

УДК 378.147:53

DOI <https://doi.org/10.32782/pet-2022-1-12>

Оксана СТЕЦЮК

аспірантка кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій, Волинський національний університет імені Лесі Українки, пр. Волі 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID ID: 0000-0003-3250-6359

Бібліографічний опис статті: Стецюк, О. (2022). Формування дослідницьких компетентностей при навчанні фізики на засадах STEM-освіти. *Фізика та освітні технології*, 1, 95–100, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2022-1-12>

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ПРИ НАВЧАННІ ФІЗИКИ НА ЗАСАДАХ STEM-ОСВІТИ

Формулювання проблеми. У статті проаналізовано проблему розробки теоретико-методичних засад формування дослідницьких умінь в учнів засобами STEM-технологій на основі компетентнісного підходу. Зроблено аналіз останніх досліджень і публікацій у науково-педагогічній літературі щодо методології формування дослідницьких умінь на засадах STEM-освіти на основі компетентнісного підходу при навчанні фізики. Визначено, що в науково-педагогічній літературі відсутній однозначно визначений підхід до методології формування дослідницьких умінь на засадах STEM-освіти на основі компетентнісного підходу при навчанні фізики.

Мета дослідження: вивчення теоретико-методологічних аспектів феномена «дослідницька компетентність на засадах STEM-освіти».

Матеріали і методи. Упродовж підготовки статті були використані такі методи дослідження: порівняльний аналіз теоретичних положень опрацьованої наукової та навчально-методичної літератури; спостереження за освітнім процесом з фізики вітчизняної школи.

Наукова новизна. Розкрито роль STEM-технологій у формуванні дослідницьких умінь в ході діяльності учнів над реалізацією STEM-проектів при вивченні фізики за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій.

Визначено що при проведенні дослідження з фізики в форматі STEAM-освіти можуть бути розглянуті проблеми, пов'язані з екологією при експлуатації технічних установок; прикладними аспектами фізики у сфері технологій, виробництва, медицини, спорту; ціннісними аспектами життя людини, у тому числі безпеки життєдіяльності та здоров'я, охороною навколишнього середовища. Акцентовано увагу на тому, що використання даних технологій не тільки поєвляє її урізноманітнює навчальний процес, а й відкриває великі можливості для розширення освітніх рамок, а також, безсумнівно, несе в собі величезний мотиваційний потенціал і сприяє принципам індивідуалізації навчання.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Уведення основних компонентів STEM-освіти до навчальних програм з фізики дає змогу створити найоптимальніше середовище для виявлення та розвитку дослідницьких компетентностей школярів. Дослідницька діяльність за сучасних умов розвитку та трансформації освітньої галузі може бути визнана в якості потужного засобу реалізації особистісного потенціалу старших підлітків. Саме STEM-освіта надає можливості для розвитку дослідницьких вмінь учнів і тому, беззаперечно, є актуальним напрямком розвитку національної освіти.

Ключові слова: STEM-освіта, компетентнісна модель STEM-навчання фізики, проектна діяльність, початковий проект, формування дослідницької компетентності.

Oksana STETSIUK

Postgraduate Student at the Department of Experimental Physics, Information and Educational Technologies, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya Ave., Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID ID: 0000-0003-3250-6359

To cite this article: Stetiuk, O. (2022). Formuvannia doslidnytskykh kompetentnostei pry navchanni fizyky na zasadakh STEM-osvity [Formation of research competences in teaching physics on the basis of STEM education]. *Physics and Educational Technology*, 1, 95–100, doi: <https://doi.org/10.32782/pet-2022-1-12>

FORMATION OF RESEARCH COMPETENCES IN TEACHING PHYSICS ON THE BASIS OF STEM-EDUCATION

Formulation of the problem. *The article analyzes the problem of developing the theoretical and methodological foundations of the formation of research skills of students by means of STEM-technologies based on the competence approach. An analysis of the latest research and publications in the scientific and pedagogical literature on the methodology of formation of research skills on the basis of STEM-education based on the competence approach in teaching physics was made. It was determined that in the scientific and pedagogical literature there is no unambiguously defined approach to the methodology of formation of research skills on the basis of STEM-education based on the competence approach in teaching physics.*

