритетність STEM-освіти в умовах реформування змісту освіти та її значущість для всебічного розвитку учнівської молоді визначено у схваленій Кабінетом Міністрів України «Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» (2020 р.) [12]. Згідно із зазначеною концепцією, STEM-освіта спрямована на розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей із використанням трансдисциплінарного підходу

до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем та подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності.

Упровадження STEM-освіти у закладах загальної середньої освіти (далі – ЗЗСО) є кроком до набуття учнями фундаментальних знань із природничо-математичних наук, оволодіння навичками, необхідними для реалізації інноваційних ідей щодо розв'язання глобальних проблем людства, таких як зміна клімату, енерге-

тична криза, забруднення довкілля, безпекові та технологічні рішення у галузі оборонно-промислового комплексу, соціальні, гуманітарні проблеми та виклики сталого розвитку.

Водночас упровадження STEM-освіти у ЗЗСО охоплює низку психолого-педагогічних особливостей реалізації даної новації, серед яких: формування компетентностей здобувачів освіти шляхом новітніх форм та методів навчання; мотивація учнівської молоді до науково-дослідної, винахідницької діяльності; підвищення фахової майстерності педагогічних працівників; особистісна готовність педагогів до реалізації завдань STEM-освіти тощо.

Метою статті є здійснення теоретичного аналізу сутності STEM-освіти та психологічних особливостей упровадження STEM-освіти у ЗЗСО.

Різні психолого-педагогічні аспекти впровадження STEM-освіти у закладах освіти висвітлено у працях науковців, психологів та педагогів. Учені досліджували психолого-педагогічні умови впровадження STEM-освіти (Ю. Завалевський, С. Горбенко, Н. Гущина), етапи та моделі впровадження STEM-освіти у закладах освіти (О. Барна, Н. Балик), упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти (Н. Поліхун, К. Постова, І. Сліпухіна, Г. Онопченко, О. Онопченко), особливості організації профорієнтаційної роботи у експериментальних закладах (О. Бутурліна, Т. Лисоколенко), можливості та ризики впровадження STEM-напрямів у закладі освіти (О. Олексюк) та ін.

Аналіз наукової, психолого-педагогічної літератури щодо розуміння сутності STEM-освіти показав, що більшість науковців розглядає STEM-освіту як інтегровану систему, націлену на формування когнітивних, пізнавальних та творчих компетентностей молоді.

На думку Н. Балик, Г. Шмигер, STEM-освіта – це широкий комплекс дій, практик і методик, які орієнтовані на те, щоб суспільство загалом і окрема людина були готові до майбутнього [3]. О. Кузьменко трактує STEM-освіту як об'єднання наук, спрямоване на розвиток нових технологій, на інноваційне мислення, на забезпечення потреби в підготовлених інженерних кадрах [8]. О. Барна визначає STEM-освіту як освітню технологію, що має на меті комплексно формувати ключові фахові та соціально особистісні компетентності молоді [4]. С. Доценко, В. Лебедева визначають STEM-освіту як засіб активізації творчого потенціалу особистості [6].

Науковці О. Стрижак, І. Сліпухіна, Н. Поліхун, І. Чернецький характеризують STEM-освіту як педагогічну технологію, націлену на формування та розвиток творчості і розумово-пізнавальних якостей здобувачів освіти, які становлять конкурентну спроможність на

ринку праці. На думку вчених, визначальною метою STEM-освіти, з одного боку, є особистісний аспект, що полягає у забезпеченні інтегрованого формування наукових і практичних знань шляхом надбання практичного досвіду, а з іншого – соціальний аспект, що являє собою підготовку учнів до подальшого навчання і працевлаштування відповідно до вимог XXI ст. [13].

Попри те, що STEM-освіта інтегрує природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics), варто звернути увагу на те, що зазначене поняття ґрунтується на принципах дидактики і психологічних механізмах навчання [14]. О. Яцина визначає STEM-освіту як інтегративну парадигму, що впроваджує оновлені психолого-педагогічні технології формування і розвитку пізнавальних та творчих якостей молоді, міжпредметних знань, суб'єктності, спрямованості до безперервного вдосконалення, метою яких є здатність вирішувати практичні завдання, рівень котрих визначатиме їхню (молоді) конкурентну спроможність на ринку праці [14].

