

УДК 377.091.2-057.21:5

DOI 10.31494/2412-9208-2022-1-1-196-208

**PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE SKILLED WORKERS
BASED ON A STEM-ORIENTED APPROACH**

**ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ КВАЛІФІКОВАНИХ
РОБІТНИКІВ НА ОСНОВІ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ**

Olena KRYVYLOVA,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

krivileva.lena@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0003-2542-0506>

Victoria ZHIGIR,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor

profpedagog@ukr.net

<http://orcid.org/0000-0003-2542-0506>

Олена КРИВИЛЬОВА,

доктор педагогічних наук, доцент

*Бердянський державний
педагогічний університет,*

*✉ 4, Schmidt st., Berdiansk,
Zaporizhzhia region, 71100*

*✉ вул. Шмідта, 4, м. Бердянськ,
Запорізька обл., 71100*

Original manuscript received: June 06, 2022

Revised manuscript accepted: June 14, 2022

ABSTRACT

In recent years, there is a growing role of natural and mathematical training of future skilled workers, which meets the requirements of high-tech modern production. The end result of technical and vocational education should be motivated active applicants for qualifications who strive for continuous professional development, self-realization and career growth. Applicants for technical and vocational education need quality general education, which becomes an important foundation for mastering professional activities. The general education component of the basic structure of curricula for the training of skilled workers is divided into social-humanitarian and natural-mathematical parts. Natural and mathematical training occupies one of the leading positions in terms of the volume of the subject load in physics and mathematics, which are the basis for mastering the subjects of the vocational cycle, which requires the latest approaches to learning. One of the directions of innovative development of natural and mathematical education is the STEM teaching system.

The article theoretically substantiates the possibilities of using the STEM-oriented approach in the training of future skilled workers. Based on the analysis of legal documents, modern theory and practice, the essence of STEM-oriented approach is revealed, the leading idea of which is the design of subjects, disciplines, courses on an interdisciplinary basis. Various aspects of the implementation of STEM education in Ukraine are presented on the example of the experience of native scientists and representatives of the pedagogical community. Peculiarities of natural and mathematical training of future skilled workers as an important foundation for mastering professional activity are determined. The importance of taking into account the interdisciplinary links of fundamental, general technical and professional-theoretical disciplines is emphasized.

Forms of educational process, methods and means of natural-mathematical training on the basis of STEM-oriented approach are singled out, in particular projects, integrated lessons, quests, excursions, hackathons and others.

Key words: *skilled worker, interdisciplinarity, natural and mathematical education, vocational and technical education.*

Вступ. Створення в Україні сучасної високоефективної системи освіти є однією з найважливіших умов конкурентоздатності держави на світовому ринку. У цьому питанні велика роль відведена саме професійній (професійно-технічній) освіті як основі економічного добробуту держави, складника сталого розвитку суспільства, запоруки професійної самореалізації та неперервного професійного розвитку особистості впродовж життя відповідно до її інтересів та потреб економіки України [18].

Професійна (професійно-технічна) освіта має бути безпосередньо пов'язана з потребами економіки держави, а її якість – відповідати сучасним вимогам. Світова тенденція освіти впродовж життя зумовлює необхідність цілісного розв'язання проблем розвитку трудового потенціалу, його професійної підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації. Кінцевим результатом професійної (професійно-технічної) освіти мають стати вмотивовані активні здобувачі кваліфікацій, які прагнуть неперервного професійного розвитку, самореалізації та кар'єрного зростання [18].

В останні роки відбувається вдосконалення змісту і якості професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників на фоні змін у структурі, умовах і характері обраних спеціальностей; підвищення вимог до рівня загальноосвітньої підготовки майбутніх кваліфікованих робітників, спричинених потребою підвищення якості професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки; посилення уваги до поєднання загальноосвітньої та професійної підготовки в закладах професійно-технічної освіти з урахуванням подальшої фундаменталізації професійного навчання в умовах суспільства знань та впровадження найсучасніших виробничих технологій; зростання ролі природничо-математичної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників, що відповідає вимогам високотехнологічного сучасного виробництва; формування особистості майбутніх кваліфікованих робітників з новим світоглядом, конкурентоздатністю та затребуваністю на ринку праці, здатності реалізувати самостійну діяльність на засадах самоуправління та відповідальності за її результати [12].

Здобувачам професійно-технічної освіти (з числа осіб, які мають базову середню освіту) потрібна якісна загальноосвітня підготовка, яка стає важливим фундаментом до оволодіння професійною діяльністю. Загальноосвітній складник базисної структури навчальних планів для підготовки кваліфікованих робітників поділяється на суспільно-гуманітарну та природничо-математичну. Природничо-математична підготовка займає одну з провідних позицій відносно обсягу предметного навантаження з фізики та математики, які є основою для оволодіння предметами професійно-технічного циклу, що потребує використання новітніх підходів навчання. Одним із напрямків інноваційного розвитку природничо-математичної освіти є система навчання STEM.