The purpose of the study: *the study of theoretical and methodological aspects of the phenomenon “research competence on the basis of STEM-education”.*

Materials and methods. *During the preparation of the article, the following research methods were used: comparative analysis of the theoretical provisions of the developed scientific and educational and methodological literature; observation of the educational process in physics at the national school.*

Scientific novelty. *The role of STEM-technologies in the formation of research skills during the activities of students on the implementation of STEM-projects in the study of physics with the help of information and communication technologies is revealed.*

It was determined that when conducting physics research in the STEAM-education format, problems related to ecology during the operation of technical installations can be considered; applied aspects of physics in the field of technology, production, medicine, sports; valuable aspects of human life, including safety and health, environmental protection. Attention is focused on the fact that the use of these technologies not only enlivens and diversifies the educational process, but also opens up great opportunities for expanding the educational framework, and also, undoubtedly, carries a huge motivational potential and contributes to the principles of individualization of education.

Key words: *STEM-education, competence-based model of STEM-teaching physics, project activity, educational project, formation of research competence.*

Актуальність проблеми. Сьогодні випускники школи в рамках впровадження ЗНО мають можливість вибрати свій навчальний маршрут, що відображає динаміку становлення й розвитку інтересів учнів – від захопленості до компетентного професійного самовизначення. Усе це зумовлює необхідність перегляду підходів до організації навчання й виховання, серед яких пріоритетними стають використання активних методів навчання і їх елементів на основі принципів сучасного розвитку фізичної освіти. «Особливого значення набувають завдання формування компетентностей особистості в умовах наскрізної інтеграції в чотирьох напрямках: наука, технології, інженерія, математика та визначення умов формування науково-орієнтованої освіти на основі модернізації математично-природничих та гуманітарних профілів освіти» (Pedrada, 2019, с 14). Це сприяє пошуку методів, що стимулюють пізнавальну діяльність учнів, втягують кожного з них у розумову й поведінкову активність і спрямовані на усвідомлення, відпрацювання, збагачення й особистісне прийняття наявного знання кожним учнем. Навчальний фізичний експеримент на основі STEM-технологій є обов’язковим його елементом і одночасно невід’ємною складовою частиною методики навчання фізики як наукової дисципліни, здатної забезпечити ефективно засвоєння знань суб’єктами навчання. Тому при вивченні фізики широко

застосовується залучення школярів у проектну та дослідницьку діяльність.

Таким чином, постає проблема розробки теоретико-методичних засад формування дослідницьких умінь в учнів засобами STEM-технологій на основі компетентнісного підходу, що дозволить учню самостійно здобувати та застосовувати знання, приймати рішення, планувати свої дії, ефективно працювати над досліджуваною проблемою на основі STEM-підходу, бути відкритими до нових знань та технологічних рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальні основи впровадження компетентнісного підходу в заклади загальної середньої освіти висвітлювалися у працях таких вчених, як Н. Бібік, І. Бех, І. Єрмаков, Л. Ващенко, О. Локшина, О. Овчарук, О. Пометун, Л. Паращенко, О. Савченко, С. Трубочева та ін. На думку Н. Бібік, Л. Ващенко, О. Локшиної, О. Овчарук, О. Пометун, Л. Паращенко, О. Савченко, дослідницька компетентність – «інтегральна якість особистості, що виражається в готовності і здатності до самостійного пошуку вирішення нових проблем і творчого перетворення дійсності на основі сукупності особистісно усвідомлених знань, умінь, навичок, способів діяльності і ціннісних установок» (Bibik, 2004, с 15). І. Бех вважає що «трактування поняття компетентність дуже широке...» (Bekh, 2009, с. 5). Компетентний у широкому розумінні – «це той, хто має знання, обізнаний

в певній галузі»; «у вузькому розумінні – той, хто має право авторитетного судження як фахівець високого рівня в певному колі питань» (Vekh, 2009, с. 5).