Отже, STEM-освіта не лише допомагає набутти необхідних навичок та розвинути компетентності, а й готує молодь до працевлаштування у сучасному технологічному та цифровому середовищі, знайомить із потребами ринку праці у сферах, пов'язаних із наукою, технологіями, інженерією і математикою, та перевагами, які молодь може отримати, вибираючи STEM-професії.

При цьому цінності та соціальна значущість є важливими чинниками для майбутнього вибору молоддю професій науково-технічного спрямування. Учнівська молодь із більшою ймовірністю вибиратиме для подальшої професійної діяльності напрям, який вважають актуальним і для свого особистого життя, і коли вбачається зв'язок із соціальними проблемами, такими як турбота про навколишнє середовище, створення нових технологій, розв'язання інших глобальних проблем людства тощо.

Разом із тим STEM-освіта як педагогічна новація характеризується не лише науковим та інтегративним підходом до викладання, а й практичною спрямованістю засвоєння знань і вмінь. Практикоорієнтованість полягає у зосередженні уваги на активній діяльності здобувачів освіти, спрямованій на засвоєння знань та навичок через практичний досвід, дослідницьку, проєктну та пошукову діяльність. Навчання не обмежується лише передачею інформації від учителя до учня, акцентується увага на тому, щоб учні вчилися досліджувати проблеми, аналізувати інформацію та застосовувати її на практиці.

Наприклад, під час проблемного чи проєктного навчання передбачається інтегрована

дослідницька, творча діяльність учнів, опанування методів наукового пізнання та їх практична реалізація, зокрема, у повсякденному житті, пошук способів вирішення проблем, аналізу та оцінювання одержаних результатів тощо. Практикоорієнтований підхід спонукає аналізувати, оцінювати інформацію, критично мислити, ставити запитання, розв'язувати проблеми та аргументувати свої погляди.

На думку О. Яциної, ключовою для STEM-освіти є активність суб'єктів навчання і викладання в процесі розроблення, управління, виконання, оцінки практично-орієнтованої навчальної діяльності, важливим механізмом якої є рефлексія. Учена зазначає, що у такий спосіб практично-орієнтована навчальна діяльність «веде за собою розвиток» навичок креативності, конструювання, критичного мислення, науково-технічної грамотності, що позначається на формуванні особистісних якостей, важливих у майбутньому для професійної діяльності [14].

Водночас розв'язання практикоорієнтованих завдань спонукає учнів шукати нові шляхи рішення проблеми, що стимулює креативне мислення, а інтеграція знань із різних галузей створює сприятливе середовище для виникнення нових ідей. Шукаючи зв'язки між різними концепціями та вирішенням проблеми за допомогою різних підходів, розвивається творча уява. Варто зауважити, що STEM-освіта сприяє розвитку креативних якостей не лише учнів, а й учителів, надаючи їм засоби та методи для розвитку і використання їхнього творчого потенціалу в освітньому процесі. Щоб ефективно інтегрувати новітні технології у навчальний процес, учителям важливо постійно шукати нестандартні ідеї, утілювати інноваційні рішення та експериментувати з різними підходами.

Однак практична та дослідницька спрямованість STEM-освіти сприяє не лише засвоєнню знань, розвитку креативних та інноваційних якостей особистості, а й формує у здобувачів освіти комунікативні навички та лідерські якості, уміння презентувати результати власної пошукової чи винахідницької діяльності. Окрім того, учні, які беруть активну участь в освітньому процесі, зазвичай мають більшу мотивацію до навчання, опираючись на особисті досягнення та отримуючи позитивний зворотний зв'язок, що підтримує їхню зацікавленість у STEM-освіті.

STEM-освіта фокусується на творчому вирішенні проблем і вимагає від учнівства активної співпраці у досягненні рішень [15]. Під час STEM-навчання учні та учениці отримують досвід командної роботи, у процесі якої вони вчаться ставити запитання, шукати відповіді, аналізувати дані, обґрунтовувати власні ідеї та розробляти спільні раціональні рішення. На

думку С. Горбенко, командна робота та плідна комунікація втілюються під час досягнення спільної мети або виконання завдання через такі новітні форми навчання, як STEM-проект, STEM-квест, STEM-хакатон та ін. [7].