Різні аспекти реалізації STEM-освіти в Україні розглядаються багатьма вітчизняними науковцями та представниками педагогічної спільноти, як-то: дослідження сучасного стану природничо-математичної підготовки у порівнянні з Європейською практикою (Бутурліна О., Валько Н.) [3 : 35-46; 4 : 52-58]; організація інтегрованого навчання з предметів природничо-математичного циклу (Багашова В. та Ісак Т.) [2 : 183-196]; інноваційні проекти для Нової української школи (Василяшко І.) [5 : 17-21.]; моделі інтеграції формальної та неформальної освіти, використання наукового методу й інженерного дизайну в конструюванні навчальних STEM-заходів, особливості освітнього STEM-середовища, методичні підходи до організації STEM-проектів (Онопченко Г., Онопченко О., Поліхун Н., Постова К., Сліпухіна І.) [24]; теоретичні й практичні дослідження з формування природничо-наукової компетентності старшокласників у процесі навчання фізики (Непорожня Л.) [15]; ефективність розв'язування евристичних задач з використанням динамічної системи GeoGebra в процесі навчання учнів шкільному курсу математики (Гриб'юк О., Юнчик В.) [8 : 206–218]; запровадження курсу робототехніки в освітній процес школи (Кіт І.) [10 : 3–4.]; основні принципи агробіологічної STEM-освіти та пріоритетні напрями роботи з учнями в контексті формування компетентного фахівця-аграрія (Вербицький В.) [6 : 123-131]; STEM-технології у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників енергетичного напрямку (Гермак О.) [7 : 86-91], технології візуалізації в професійній підготовці спеціалістів (Алексеева Г., Горбатюк Л., Кравченко Н., Чуприна Г., Овсянніков О.) [1 : 35-42] та інші.

Отже, сьогодні STEM-орієнтований підхід до навчання реалізується в багатьох закладах освіти. Особливо активно він розвивається в шкільному та позашкільному секторі. Разом з тим, актуальним залишається питання впровадження ідей STEM-освіти в закладах професійної (професійно-технічної) освіти.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування можливості використання STEM-орієнтованого підходу в професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників.

Відповідно до мети визначено такі завдання: на основі аналізу нормативно-правових документів, сучасної теорії та практики розкрити сутність STEM-орієнтованого підходу; визначити особливості природничо-математичної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників як важливого фундаменту до оволодіння професійною діяльністю; виокремити форми організації освітнього процесу, методи та засоби природничо-математичної підготовки на основі STEM-орієнтованого підходу.

Методи та методики дослідження. Методика проведення дослідження містить аналіз нормативно-правових документів, психолого-педагогічної літератури та наукових досліджень для визначення сутності STEM-орієнтованого підходу та особливостей його реалізації в професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників.

Результати та дискусії. Професійна (професійно-технічна) освіта сприяє формуванню і розвитку професійних компетентностей особи, необхідних для професійної діяльності за певною професією у відповідній галузі, забезпечення її конкурентоздатності на ринку праці та мобільності і

перспектив кар'єрного зростання впродовж життя. Вона здобувається на основі базової або повної загальної середньої освіти. Здобуття професійної (професійно-технічної) освіти на основі базової середньої освіти здійснюється з одночасним здобуттям профільної середньої освіти та отриманням відповідного документа про повну загальну середню освіту [17].

Специфіка освітнього процесу в закладах професійної (професійно-технічної) освіти полягає в тому, що важливу роль при підготовці кваліфікованих робітників відіграють міжпредметні зв'язки фундаментальних, загальнотехнічних та професійно-теоретичних (спеціальних) дисциплін. Урахування взаємозв'язку загальної та професійної освіти сприяє цілеспрямованому, систематичному, поглибленому вивченню взаємопов'язаних понять природничо-математичних предметів і дисциплін професійно-теоретичного циклу. Встановлення міжпредметних зв'язків здійснюється різними шляхами, як-то: конкретизація теорій, явищ і процесів під час вивчення природничо-математичних предметів та закріплення знань на основі навчального матеріалу спеціальних дисциплін; демонстрація практичного використання в професійній діяльності знань, здобутих під час вивчення природничо-математичних предметів; складання задач з професійно спрямованим змістом, використанням розрахунків, пов'язаних з майбутньою професійною діяльністю та інше.

На основі реалізації професійної спрямованості та здійснення різнорівневих міжпредметних зв'язків забезпечується усвідомлення мотивів та потреб майбутньої професійної діяльності; оволодіння практичними вміннями та навичками; гармонійне поєднання теоретичної та практичної складових змісту освіти; формування професійного мислення, професійної самосвідомості та професійної культури [13].