О. Пометун розглядає «компетентнісний підхід як спрямованість освітнього процесу на формування загальної компетентності людини, яка має сформуватися в процесі навчання та включати знання, уміння, ставлення, досвід діяльності й поведінкові моделі особистості, може бути реалізованим і перевіреном у процесі виконання конкретною особистістю певного комплексу дій. Компетентнісний підхід потребує трансформації змісту освіти, перетворення його з моделі, яка існує об'єктивно для всіх, на суб'єктивні надбання однієї, конкретної особи, надбання, що їх можна виміряти» (Pometun, 2004, с. 66).

Теоретичні та методологічні питання реалізації STEM-освіти прослідковуються в напрацюваннях таких педагогів, як: І. Василяшко, Н. Гончарова, Н. Балик, Г. Шмигер, В. Черноморець та ін. І. Василяшко вважає, що STEM-вчитель здатний «організувати освітній процес як педагогічну взаємодію, спрямовану на розвиток особистості дитини, її підготовку до розв'язання завдань життєтворчості» (Petrykeieva, 2019, с. 26). На думку Н. Балик, Г. Шмигер, основні особливості сучасної STEM-освіти – це «інтегроване навчання, розвиток навичок критичного мислення та вирішення проблем, активна комунікація і командна робота, креативні та інноваційні підходи до створення проєктів, підготовка дітей до технологічних інновацій життя, застосування науково-технічних знань у реальному житті. ... перехід від традиційного навчання до інноваційного шляхом використання проєктного, практикоорієнтованого навчання, перевернутого та змішаного навчання, хмарних технологій та технології WEB 2.0, мейкерства» (Balyk, 2017, Shmyher, 2017, с. 26–30).

Отже, в науково-педагогічній літературі відсутній однозначно визначений підхід до методології формування дослідницьких умінь на засадах STEM-освіти на основі компетентнісного підходу при навчанні фізики.

Мета дослідження: вивчення теоретико-методологічних аспектів феномена «дослідницька компетентність на засадах STEM-освіти».

Виклад основного матеріалу. Одним із провідних підходів ST(R)E(A)M-освіти є проєктна діяльність. «Запровадження ST(R)E(A)M-проєктів демонструє учням можливість застосування науково-технічних знань у реальному житті за допомогою практичних занять. На таких уроках плануються, розробляються моделі сучасної індустрії: учні створюють міні-проєкти, намагаються запропонувати власну модель; аналізують, роблять висновки, пов'язують її з життєвими ситуаціями, з власним досвідом» (Tantseva, 2018, с. 2–7).

Розглянемо питання реалізації дослідницького вміння в ході діяльності учнів над реалізацією STEM-проєктів при вивченні фізики за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій, оскільки вони дозволяють створити певний продукт у різних формах (презентації, газети, відеоролики), що є обов'язковою й відмінною рисою проєкту. При виконанні проєктів із фізики учні представляють результати у вигляді мультимедійної презентації, аудіо-або відеозвіту, реальних математичних моделей фізичних явищ і технічних пристроїв. На відміну від традиційної системи оцінювання, де ми оцінюємо кінцевий результат, технологія проєктного навчання на основі STEM підходу дозволяє простежити динаміку процесу формування системи універсальних навчальних дій учнів, а учням зв'язок створеного в ході проєкту продукту з реальним життям. На практиці така проєктна діяльність реалізується на уроці, в позаурочній та в ході експериментаторсько-дослідницької роботи учнів. Проєктна технологія на основі STEM підходу формує в учнів досвід самостійного пізнання нового, інтеграції знань до вирішення життєвих проблем, створення практично значимого навчального продукту. У процесі виконання STEM-проєкту, вирішуючи практично або теоретично значиму проблему, учні отримують результат у формі досвіду діяльності із застосування теоретичних знань в соціальному середовищі. Проєктний метод як освітня технологія спрямований на засвоєння компетентнісного досвіду, а здобути компетентність можна лише при самостійному вирішенні проблем, пошуку знань, необхідних для розв'язання поставленого завдання. Компетентність – продукт не навчання, а спрямованого навчанням саморозвитку учня. Будь-яка компетентність має ще й комунікативний

аспект – спілкування з партнерами, передача їм своєї точки зору і прийняття їх поглядів. У даному випадку проєктний метод навчання з елементами STEM-дослідження – це одна з технологій створення ситуації розвитку особистості. Навчальна проблема (задача), що вимагає використання STEM-проєкту, – це життєво значуще питання, що не має однозначного вирішення, що вимагає залучення знань із різних навчальних дисциплін, із власного життєвого досвіду або їх добування в результаті дослідження. «Формування дослідницьких умінь засобами проєктної діяльності при STEM-навчанні фізики передбачає набуття учнями функціональної навички дослідження як універсального способу освоєння дійсності, розвитку здатності до дослідницького типу мислення, активізацію особистісної позиції учня в освітньому процесі на основі придбання суб'єктивно нових знань» (Henov-Steshenko, 2009, с. 73–78).

