

УДК 378.147.091.33-027.22

СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ STEM-ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ВИЩІ ОСВІТИ

М. Вайнтрауб

STRATEGIC DIRECTIONS OF THE DEVELOPMENT OF STEM DISCIPLINES IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

M. Vaintraub

Стаття присвячена проблемі стратегічних напрямів розвитку STEM-дисциплін у закладах вищої освіти. Обґрунтовано актуальність і необхідність розвивати STEM-дисципліни у зв'язку із вдосконаленням педагогічних підходів до навчання дисциплін, розвитком практичних навичок, інтеграцією інновацій в освітньому процесі. Зазначені завдання актуалізуються вимогами до впровадження STEM-дисциплін в освітній процес і передбачають інтегрований, міждисциплінарний та проєктний підходи, практику, що поєднує різні природничо-наукові знання в єдине ціле. У процесі дослідження встановлено, що для впровадження STEM-дисциплін у закладах вищої освіти слід передбачити основні стратегічні напрями розвитку STEM-дисциплін та відповідні підходи до них. У зв'язку з цим автором розроблена модель стратегічних напрямів розвитку STEM-дисциплін у закладах вищої освіти. Розглянуто елементи – напрями цієї моделі. Серед стратегічних напрямів розвитку STEM-дисциплін доцільними визначено наступні стратегічні напрями: інтеграція міжнародних, вітчизняних практичних проєктів у навчальні плани; співпраця і установа партнерств із компаніями, науковими установами, міжнародними та громадськими організаціями (асоціаціями); застосування інтерактивних технологій; формування міждисциплінарних курсів і тем в курсі; проведення науково-дослідницької та експериментальної роботи; оновлення інфраструктури; розвиток у педагогів і майбутніх фахівців компетентності в галузі інформаційно-цифрових технологій; розвиток безпекової, екологічної та енергоефективної компетентності педагогів і майбутніх фахівців; організація освітнього процесу в умовах змішаного навчання, пандемії, воєнного та повоєнного часу; інформатизація освітнього процесу.

Одним з важливіших стратегічних напрямів розвитку STEM-дисциплін, на думку автора, є розвиток й опанування безпекової, екологічної та енергоефективної компетентності педагогів і майбутніх фахівців педагогічного спрямування. Розглянуто STEM-дисципліни, що можна ефективно використовувати для розвитку й опанування даних компетентностей. Відповідні матеріали з цього напрямку рекомендується включати у відповідні теми в освітніх програмах, зокрема з професійної (охорона праці, транспорт та логістика) й технологічної освіти. Результат цієї моделі дозволяє ефективно планувати і впроваджувати в освітній процес і виховну роботу в закладах вищої освіти сучасні різні напрями розвитку STEM-освіти.

Ключові слова: заклад вищої освіти, напрям, розвиток, студент, STEM-дисципліни, STEM-освіта.

The article is devoted to the problem of strategic directions for the development of STEM disciplines in institutions of higher education. The relevance and necessity of developing STEM disciplines in connection with the improvement of pedagogical approaches to teaching disciplines, the development of practical skills, and the integration of innovations in the educational process are emphasized. The specified tasks are actualized by the requirements for the introduction of STEM disciplines into the educational process and involve integrated, interdisciplinary and project approaches, practice that combines various natural and scientific knowledge into a single whole. In the process, it was established that for the introduction of STEM disciplines in institutions of higher education, the main strategic directions of the development of STEM disciplines should be foreseen and corresponding approaches to them. In connection with this, the author developed a model of strategic directions for the development of STEM disciplines in higher education institutions. The elements and directions of this model were reviewed. Among the strategic directions of the development of STEM disciplines, the following strategic directions have been identified as appropriate: integration of international and domestic practical projects into curricula; cooperation and establishment of partnerships with companies, scientific institutions, international and public organizations (associations); use of interactive technologies; formation of interdisciplinary courses and topics in the course; conducting scientific research and experimental work; infrastructure renewal; development of competence in the field of information and digital technologies among teachers and future specialists; development of safety, environmental and energy-efficient competence of teachers and future specialists; organization of the educational process in conditions of mixed education, pandemic, war and post-war times; informatization of the educational process.