Сьогодні під професіоналізмом фахівця розуміється не лише система професійних знань і вмінь, а й такі необхідні якості, як інтелектуальні та ділові здібності, організаційні знання, уміння й навички. Окрім того, швидкість поновлення інженерних і технічних знань і компетенцій неухильно зростає. У більшості галузей спостерігається прискорення зменшення часу інноваційного циклу – часу між науковою розробкою і впровадженням технології на виробництві. Технічні навички також прискорено еволюціонують. Багато майбутніх кваліфікованих робітників, які навчаються сьогодні в закладах професійної (професійно-технічної) освіти, в результаті будуть працювати за професіями, яких ще не існують, а навички, якими вони повинні будуть володіти, ще не визначені. Для багатьох випускників перекваліфікація стане звичайною справою. Поступово виникає попит на STEM-фахівця – особи, яка здійснює інноваційну трудову діяльність з високим ступенем міждисциплінарності та технологічності. Це потребує формування у майбутніх кваліфікованих робітників комплексних знань із таких освітніх галузей, як природничі науки, математика, інженерія, програмування та технології та задоволення попиту на наукоємну освіту, формування актуальних на ринку праці компетентностей, а саме: когнітивних навичок; навичок оброблення інформації, інтерпретації та аналізу даних; інженерного мислення; науково-дослідницьких навичок; алгоритмічного мислення та цифрової грамотності;

креативних якостей та інноваційності; технологічних навичок; навичок комунікації [19].

Отже, природничо-математична освіта (STEM-освіта) стає основою формування новітніх компетентностей громадян, підготовки фахівців нової генерації, здатних до засвоєння знань і розроблення та використання новітніх технологій.

Зважаючи на те, що підхід – це сукупність єдино спрямованих за змістом принципів і методів, які не виходять за рамки підходу, впровадження природничо-математичної освіти (STEM-освіти) здійснюється з урахуванням таких принципів: врахування вікових, індивідуальних особливостей здобувачів освіти, їх інтересів та здібностей, особливих освітніх потреб; постійне оновлення змісту освіти з урахуванням досягнень науки, розвитку технологій та вимог ринку праці; продуктивна мотивація здобувачів освіти до провадження науково-дослідницької та проектної діяльності, винахідництва; істотна роль математики в інтегративному підході реалізації природничо-математичної освіти (STEM-освіти), послідовне, ґрунтовне, якісне її викладання; спонукання до формування та розвиток «гнучких навичок» у здобувачів освіти (навичок презентації, роботи в групі, комунікації); використання технологій розвивального та проблемного навчання [19].

Інтеграція є провідним принципом STEM-освіти, оскільки сприяє формуванню нерозривно зв'язаної та єдиної системи знань. Ізолюваність викладання навчальних предметів та їх роз'єднаність не зможе забезпечити належний розвиток у напрямі комплексної природничо-математичної освіти. Наголошуємо на необхідності у міждисциплінарному підході та практико-орієнтованому навчанні науково-освітньої системи STEM для усунення розриву між теоретичними знаннями та їх практичним втіленням.

Згідно Концепції розвитку природничо-математичної освіти, використання трансдисциплінарного підходу до навчання базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності [19].

Отже, провідною ідеєю STEM-орієнтованого підходу до навчання є конструювання навчальних предметів, дисциплін, курсів за міждисциплінарним принципом, завдяки чому відбувається поєднання наукового методу, технології, проектування та математики за принципом міжпредметності.

Для забезпечення належної навчально-методичної підтримки впровадження STEM-орієнтованого підходу до навчання особливе значення має розробка відповідних інтегрованих навчальних програм, курсів за вибором, орієнтованих на формування компетентностей, необхідних для подальшого професійного визначення.

Дієвими організаційними формами застосування STEM-орієнтованого підходу до навчання є проєкти, інтегровані уроки, квести, екскурсії, тематичні дні, конкурси, наукові виставки, фестивалі, хакатони тощо. Очевидно, що до розроблення креативного контенту навчально-

методичного забезпечення мають долучатися не лише освітяни і фахівці з певної галузі знань, а і представники промисловості та бізнесу.

Варто наголосити, що у центрі уваги такого підходу до навчання знаходиться практичне завдання, або реальна проблема, яка потребує вирішення у процесі організації інтегрованого, компетентнісно орієнтованого, міждисциплінарного навчання. Тому, заняття, на яких застосовують STEM-орієнтований підхід до навчання, повинні обов'язково мати ознаки проблемного навчання, в основу яких покладено постановку завдань з реальним практичним змістом, розв'язання яких передбачає міждисциплінарну взаємодію, переважне використання індуктивних методів дослідження, діяльність в команді тощо. Продуктивність останньої значно зростає за умови систематичної взаємодії і злагоженості не лише тих, хто навчаються, а і педагогів, які спільно реалізують STEM-орієнтований підхід до навчання.

STEM-орієнтований підхід до навчання потребує впровадження як нових методичних підходів, так і наявність спеціального обладнання. Реалізації означених задач на різних етапах навчання сприяє використання навчальних роботів-конструкторів (наприклад: LEGO, LEGO Mindstorms EV3, Cubelets, LittleBits, Makeblock та ін.), які дозволяють в ігровій формі знайомитись з основами робототехніки, електроніки, механіки, програмування, висувати власні ідеї, реалізовувати їх на практиці, створюючи складні конструкції з різноманітними датчиками для навігації і взаємодії з довкіллям тощо.