Відповідно до вищезазначеного при проведенні дослідження у форматі STEAM-освіти при вивченні фізики можуть розглядатися проблеми, пов'язані з екологією при експлуатації технічних установок; прикладними аспектами фізики у сфері технологій, виробництва, медицини, спорту; ціннісними аспектами життя людини, у тому числі безпеки життєдіяльності та здоров'я, охороною навколишнього середовища. Створювати продукти проєктної діяльності допомагають сучасні інформаційні технології. Використання даних технологій не тільки поживає й урізноманітнює навчальний процес, а й відкриває великі можливості для розширення освітніх рамок, а також, безсумнівно, несе в собі величезний мотиваційний потенціал і сприяє принципам індивідуалізації навчання. Сама по собі проєктна діяльність дозволяє учням виступати в ролі авторів, творців, підвищує творчий потенціал, розширює не лише загальний кругозір, але й сприяє поглибленню предметних знань.

Застосування ІКТ у проєктній діяльності дозволяє навчити учня самостійно працювати з інформацією, отриманою з різних джерел, створювати графічні об'єкти, використовувати електронні таблиці. Робота над STEM-проєктом є творчою за своєю суттю. Творчість передбачає наявність в особистості творчих здібностей, використання величезних можливостей усережжя, а також отримання й застосування

на практиці знань і вмінь, завдяки яким створюється продукт, що відрізняється новизною, оригінальністю й унікальністю. На всіх етапах виконання проєкту зручно використовувати пакет програм Microsoft Office, Publisher, таблиці процесори або електронні таблиці (Excel), графічні редактори (Paint, Corel Draw), електронні енциклопедії, Інтернет, різні онлайн-сервіси для створення презентацій (WikiWall, Magnoto, Realtime Board, Padlet, Prezi), а також сервіси Google. Нижче розглянемо приклади таких STEM проєктів. **Тема «Випаровування і його вплив на життєдіяльність людини».** Проєкт належить до практико-орієнтованих і спрямований на вивчення процесів випаровування й кипіння. У ході роботи над проєктом будуть поєднані дисципліни: хімія, фізика, біологія, інформатика. Дана тема має практичне значення, оскільки розглянуті процеси впливають на організм людини, але для детального їх вивчення необхідна модель. Програми Macromedia Flash, Sony Vegas сприяють цьому. Спочатку в програмі Macromedia Flash створюється анімація – «жива картинка», що показує динаміку процесу, потім у програмі Sony Vegas можна накласти звук, ефекти, зробити різні написи, перегортання файлів.

Тема «Яка структура речовини?» Проєкт поглиблює й розширює вже наявні в учнів основні відомості з курсу фізики, біології, хімії, математики за рахунок самостійного пошуку додаткового матеріалу, виконання експериментально дослідження. У ході виконання даного проєкту учні систематизують і узагальнюють знання з молекулярної фізики, розглядають питання виникнення атомістичної гіпотези будови речовини і її експериментальне підтвердження, будову і властивості твердих тіл. Метою проєкту є формування в учнів розуміння матеріальності світу; умінь ставити й вирішувати проблеми; здійснювати комунікацію різними способами, у тому числі й за допомогою засобів мультимедіа; працювати самостійно з великим об'ємом інформації та переносити її з однієї галузі знань в іншу. Для досягнення даної мети передбачається розв'язання таких завдань: вивчити науково-популярну літературу з теми проєкту; створити комп'ютерні моделі структур молекул деяких речовин і різних кристалів, провести дві дослідні роботи («Груба оцінка розмірів молекул рослинного масла», «Виро-

щування кристалів»). Робота з підготовки проєкту здійснюється за допомогою сервісу Google «Документи», учні обмінюються інформацією, відкриваючи доступ редагування документа. Результат оформляють за допомогою сервісу Google «Презентації». Перевага даного сервісу полягає в тому, що учні мають можливість здійснювати спільну діяльність, вчать взаємодіяти в команді. Електронні таблиці Excel дозволяють графічно вирішувати фізичні задачі.