Отже, STEM-освіта є актуальною педагогічною новацією, що сприяє усебічному розвитку, формуванню компетентностей та інноваційного потенціалу здобувачів освіти, здійснює профорієнтаційну підготовку молоді у науково-технічній сфері. Окрім формування компетентностей, серед яких – інноваційна, дослідницька, проєктувальна та ін., STEM-освіта слугує розвитку психологічних рис та якостей особистості, таких як: критичне мислення, когнітивна гнучкість, креативні якості, організаційні та комунікаційні здібності, уміння оцінювати проблеми та ухвалювати рішення, готовність до свідомого вибору та оволодіння майбутньою професією, ціннісні орієнтири тощо.

У ЗЗСО STEM-освіта реалізується на початковому, базовому та профільному рівнях [12]. На початковому рівні основним завданням є стимулювання у здобувачів освіти допитливості та підтримки інтересу до навчання, пошуку знань шляхом експериментів та практичних завдань, мотивації до самостійних досліджень, створення простих приладів, конструкцій тощо. Визначальними завданнями на базовому та профільному рівнях є формування стійкого інтересу до вивчення природничо-математичних предметів, у тому числі методами наукових досліджень, формування вмінь практичного і творчого застосування здобутих знань, винахідницьких, інженерних, дослідницьких навичок та сприяння свідомому професійному самовизначенню у науково-технічній галузі.

Науковцями визначено психолого-педагогічні особливості організації освітнього процесу в межах STEM [10]:

- контекстуальне навчання, яке передбачає навчальні завдання у контексті реальних проблем та ситуацій;
- прикладний підхід, можливість застосування отриманих теоретичних знань на практиці, або, навпаки, потреба в отриманні теоретичних знань виникає під час розв'язання практичного завдання;
- застосування активних методів, серед яких значна кількість практичних завдань, експериментів, досліджень тощо;
- використання проєктних методик, які дають змогу здобувачам освіти працювати над реальними проєктами та використовувати знання з декількох дисциплін для їх вирішення;
- використання технологій, які дадуть змогу здобувачам освіти краще зрозуміти матеріал, забезпечуючи зручний та цікавий формат навчання (комп'ютерні програми, віртуальні лабо-

раторії, відеоуроки, інтерактивні презентації, вимірювальні комплекси, програмні додатки, цифрові навчальні ігри, 3D-друк, Інтернет речей (IoT), навчальні засоби на основі імерсивних технологій тощо);

- індивідуальний підхід, який дає змогу враховувати потреби кожного здобувача освіти, проявити ініціативу, вибрати цікавий напрям, інструменти для вирішення завдань, отримати підтримку і зворотний зв'язок учителя, спрямовані на розвиток здібностей і результативне навчання;

- активна комунікація і співпраця між здобувачами освіти та вчителями різних дисциплін, яка реалізується під час виконання навчальних завдань, спрямованих на командну роботу, коли здобувачі освіти можуть ділитися своїми знаннями та навичками, використовувати найкращі практики та співпрацювати для досягнення спільних цілей, розвиваючи лідерські якості;

- планування постійного зворотного зв'язку, оцінювання перебігу самого освітнього процесу, його результативності, успішності формування навичок та емоційного стану його учасників;

- співпраця між учителями різних STEM-дисциплін для забезпечення інтеграції знань та розвитку здобувачів освіти;

- залучення зовнішніх експертів, фахівців, які мають досвід у STEM-галузях, для проведення лекцій, семінарів та інших заходів, допомоги в організації проєктів, проведенні досліджень тощо, це допоможе краще зрозуміти, як STEM використовується в реальному житті, а також розвитку професійних навичок.

Своєю чергою, упровадження STEM-освіти неможливе без цілеспрямованої організованої діяльності педагогічних працівників і вимагає від них активно використовувати новітні педагогічні підходи до викладання й оцінювання, інноваційні практики міжпредметного навчання, методи та засоби навчання з акцентом на розвитку дослідницьких та винахідницьких компетентностей [9; 12; 16].