STEM-орієнтований підхід передбачає зовсім іншу сутність сучасного освітнього середовища, зокрема його просторово-предметну складову. Сучасне освітнє середовище – це матеріально-технологічне, соціальне й фізично-просторове оточення (доступне, інноваційне, бізнес-орієнтоване, відкрите, інклюзивне, ціннісно спрямоване, розвивальне, мотивуюче), програми, технології й засоби навчання, розумний дизайн, що сприяють набуттю особою компетентностей професійної освіти впродовж життя.

Забезпечується перехід до системного запровадження ІКТ у всі види освітньої діяльності, створення онлайн-платформ із навчальними й методичними матеріалами для здобувачів освіти і педагогів, використання електронних підручників, контент-бібліотек, смарт-комплексів, нових ІТ-технологій, мультимедійних засобів навчання, соціальних професійних мереж. Створюються високотехнологічні навчально-практичні центри й лабораторії, започатковуються в освітньому процесі стартапи, симуляційні центри, освітньо-виробничі кластери [18].

STEM-орієнтований підхід до навчання реалізовується в процесі комплексної наукової і навчально-методичної міждисциплінарної діяльності через мережу STEM-центрів і STEM-лабораторій. Варто зауважити, що в Україні вже успішно функціонують STEM-центри. Перші з них почали працювати в Києві, Дніпрі, Черкасах, Запоріжжі, Херсоні та Кропивницькому. Проведене Державною науковою установою «Інститут модернізації змісту освіти» опитування на початку 2020 року показало, що в Україні працює понад 150 STEM-центрів і лабораторій.

Згідно з концепцією розвитку природничо-математичної освіти [19]

STEM-лабораторіями можуть оснащуватися заклади загальної середньої освіти, а також заклади професійної (професійно-технічної) та фахової передвищої освіти, що забезпечують здобуття повної загальної середньої освіти. STEM-лабораторії оснащуються сучасними засобами навчання та обладнанням для залучення здобувачів освіти до навчально-дослідницької, дослідницько-експериментальної, конструкторської, винахідницької та пошукової діяльності відповідно до стандартів освіти, освітніх та навчальних програм з використанням проектних технологій в освітньому процесі.

Оснащення STEM-лабораторій здійснюється відповідно до Типового переліку комп'ютерного обладнання для закладів дошкільної, загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти та Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій, затверджених МОН [20].

Таким чином, реалізація STEM-орієнтованого підходу в закладах професійно-технічної освіти вимагає використання спеціального технологічного, лабораторного та навчального обладнання і матеріалів (сьогодні, це 3D-принтери і сканери, засоби 3D-візуалізації, доповненої реальності та інше). Це можливість для закладів професійно-технічної освіти забезпечити майбутніх кваліфікованих робітників необхідним обладнанням і зробити освітній процес якіснішим. Адже роблячи акцент на практичних здібностях, здобувачі професійно-технічної освіти можуть розвивати силу волі, творчий потенціал, гнучкість та освоювати навички командної співпраці. Вже сьогодні оснащення обладнанням для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій здійснюється у державних та комунальних закладах загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти, які забезпечують здобуття повної загальної середньої освіти. Зокрема, це заклади професійної (професійно-технічної) освіти з кількістю учнів, що здобувають повну загальну середню освіту, 400 і більше, які здійснюють підготовку кваліфікованих кадрів за пріоритетними галузями економіки.

Прикладом успішної підготовки здобувачів професійно-технічної освіти на основі STEM-орієнтованого підходу є досвід педагогічних працівників Полтавської, Одеської, Волинської та інших областей України. Зокрема, оновлення змісту професійної (професійно-технічної) освіти і навчання шляхом розробки та впровадження стандартів професійної (професійно-технічної) освіти, заснованих на компетентнісному підході; упровадження в освітній процес новітніх педагогічних та виробничих технологій, у тому числі елементів STEM-навчання; здійснення заходів щодо вивчення, узагальнення та поширення передового педагогічного досвіду; організація підвищення кваліфікації та стажування педагогічних працівників закладів професійної (професійно-технічної) освіти; проведення науково-практичних конференцій, семінарів, методичних секцій, виставок, конкурсів тощо. Результатом такої діяльності є підготовка висококваліфікованих робітників (спеціалістів із машинобудування, електроенергетики, будівельної галузі, зварювального виробництва), які завдяки наявності необхідної матеріально-технічної бази креативно реалізують власні ідеї, використовують інформаційно-комунікаційні технології, працюють із робототехнікою (Полтавська обл.) [14];

використання STEM-технологій для формування ключових та предметних компетенцій на уроках математики закладів професійної (професійно-технічної) освіти, а саме складання і розв'язання учнями прикладних задач за змістовними лініями (Одеська обл.) [9]; інтеграція ІКТ та STEM-технологій завдяки використанню 3D-принтера, 3D-сканера, лазерного станка з ЧПУ, інтерактивної панелі (Волинська обл.) [21]; реалізація грантового проєкту, спрямованого на покращення навчальних умов в закладах професійно-технічної освіти (Івано-Франківська обл.) [22]. Обласний інститут післядипломної педагогічної освіти Івано-Франківської області та відділ STEM-освіти ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» стали співorganizаторами III Регіонального фестивалю STEM-освіти зорієнтованого на ознайомлення й популяризацію інноваційних освітніх технологій та STEM-проєктів, пошук і підтримку перспективного досвіду STEM-освіти, творчих і наукових проєктів школярів та педагогічних працівників; створення умов для формування й розвитку інтелектуального потенціалу обдарованої учнівської молоді. У фестивалі взяли участь не тільки здобувачі освіти, які навчаються у закладах загальної середньої, а й професійно-технічної та позашкільної освіти [23].