При вивченні розділу «Кінематика» учням 10-го класу пропонується міжпредметний практико-орієнтований проєкт на тему «Як описати рух тіл?», який реалізується на уроках фізики, математики та інформатики. У ході проєкту учні освоюють методи опису механічного руху з використанням інформаційних технологій, саме електронних таблиць. У результаті виконання проєкту учні створюють математичні моделі руху. Сервіс wikiwall дозволяє представляти результат діяльності у вигляді стінгазети.

Наведемо приклад проєкту на тему «Невідомий світ магнітного поля», в ході роботи над яким необхідно буде використати знання отримані на уроках біології, географії, фізики. У ході роботи над проєктом учням пропонується розглянути такі рубрики:

1. Прояв магнітного поля в повсякденному житті.
2. Історія відкриття магнітних взаємодій. Бібліографічна довідка про вчених.
3. Експерименти, які доводять матеріальність магнітного поля (провести самостійно й подати фото- або відеозвіт). Даний сервіс може використовуватися й для систематизації знань. Так,

на початку вивчення розділу учням пропонується наступна структура газети: історичні довідки (розглядається історія відкриття явищ, біографії вчених); наукові досягнення (сучасні розробки в даній області); упровадження (практичні розробки, опис технологічних пристроїв і установок, що працюють на підставі, розглянутих закономірностей). Дану стінгазету учні презентують на заліковому занятті.

Таким чином, Інтернет і мультимедійні технології розширюють можливості проєктної діяльності учнів і, поряд із предметними знаннями, формують систему компетентностей, а саме: інформаційну (володіння прийомами роботи з різними джерелами інформації, перетворення, збереження і обробка за допомогою інформаційних технологій); комунікативну (володіння навичками роботи в групі при організації віртуальної взаємодії засобами інтернет-технологій і сервісів).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Дослідницька діяльність за сучасних умов розвитку та трансформацій освітньої галузі може бути визнана в якості потужного засобу реалізації особистісного потенціалу старших підлітків. Саме STEM-освіта надає можливості для розвитку дослідницьких умінь учнів і тому, беззаперечно, є актуальним напрямком розвитку національної освіти.

Перспективу подальших досліджень вбачаємо в аналізі вітчизняних та зарубіжних надбань з проблеми запровадження STEM-освіти та розробці системи формування експериментаторсько-дослідницьких умінь на засадах STEM-навчання фізики.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Балик Н.Р., Шмигер Г.П. 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.
2. Бібік Н.М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / за ред. О.В. Овчарук. Київ, 2004. С. 45–50.
3. Бех І.Д. Теоретико-прикладний сенс компетентнісного підходу у педагогіці. *Виховання і культура*. 2009. № 12. С. 5–7.
4. Генів-Стешенко О.В., Сосницька Н.Л. Дидактичні засади застосування методу проєктів для формування ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики: наукові записки / Серія: педагогічні науки. Кіровоград, РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. Вип. 82. Ч. 2, 2009. С. 73–78.
5. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / Н.М. Бібік та ін ; за ред. О.В. Овчарук. Київ, 2004. 112 с.
6. Патрикєва О.О., Лозова О.В., Горбенко С.Л., Василяшко І.П. Організація STEM-навчання у закладах освіти. *Проблеми освіти*: збірник наукових праць. Вінниця, ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». Вип. 91, 2019. С. 109–115.

7. Педрада. Портал освітян України: веб-сайт. URL: <https://www.pedrada.com.ua/news/703-stem-osvita-vukrayini-vid-doshkilnika-do-kompetentnogo-vipusknika> (дата звернення: 11.03.2019).
8. Пометун О.І. Дискусія українських педагогів навколо питань запровадження компетентнісного підходу в українській освіті. Компетентнісний підхід у сучасній освіті : Світовий досвід та українські перспективи. Київ, 2004. С. 66–72.
9. Танцева О.О. Упровадження STEM-проектів у навчально-виховний процес: шляхи подолання труднощів. *Управління школою*. 2018. № 22(574). С. 2–7.
10. Фіцула М.М. Педагогіка. Тернопіль : Богдан, 2005. 232 с.