Відзначимо важливу роль учителів у впровадженні STEM-освіти у ЗЗСО. Для успішної реалізації STEM-освіти вчителі повинні володіти як професійними знаннями, так і психологічними рисами та якостями, такими як адаптивність, когнітивна гнучкість, інноваційність, креативність, ініціативність, комунікаційні навички, прагнення до розвитку, особистісна готовність до впровадження цієї новації тощо.

Одним із головних викликів для вчителів ЗЗСО в контексті впровадження STEM-освіти є необхідність реалізації інноваційних педагогічних методик та підходів до навчання. Педагоги повинні бути готовими до використання інтерактивних методів навчання, сучасних технологій, практикоорієнтованих, проблемних,

ситуативних завдань задля формування у здобувачів освіти критичного мислення та креативних якостей. Ще одним важливим аспектом є використання освітніми провідного принципу STEM-освіти – інтеграції, що вимагає не лише знань із математики, природничих наук, інформатики та технологій, а й уміння знаходити зв'язки між цими дисциплінами і вибудувати навчальний матеріал на міждисциплінарних засадах.

На думку науковців Н. Поліхун, К. Постової, І. Сліпучіної, педагог у контексті впровадження STEM-освіти виступає, насамперед, як активний розробник міждисциплінарних навчальних програм. На основі системи наукових знань і практичних навичок він має визначати зміст, обсяг і послідовність навчання, характер та ступінь інтеграції знань із різних гностичних полів, добирати методи, методики й стратегії, які забезпечать найбільш очікуваний педагогічний результат, а також постійно підвищувати рівень і розширювати зміст власної фахової підготовки. Також, на думку вчених, важливим є вміння педагога організувати навчальний процес як педагогічну взаємодію, що спрямована на розвиток особистості дитини, її підготовку до розв'язання завдань життєтворчості [11].

Своєю чергою, STEM-освіта передбачає розширення спектру форм і методів навчання, способів навчальної взаємодії, якими має володіти вчитель [1]. На думку О. Антонової, О. Антонова, Н. Поліщук, для формування ключових компетентностей учнів учитель має спиратися на міждисциплінарний підхід, розробляти систему інтегрованих завдань, спрямованих на застосування знань для вирішення конкретних проблем у практичних дослідницьких ситуаціях. Учені також зазначають, що, з огляду на організацію освітнього процесу, STEM-технології: поживляють освітній процес; підвищують пізнавальний інтерес; виробляють гнучкість у застосуванні знань; дають значно більше свободи дій для вчителя та школярів; відкривають можливості для реалізації креативних ідей та амбітних планів; дають змогу використовувати та комбінувати велику кількість джерел інформації, матеріалів і ресурсів; допомагають заощаджувати час та ресурси; стимулюють розвиток самостійності та відповідальності школярів, допомагають удосконалювати їхнє вміння вчитися; дають змогу враховувати індивідуальні особливості та психологічні риси школярів; спонукають налагоджувати співпрацю вчителя з колегами; допомагають активніше залучати інтеграцію навчальних дисциплін [2].

Разом із тим упровадження STEM-освіти в ЗЗСО передбачає утілення нестандартних підходів в освітньому процесі, що, своєю чергою, відкриває перед учителями широкі мож-

ливості для вдосконалення професійних здібностей, вияву творчої ініціативи, розвитку власного креативного потенціалу. Окрім творчих професійних здібностей, не менш важливим для реалізації STEM-освіти є інноваційний потенціал педагога, що, на думку І. Дичківської, виражається у готовності вдосконалювати педагогічну діяльність на основі сучасних методів і технологій [5].

Отже, утілення основних завдань STEM-освіти у ЗЗСО, на нашу думку, значною мірою залежить від особистісної готовності та компетентнісної здатності вчителів упроваджувати дану освітню новацію. Діяльність учителів в умовах реалізації STEM-освіти потребує трансформаційних змін психолого-педагогічних процесів як особливого способу переходу від традиційних форм та методів навчання до втілення інноваційних підходів, пошуку новаторських, нестандартних рішень в освітньому процесі.