Колегія МОН України розглянула стан і перспективи розвитку STEM-освіти. Розвиток STEM-освіти є пріоритетним і здійснюється через усі форми здобуття освіти в Україні. Перспективи розвитку STEM-освіти в Україні передбачають, зокрема: популяризацію науково-технічних, високотехнологічних, інженерних професій; поширення методів, форм роботи зарубіжних і вітчизняних педагогів-новаторів; представлення досягнень і результатів проєктної, наукової, дослідницької та винахідницької творчості здобувачів освіти; втілення новітніх технологій, програм і методологій у загальноукраїнський освітній процес [11].

Оприлюднено план заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. Документ визначає комплекс заходів, пов'язаних з формуванням і розвитком навичок науково-дослідницької та інженерної діяльності, винахідництва, підприємництва, ранньої професійної самовизначеності та готовності до усвідомленого вибору майбутньої професії, популяризацією науково-технічних та інженерних професій, поширенням інновацій у сфері освіти.

Протягом 2021-2025 років планується здійснити дослідження та підготовку рекомендацій з використанням методик STEM-освіти в закладах освіти, що передбачає: проведення для працівників місцевих органів управління у сфері освіти, центрів професійного розвитку, навчально-методичних (науково-методичних) центрів (кабінетів) профтехосвіти, керівників закладів освіти семінарів щодо впровадження STEM-освіти, розроблення відповідних програм підвищення кваліфікації; проведення профорієнтаційних заходів для здобувачів освіти у форматі проєктів «Професії майбутнього», тижнів з популяризації STEM-освіти тощо; створення нових STEM-центрів та STEM-лабораторій, розширення напрямів їхньої діяльності, оснащення обладнанням природничо-математичних кабінетів у закладах освіти; розроблення та впровадження

сучасних методик дистанційного навчання природничо-математичних предметів та інше [16].

Усі вищезазначені заходи безумовно мають покращити професійну підготовку майбутніх кваліфікованих робітників на основі STEM-орієнтованого підходу

Висновки. Українська освіта знаходиться на шляху інноваційного розвитку: розробляються концепції та методичні рекомендації, проводяться дослідження та відкриваються центри, які стосуються STEM-освіти. Однак, питання реалізації ідей інтегрованого природничо-математичного навчання у контексті STEM-освіти, попри активне обговорення в академічній спільноті, є досить складним та потребує більш досконалого вивчення. Професійна підготовка майбутніх кваліфікованих робітників на основі STEM-орієнтованого підходу сприятиме формуванню здатності здійснювати інноваційну трудову діяльність з високим ступенем міждисциплінарності та технологічності.

Література

1. Алексєєва Г. М., Горбатюк Л. В., Кравченко Н. В., Чуприна Г. П., Овсянніков О. С. Технології візуалізації в професійній підготовці спеціалістів. *Молодь і ринок* : Науково-педагогічний журнал. Дрогобич: Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка. 2019. №6 (173). С. 35-42. URL: http://mr.dspu.edu.ua/publications/2019/6_173_2019.pdf.
2. Багашова В., Ісак Т. STEM-освіта – від уроку до інновації. *Наукові записки Малої академії наук України*. Київ, 2017. Вип. 10. С. 183-196.
3. Бутурліна О. Філософсько-освітня рефлексія STEM-інновацій. *Наукові записки Малої академії наук України*. Київ, 2017. Вип. 10. С. 35-46.
4. Валько Н. Стан реалізації STEM-освіти майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін у Європейському союзі. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського. Педагогічні науки*. Миколаїв, 2018. № 3(2). С. 52-58.
5. Василяшко І. STEM-освіта: інноваційні проекти для НУШ [STEM education: innovative projects for NUS]. *Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін*: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Кропивницький, 12 жовт. 2019 р. Кропивницький, 2019. С. 17-21.
6. Вербицький В. Впровадження агробіологічної STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України*. Київ, 2017. Вип. 10. С. 123-131.
7. Гермак О. STEM-технології в професійній підготовці майбутніх електромонтерів. *Наукові записки Малої академії наук України*. Київ, 2017. Вип. 8. С. 86-91.
8. Грїб'юк О., Юнчик В. Розв'язування евристичних задач в контексті STEM-освіти з використанням системи динамічної математики GeoGebra. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Кіровоград, 2015. Вип. 43. С. 206-218.
9. Застосування елементів STEM – освіти на уроках математики : за матеріалами Навчально-методичного центра професійно-технічної освіти в Одеській області від 24.04.2019 р. URL: <http://www.nmc.od.ua/?p=14730>
10. Кіт І., Кіт О. Розвиток STEM-освіти в школі. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2014. № 4. С. 3-4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/komp_2014_4_2
11. Колерія МОН розглянула стан і перспективи розвитку stem-освіти: за матеріалами МОН від 08.12.21 р. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/kolejiva-mon-rozglyanula-stan-i-perspektivi-rozvitku-stem-osviti>