According to the author, one of the most important strategic directions for the development of STEM disciplines is the development and mastery of the safety, environmental and energy-efficient competence of teachers and future specialists in the field of pedagogy. STEM disciplines that can be effectively used to develop and master these competencies are considered. Relevant materials from this direction should be included in relevant topics in educational programs, in particular, in professional (occupational safety, transport and logistics) and technological education. The result of this model makes it possible to effectively plan and introduce various modern directions of the development of STEM education into the educational process and educational work of higher education institutions.

Key words: higher education institution, direction, development, student, STEM disciplines, STEM education.

Загальна постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Інтеграційні процеси освіти України до європейських стандартів вимагають оновлення процесу професійної підготовки студентів у закладах вищої освіти (*Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції, 2021*). Країна вимагає компетентних висококваліфікованих фахівців, готових до динамічного ринку праці і вирішення складних завдань у суспільстві і в особистому житті. У статті 22 Закону України «Про вищу освіту» підкреслюється, що «основним завданням закладу вищої освіти є впровадження на високому рівні освітньої діяльності, яка забезпечує здобуття особами вищої освіти відповідного ступеня за обраними ними спеціальностями» (Про вищу освіту, 2014). Важливість такої готовності розкривається у змісті Закону України «Про освіту», де в статті 17 визначено, що «метою вищої освіти є здобуття особою високого рівня

наукових та/або творчих мистецьких, професійних і загальних компетентностей, необхідних для діяльності за певною спеціальністю чи в певній галузі знань», а в статті 18 проголошено, що професійний розвиток є безперервним процесом навчання та вдосконалення професійних компетентностей (Про освіту, 2017). У зв'язку з цим актуальності набуває STEM-освіта, основним принципом якої є інтеграція змісту та обсягу навчального матеріалу, оптимізація освітнього процесу і формування більш якісних навчальних компетентностей (Василяшко, Гущина, Коршунова, Патрикеева, 2020). Зазначимо, що актуальність проблеми – в адаптації до швидких змін технологій, вдосконалення педагогічних підходів до навчання STEM-дисциплін, розвиток практичних навичок, інтеграція інновацій у навчальний процес та підготовка до цифрової трансформації у сучасному суспільстві (Пресцентр УКМЦ, 2015).

STEM-дисципліни становлять групу дисциплін, що об'єднують науку, техніку, інженерію та математику. Абревіатура STEM складається із слів: Science (Наука), Technology (Техніка), Engineering (Інженерія) і Mathematics (Математика). STEM-дисципліни мають сприяти розвитку критичного мислення та практичних навичок у студентів для того, щоб вони були здатні ефективно впроваджувати нові технології та вирішувати складні завдання. STEM-підходи реалізуються в багатьох українських школах та позашкільних закладах, зокрема у позашкільному секторі представлені діяльністю Малої академії наук, різноманітними заходами тощо.

Варто зазначити, що у педагогічних університетах STEM-освіта слабо розвинена. Тому удосконалення освітнього процесу у закладах вищої освіти із впровадженням STEM-дисциплін є вкрай важливим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано вирішення даної проблеми. У 2020 році Кабінет Міністрів України ухвалив Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), реалізація якої передбачена до 2027 року (Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, 2021). Згідно з цією концепцією, найважливішими завданнями STEM-освіти є: реалізація програм для впровадження інноваційних методів навчання в закладах освіти; надання можливостей для студентів і учнів під час проведення дослідницької та експериментальної роботи працювати на сучасному обладнанні; проведення конкурсів, турнірів, олімпіад для здобувачів освіти; створення інформаційних майданчиків; підвищення кваліфікації педагогічних та науково-педагогічних працівників з питань використання новітніх методик природничо-математичної освіти (STEM-освіти).