Висновки. Упровадження STEM-освіти у ЗЗСО націлене, передусім, на всебічний розвиток особистості, формування ключових компетентностей та розвиток інноваційного потенціалу здобувачів освіти. Окрім того, STEM-освіта сприяє формуванню ціннісних орієнтирів, розвитку психологічних рис і якостей, таких як критичне мислення, когнітивна гнучкість, креативність, організаційні та комунікаційні здібності тощо. Практикоорієнтованість, інтеграція знань і навичок із різних галузей наук, використання сучасних технологій є необхідними вимогами цієї новації, що допомагають здобувачам освіти розуміти взаємозв'язок між природними системами та технологічними інноваціями і розв'язувати проблеми комплексно. Визначальним завданням STEM-освіти є профорієнтаційна підготовка здобувачів освіти до подальшого навчання і працевлаштування у науково-технічній сфері. При цьому ефективність реалізації основних завдань STEM-освіти у ЗЗСО значною мірою залежить від особистісної готовності та компетентнісної здатності вчителів упроваджувати дану освітню новацію.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Антонова О.Є., Антонов О.В., Поліщук Н.М. STEM-підхід в освіті та підготовка вчителя до його впровадження. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки*. 2022. 110. С. 267–281.
2. Антонова О.Є., Антонов О.В. Розвиток креативності майбутніх учителів засобами ТРВЗ-технологій та STEM-освіти. *Соціально-педагогічні засади підготовки фахівців в умовах освітніх трансформацій*: монографія. 2023. С. 298–358. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/35769>
3. Балик Н., Шмигер Г. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 2. С. 26–30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_2_6

4. Барна О., Балик Н. Упровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. *Збірник матеріалів I регіональної науково-практичної вебконференції*, м. Тернопіль, 24 травня 2017 р. Тернопіль: ТОКІППО. 2017. С. 3–8. URL: <http://elar.ipro.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4559/1/Barna.pdf>

5. Дичківська І.М. Інноваційні педагогічні технології: підручник. 2-е вид., доп. Київ: Академвидав, 2012. 252 с.

6. Доценко С.О., Лебедева В.В. STEM-освіта як засіб активізації творчого потенціалу особистості. *Збірник матеріалів конференції*. 2017. URL: <http://surl.li/rxprql>

7. Завалевський Ю., Горбенко С., Лозова О. Психолого-педагогічні умови впровадження STEM-освіти. *Проблеми освіти*. 2022. Вип. 2(97). С. 61–77. URL: <https://doi.org/10.52256/2710-3986.2-97.2022.04>

8. Кузьменко О.С. STEM-освіта як фактор розвитку інноваційної діяльності в регіоні. *Науково-практична конференція*. 2017. С. 50–51. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/158806939.pdf#page=50>

9. Лозова О.В. Концептуальні та науково-методичні засади розвитку STEM-освіти. *Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти*: колективна монографія/за заг. ред. О.Є. Стрижака, Ю.І. Завалевського. Київ, 2023. С. 88–97. URL: <https://doi.org/10.51707/978-617-7945-56-6>

10. Поліхун Н.І., Сліпухіна І.А., Чернецький І.С., Постова К.Г. Інтегроване навчання STEM: від предметності до трансдисциплінарності. *Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти*: колективна монографія / за заг. ред. О.Є. Стрижака, Ю.І. Завалевського. Київ, 2023. С. 68–88. URL: <https://doi.org/10.51707/978-617-7945-56-6>

11. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації / Н. Поліхун та ін. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.

12. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серп. 2020 р. № 960-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/nras/pro-shvalennya-konceptsiyi-rozvitku-a960r> (дата звернення: 20.04.2024).

13. Стрижак О., Сліпухіна І., Поліхун Н., Чернецький І. Ключові поняття STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія «Педагогічні науки»*. 2017. Вип. 10. С. 88–103.

14. Яцина О. STEM-освіта – ефективний підхід до навчально-дослідницької роботи студентів-психологів. *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти*: збірник матеріалів. 2021. С. 310–312. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/42968/1/STEM-%D0%9E%D0%A1%D0%92%D0%86%D0%A2%D0%90.pdf>

15. Bailey C.A. STEM teacher leadership. The University of North Carolina at Greensboro. 2020. URL: <https://www.proquest.com/openview/7f0180bb31e11ad62b7d595b6176298/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>

16. Kelley T.R., Knowles J.G. A conceptual framework for integrated STEM education. *IJ STEM*. 2016. P. 3–11. URL: https://www.researchgate.net/publication/305418293_A_conceptual_framework_for_integrated_STEM_education