12. Кривильова О. А. Психолого-педагогічна підготовка майбутніх викладачів професійно-технічних навчальних закладів: теоретичний та методичний аспекти : монографія. Бердянськ : БДПУ, 2017. 305 с.

13. Кривильова О. А. Педагогічна діяльність викладачів професійно-технічних навчальних закладів : навчальний посібник. Бердянськ : БДПУ, 2016. 228 с.

14. На Полтавщині успішно впроваджують stem-освіту в професійно-технічних закладах : за матеріалами Департаменту освіти і науки Полтавської ОДА від 14.01.2020. URL: <https://poltava.to/news/53990/>

15. Непорожня Л. В. Формування природничо-наукової компетентності старшокласників у процесі навчання фізики : методичний посібник. Київ : ТОВ КОНВІ ПРІНТ, 2018. 204 с.

16. Оприлюднено план заходів щодо реалізації концепції розвитку stem-освіти до 2027 року: офіційний сайт Міністерства освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/opriyudneno-plan-zahodiv-shodo-realizaciyi-konceptsiyi-rozvitku-stem-osviti-do-2027-roku>

17. Про освіту: закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>

18. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері професійної (професійно-технічної) освіти «Сучасна професійна (професійно-технічна) освіта» на період до 2027 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 12.06.2019 р. № 419-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/419-2019-%D1%80#Text>

19. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 р. № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>

20. Про затвердження Типового переліку комп'ютерного обладнання для закладів дошкільної, загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти: закон МОН № 0644-21 від 18.05.2021

21. Розглядаємо інтеграцію ІКТ та STEM-технологій у ЗП(ПТ)О Волині : за матеріалами Навчально-методичного центру професійно-технічної освіти у Волинській області від 12.05.2021 р. URL: http://nmc-pto.volyn.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1744:rozhladiavimo-intehratsiiu-ikt-ta-stem-tekhnologii-u-zp-pt-o&catid=78&Itemid=475

22. Стартував проєкт «Stem освіта у професійних училищах та спецшколах»: новини голови міської ради м. Івано-Франківськ від 10.01.2022 р. URL: <https://www.martsinkiv.if.ua/startuvav-proekt-stem-osvita-u-profesijnnykh-uchylyshchakh-ta-spetsshkolakh/>

23. Третій Регіональний фестиваль STEM-освіти: за матеріалами ДНУ Інституту модернізації змісту освіти від 18.10.21 р. URL: <https://imzo.gov.ua/2021/10/18/iii-rehional-nyy-festyval-stem-osvity/>

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

References

1. Aliksieieva, G.M., Ghorbatjuk, L.V., Kravchenko, N.V., Chupryna, Gh.P. et al. (2019). Tekhnologhiji vizualizaciyi v profesijnij pidghotovci specialistiv. [Visualization technologies in professional training of specialists]. *Molodj i rynok – Youth and the market*, 6 (173), 35-42. Retrieved from: http://mr.dspu.edu.ua/publications/2019/6_173_2019.pdf. [in Ukrainian].

2. Baghashova, V., Isak, T. (2017). STEM-osvita – vid uroku do innovaciyi [STEM education – from lesson to innovation]. *Naukovi zapysky Maloji akademiji nauk*

Ukrainy – Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine, issue 10, 183-196 [in Ukrainian].

3. Buturlina, O. (2017). Filososfsjko-osvitnja refleksija STEM-innovacij [Philosophical and educational reflection of STEM-innovations]. *Naukovi zapysky Maloji akademiji nauk Ukrain – Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine*, issue 10, 35-46 [in Ukrainian].

4. Valjko, N. (2018). Stan realizaciji STEM-osvity majbutnikh vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dyscyplin u Jevropejskomu sojuzi [Status of STEM education of future teachers of natural sciences and mathematics in the European Union]. *Naukovyj visnyk Mykolajivsjkogho nacionaljnogho universytetu imeni V. O. Sukhomlins'kogho. Pedagoghichni nauky – Scientific Bulletin of the Nikolaev National University named after V. O. Sukhomlinsky. Pedagogical sciences*, 3(2), 52-58 [in Ukrainian].

5. Vasylyashko, I. (2019). STEM-osvita: innovacijni proekty dlja NUSh [STEM education: innovative projects for NUS]. *Aktualjni aspekty rozvytku STEM-osvity u navchanni pryrodnycho-naukovykh dyscyplin: materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. – Current aspects of the development of STEM education in the teaching of natural sciences: materials of the II International scientific-practical conference*. Kropyvnyckyj, 17-21 [in Ukrainian].