Проблемі розвитку STEM-дисциплін у закладах вищої освіти приділяло увагу чимало дослідників. Серед вітчизняних вчених слід назвати Н. Морзе, Т. Андрущенко, С. Булігу, С. Бревус, В. Величко, С. Гальченко, Л. Глобу та інших; серед зарубіжних дослідників – Е. Trigwell, Л. Evans, Д. Robitaille, Т. Seellig, Н. Schneider та багато інших.

Їхні дослідження спрямовані на пошуки ефективних методів викладання STEM-дисциплін, стимулювання інтересу до науки та техніки, розвиток практичних навичок у студентів.

У своїх дослідженнях В. Вітюк (2021) дійшла висновку, що провідні принципи STEM-освіти тісно переплітаються з орієнтирами Нової української школи (Вітюк, 2021, с. 13). Разом з цим, В. Камінська (2021) справедливо вказує на необхідність використання якісних освітніх інтернет-ресурсів. Останні створюють позитивну мотивацію до опанування об'єктами навчання STEM-дисциплін (Камінська, 2021, с. 23).

Під час аналізу STEM-орієнтованої освіти у штаті Массачусетс (США) Н. Кінах у праці «Креативність педагога в STEM-орієнтованій освіті» звертає увагу на те, що законодавство США зобов'язує проводити рейтинг шкіл за так званним «індексом креативності» – не тільки за рівнем виконання учнями стандартних тестів, але також і враховувати, наскільки навчальний план кожної школи сприяє посиленню креативності учнів (Кінах, 2021, с. 25).

Нову орієнтацію в підготовці вчителів досліджує Н. Kwiatkowska (1988). Креативно-інноваційна стратегія побудови освітнього процесу, на її думку, передбачає перехід на творчий компонент, «перенесення акценту з передавання знань про способи традиційного вирішення методичних завдань на формування готовності до творчого пошуку, самовдосконалення й саморозвитку професійно сутнісних креативних якостей особистості» (Kwiatkowska, 1988).

Дослідник П. Олешко (2021) у своїй роботі, присвяченій професійному розвитку педагога в умовах запровадження STEM-освіти, встановив, що використання якісних освітніх інтернет-ресурсів створює позитивну мотивацію до опанування учнями STEM-дисциплін та сприяє колективній навчальній діяльності всіх суб'єктів освітнього процесу (Олешко, 2021, с. 37).

Ми погоджуємося з думкою І. Дутчак, висловленою у праці «Міждисциплінарність навчання за STEM» (2021) про те, що однією з головних ознак STEM-дисциплін є комплексний міждисциплінарний підхід до розробки навчальних планів, освітніх програм і до організації самого освітнього процесу (Дутчак, 2021, с. 105). Варто підкреслити різні види міждисциплінарного підходу, про які пише дослідниця. Серед цих видів, залежно від характеру відносин між окремими дисциплінами, вона виокремлює: інтердисциплінарний (розгляд однієї дисципліни крізь призму іншої); мультидисциплінарний (порівнює декілька дисциплін, фокусується на одній проблемі, але не поєднує їх); плюридисциплінарний (порівнює споріднені дисципліни); трансдисциплінарний (виходить за межі окремих дисциплін, зосереджується на певній проблемі та отриманні відповідних знань) (Дутчак, 2021, с. 106).

Засуговує уваги висновок О. Мартинюк, зроблений у праці «Інноваційні напрямки STEM-технологій у системі формування науково орієнтованої освіти» (2018) про те, що в залежності від кінцевої мети навчання має вибиратися відповідний підхід міждисциплінарної інтеграції. Як справедливо наголошує дослідниця, «STEM – це методологічна єдність природничих,

технічних і соціально-гуманітарних наук, яка виявляється у застосуванні спільного математичного апарату, інформаційно-комунікаційних технологій, моделювання та міждисциплінарній взаємодії, а також використанні новітніх освітніх технологій» (Мартинюк, 2018, с.112).