REFERENCES:

1. Balyk, N.R., & Shmyher, H.P. (2017). Pidkhody ta osoblyvosti suchasnoi STEM-osvity [Approaches and features of modern STEM education]. *Fyzyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 2, 26-30 Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_2_6 [in Ukrainian].
2. Bibik, N. M. (2004). Kompetentnisnyi pidkhid: refleksivnyi analiz zastosuvannya [Competency approach: reflective analysis of application]. O. V. Ovcharuk (Eds.), *Kompetentnisnyi pidkhid u suchasni osviti: svitovy dosvid ta ukrainski perspektyvy – Competency approach in modern education: world experience and Ukrainian perspectives: Library of educational policy*. (pp. 45 – 50). Kyiv [in Ukrainian].
3. Beh, I. D. (2009). Teoretyko-prukladnyi sens kompetentnisnogo pidkhodu u pedagogitsi [Theoretical and applied meaning of the competence approach in pedagogy]. *Vykhovannia I kultura – Education and culture*, 12, 5–7 [in Ukrainian].
4. Henov-Steshenko, O.V., & Sosnytska, N.L. (2009). Dydaktychni zasady zastosuvannya metodu proektiv dlia formuvannya kliuchovykh kompetentnostei uchniv u protsesi navchannia fizyky [Didactic principles of application of the method of projects for the formation of key competencies of students in the process of teaching physics]. *Proceedings: pedahohichni nauky – pedagogical sciences*. (pp. 73-78). Kirovohrad: RVV KDPU im. V. Vynnychenka [in Ukrainian].
5. Bibik, N. M. (2004) Kompetentnisnyi pidkhid u suchasni osviti: svitovy dosvid ta ukrainski perspektyvy [Competency-based approach in modern education: world experience and Ukrainian perspectives]. O. V. Ovcharuk (Eds.), *Kompetentnisnyi pidkhid u suchasni osviti: svitovy dosvid ta ukrainski perspektyvy – Competency approach in modern education: world experience and Ukrainian perspectives: Library of educational policy*. (pp. 84-86). Kyiv [in Ukrainian].
6. Patrykeieva, O.O., & Lozova, O.V. (2019). Orhanizatsia STEM-navchannia u zakladakh osvity [Organization of STEM-education in educational institutions]. *Collection of scientific works: Problemy osvity – Problems of education*. (pp. 109-115). Vinnytsia: DNU « Instytut modernizatsii zmistu osvity» [in Ukrainian].
7. Pedrada. Portal osvitian Ukrainy [Pedrada Portal of educators of Ukraine]. (n.d.). [pedrada.com.ua/news](https://www.pedrada.com.ua/news) Retrieved from <https://www.pedrada.com.ua/news/703-stem-osvita-vukrayini-vid-doshkilnika-do-kompetentnogo-vipusknika> [in Ukrainian].
8. Pometun, O. I. (2004). Dyskusiiia ukrainskykh pedahohiv navkolo pytan zaprovadzhennia kompetentnisnogo pidkhodu u ukrainskii osviti [Discussion of Ukrainian pedagogues about the question of implementation of competence approach in Ukrainian education]. O. V. Ovcharuk (Eds.), *Kompetentnisnyi pidkhid u suchasni osviti: svitovy dosvid ta ukrainski perspektyvy – Competency approach in modern education: world experience and Ukrainian perspectives: Library of educational policy* (pp. 66-72). Kyiv [in Ukrainian].
9. Tantsseva, O.O. (2018). Uprovadzhennia STEM-proiektiv u navchalno-vykhovnyi protses: shliakhy podolannia trudnoshchiv [Implementation of STEM-projects in the educational process: ways to overcome difficulties]. *Upravlinnia shkoloiu – School management*, 22, 2-7 [in Ukrainian].
10. Fitsula, M. M. (2005). *Pedagogika [Pedagogy]*. Ternopil: Bogdan [in Ukrainian].