6. Verbyckyj, V. (2017). Vprovadzhennja aghrobiologhichnoji STEM-osvity [Introduction of agrobiological STEM education]. *Naukovi zapysky Maloji akademiji nauk Ukrain – Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine*, issue 10, 123-131 [in Ukrainian].

7. Ghermak, O. (2017). STEM-tekhnologhiji v profesijnij pidghotovci majbutnikh elektromonteriv [STEM-technologies in the professional training of future electricians]. *Naukovi zapysky Maloji akademiji nauk Ukrain – Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine*, issue 8, 86-91 [in Ukrainian].

8. Ghryb'juk, O., Junchyk, V. (2015). Rozv'jazuvannja evrystychnykh zadach v konteksti STEM-osvity z vykorystannjam systemy dynamichnoji matematyky GeoGebra [Solving heuristic problems in the context of STEM education using the GeoGebra dynamic mathematics system]. *Suchasni informacijni tekhnologhiji ta innovacijni metodyky navchannja u pidghotovci fakhivciv: metodologhija, teorija, dosvid, problemy – Modern information technologies and innovative teaching methods in training: methodology, theory, experience, problems*, issue 43, 206-218 [in Ukrainian].

9. Zastosuvannja elementiv STEM – osvity na urokakh matematyky [Application of STEM elements - education in mathematics lessons]. Za materialamy Navchaljno-metodychnogho centra profesijno-tekhnichnoji osvity v Odeskijj oblasti vid 24.04.2019 – Based on the materials of the Training and Methodological Center for Vocational Education in Odessa region from 04.24.2019. Retrieved from: <http://www.nmc.od.ua/?p=14730> [in Ukrainian].

10. Kit, I., Kit, O. (2014). Rozvytok STEM-osvity v shkoli [Development of STEM education at school]. *Komp'juter u shkoli ta sim'ji – Computer at school and family*, 4, 3-4 [in Ukrainian].

11. Koleghija MON rozghljanula stan i perspektyvy rozvytku stem-osvity [The Board of the Ministry of Education and Science considered the state and prospects of stem education development]. Za materialamy MON vid 08.12.21 – according to the materials of the Ministry of Education and Science dated 08.12.21. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/news/kolegiya-mon-rozglyanula-stan-i-perspektivi-rozvitku-stem-osviti> [in Ukrainian].

12. Kryvylova, O. A. (2017). *Psykhologho-pedagoghichna pidghotovka majbutnikh vykladachiv profesijno-tekhnichnykh navchalnykh zakladiv: teoretychnyj ta metodychnyj aspekty* [Psychological and pedagogical training of future teachers of vocational schools: theoretical and methodological aspects]. Berdjansjk : BДPU [in Ukrainian].

13. Kryvylova, O. A. (2016). *Pedagoghichna dijajlnistj vykladachiv profesijno-tekhnichnykh navchalnykh zakladiv* [Pedagogical activity of teachers of vocational schools]. Berdjansjk : BДPU [in Ukrainian].

14. *Na Poltavshhyni uspishno vprovadzhujutj stem-osvitu v profesijno-tekhnichnykh zakladakh* [In Poltava region successfully implement stem education in vocational schools]. Za materialamy Departamentu osvity i nauky Poltavskoj ODA vid 14.01.2020 – according to the Department of Education and Science of Poltava Regional State Administration from 14.01.2020. Retrieved from: <https://poltava.to/news/53990/> [in Ukrainian].

15. Neporozhnja, L. V. (2018). *Formuvannja pryrodnycho-naukovoji kompetentnosti starshoklasnykiv u procesi navchannja fizyky* [Formation of natural science competence of high school students in the process of teaching physics]. Kyjiv : TOV KONVI PRINT [in Ukrainian].

16. *Opryljudneno plan zakhodiv shhodo realizaciji koncepciji rozvytku stem-osvity do 2027 roku* [An action plan for the implementation of the concept of stem education development until 2027 has been published]. Oficijnyj sajт Ministerstva osvity i nauky Ukrajinj – Official website of the Ministry of Education and Science of Ukraine. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/news/opryljudneno-plan-zahodiv-shhodo-realizaciji-koncepciji-rozvitku-stem-osviti-do-2027-roku> [in Ukrainian].

17. *Pro osvitu: zakon Ukrajinj vid 05.09.2017 r. № 2145-VIII* [About education: law of Ukraine from 05.09.2017 p. № 2145-VIII] (2017). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> [in Ukrainian].

18. *Pro skhvalennja Koncepciji realizaciji derzhavnoji polityky u sferi profesijnoji (profesijno-tekhnichnoji) osvity «Suchasna profesijna (profesijno-tekhnichna) osvita» na period do 2027 roku: rozporjadzhennja Kabinetu Ministriv Ukrajinj vid 12.06.2019 r. № 419-r.* [On approval of the Concept of implementation of state policy in the field of vocational (vocational) education "Modern vocational (vocational) education" for the period up to 2027: order of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 12.06.2019 № 419-r.] (2019). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/419-2019-%D1%80#Text> [in Ukrainian].

19. *Pro skhvalennja Koncepciji rozvytku pryrodnycho-matematychnoji osvity (STEM-osvity): rozporjadzhennja Kabinetu Ministriv Ukrajinj vid 05.08.2020 r. № 960-r.* [On approval of the Concept of development of natural and mathematical education (STEM-education): order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 05.08.2020 № 960-r.] (2020). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> [in Ukrainian].

20. *Pro zatverdzhennja Typovogho pereliku komp'juternogho obladdannja dlja zakladiv doshkilnoj, zaghajnoj serednoj ta profesijnoj (profesijno-tekhnichnoji) osvity: zakon MON № 0644-21 vid 18.05.2021* [On approval of the Standard list of computer equipment for preschool, general secondary and vocational (vocational) education institutions: Law of the Ministry of Education and Science № 0644-21 dated 18.05.2021] (2021). [in Ukrainian].

21. *Rozghjadajemo integraciju IKT ta STEM-tehnologhij u ZP(PT)O Volyni* [We consider the integration of ICT and STEM-technologies in FE (PA) About Volyn]. Za materialamy Navchaljno-metodychnogho centru profesijno-tekhnichnoji osvity u Volyns'kij oblasti vid 12.05.2021 r. – according to the Training and Methodological Center for Vocational Education in Volyn region from 12.05.2021. Retrieved from: http://nmc-pto.volyn.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1744:rozhljadiemo-intehratsiui-ikt-ta-stem-tehnolohii-u-zp-pt-o&catid=78&Itemid=475 [in Ukrainian].

22. *Startuvav proekt «Stem osvita u profesijnykh uchylshhakh ta specshkolakh»: novyny gholovy mis'kjoj rady m. Ivano-Frankivskj vid 10.01.2022 r.* [The project "Stem education in vocational schools and special schools" has started: news

of the chairman of the city council of Ivano-Frankivsk from 10.01.2022]. Retrieved from: <https://www.martsinkiv.if.ua/startuvav-proekt-stem-osvita-u-profesijnnykh-uchylyshchakh-ta-spetsshkolakh/> [in Ukrainian].

23. *Tretij Regionalnij festyvalj STEM-osvity* [Third Regional Festival of STEM-education]. Za materialamy DNU Instytutu modernizaciji zmistu osvity vid 18.10.21 r. – according to the materials of the Institute of Modernization of the content of education from 18.10.21. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/2021/10/18/iii-rehionalnyy-festyval-stem-osvity/> [in Ukrainian].

24. *Uprovadzhennja STEM-osvity v umovakh integraciji formalnoji i neformalnoji osvity obdarovanykh uchniv* [Introduction of STEM-education in the conditions of integration of formal and non-formal education of gifted students] metodychni rekomendaciji / N. I. Polikhun ta in. (2019). Kyjiv : Instytut obdarovanoji dytyny NAPN Ukrajinjy [in Ukrainian].

АНОТАЦІЯ

В останні роки відбувається зростання ролі природничо-математичної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників, що відповідає вимогам високотехнологічного сучасного виробництва. Кінцевим результатом професійно-технічної освіти мають стати вмотивовані активні здобувачі кваліфікацій, які прагнуть неперервного професійного розвитку, самореалізації та кар'єрного зростання.

Здобувачам професійно-технічної освіти (з числа осіб, які мають базову середню освіту) потрібна якісна загальноосвітня підготовка, яка стає важливим фундаментом до оволодіння професійною діяльністю. Загальноосвітній складник базисної структури навчальних планів для підготовки кваліфікованих робітників поділяється на суспільно-гуманітарну та природничо-математичну. Природничо-математична підготовка займає одну з провідних позицій відносно обсягу предметного навантаження з фізики та математики, які є основою для оволодіння предметами професійно-технічного циклу, що потребує використання новітніх підходів навчання. Одним із напрямків інноваційного розвитку природничо-математичної освіти є система навчання STEM.

У статті теоретично обґрунтовано можливості використання STEM-орієнтованого підходу в професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників. На основі аналізу нормативно-правових документів, сучасної теорії та практики розкрито сутність STEM-орієнтованого підходу, провідною ідеєю якого є конструювання навчальних предметів, дисциплін, курсів за міждисциплінарним принципом. Наведено різні аспекти реалізації STEM-освіти в Україні на прикладі досвіду вітчизняних науковців та представників педагогічної спільноти. Визначено особливості природничо-математичної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників як важливого фундаменту до оволодіння професійною діяльністю. Наголошено на важливості урахування міжпредметних зв'язків фундаментальних, загальнотехнічних та професійно-педагогічних дисциплін. Виокремлено форми освітнього процесу, методи та засоби природничо-математичної підготовки на основі STEM-орієнтованого підходу, зокрема проєкти, інтегровані уроки, квести, екскурсії, хакатони та інші.

Ключові слова: кваліфікований робітник, міждисциплінарність, природничо-математична освіта, професійно-технічна освіта.