Як стверджують дослідники С. Горбенко, О. Патрикеева, І. Василяшко, О. Лозова, (2019), і з цим важко не погодитись, природничо-математичний контент є основоположним у навчанні за STEM. Ми погоджуємося з дослідниками, що реалізація природничо-математичного контенту передбачає використання інженерного методу дослідження, де «З найбільш поширених засобів, які використовуються для STEM-навчання, є конструктори, робототехнічні системи, моделі, вимірювальні комплекси та датчики, лабораторні прилади...» (Горбенко, Патрикеева, Василяшко, Лозова, 2019, с. 112).

Слід відзначити дослідження зарубіжного вченого М. Харрисона, який справедливо доводив, що: зміст і діяльність в освітньому процесі вищої школи дуже близькі до навчальної діяльності технологічної освіти, необхідно повністю встановити ідентичність та характер технологій та інженерії у STEM-освіті (Harrison, 2011).

Такої ж думки інші зарубіжні вчені-дослідники, які закликали до інтегративного навчання з дисциплін STEM, за допомогою якого студенти мають застосовувати своє розуміння наукових концепцій, проєктувати технології, вирішувати інженерні завдання (Morel, 2014; Peters-Burton at al., 2014).

На думку науковців, впровадження STEM-освіти передбачає міждисциплінарний та проєктний підходи, практику, що поєднує різні природничо-наукові знання в одне ціле.

Однак стратегічним напрямом розвитку STEM-дисциплін у середовищі закладу вищої освіти не було приділено належної уваги.

Мета статті – визначення і обґрунтування стратегічних напрямів розвитку STEM-дисциплін у середовищі закладу вищої освіти.

Нині не існує загальноприйнятого визначення поняття STEM-освіти. У широкому контексті – це педагогічна технологія формування та розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей здобувачів освіти. Соціальні дослідження підтверджують необхідність у різних високотехнологічних галузях мати висококваліфікованих фахівців, здатних до комплексної науково-інженерної та педагогічної діяльності, зокрема з технологічної та професійної освіти. У зв'язку з цим слід переглянути наявні моделі освіти, освітні програми, робочі навчальні програми, організацію освітнього процесу, методи навчання тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано вирішення даної проблеми свідчить про наявність таких новітніх підходів у STEM-освіті: інтеграція математичного, технічного, наукового та інженерного інструментів; конструювання навчальних програм та планів на міждисциплінарних засадах; включення інтегрованого навчання тем у дисципліні; випереджувальне навчання, навчання на реальних значущих проблемах; формування творчого, винахідливого, наукового та інженерного мислення.

Підкреслимо, що для науково-педагогічного працівника, зокрема з професійної та технологічної освіти, вкрай важливою є сформована компетентність, пов'язана із організацією освітнього процесу та виховної роботи зі студентами. Особливість зазначеного освітнього процесу у середовищі STEM-освіти в тому, що на базі закладу вищої освіти і на відповідних передбачених для засвоєння спеціальності практиках використовуються сучасні обладнання й засоби, пов'язані з: інформаційними, мультимедійними та цифровими технологіями, науковими дослідженнями, автоматикою, робототехнікою, інтелектуальними системами тощо. Процес створення навчальних програм STEM починається з прогнозування STEM-компетентностей, які мають бути сформовані у студентів. У дібраному змісті навчального матеріалу (теоретичного і практичного характеру) має бути продуманий комплекс завдань, вправ, тестів на засадах STEM. Варто підкреслити, що під час проектування змісту навчального матеріалу можуть бути застосовані різні варіанти міждисциплінарних підходів.

Серед тих, що добре зарекомендували себе в освітній практиці, зазначимо згадані вище підходи: інтердисциплінарний, мультидисциплінарний, плюридисциплінарний, трансдисциплінарний. *Інтердисциплінарний* підхід передбачає поєднання елементів різних дисциплін для глибшого розуміння теми чи проблеми. Викладання за цим підходом забезпечує взаємодію між різними галузями знань, допомагаючи студентам розширити свою перспективу та розвивати креативне мислення. Даний підхід сприяє формуванню комплексного розуміння дисципліни, розвитку у студентів компетентностей, що можуть бути застосовані у різних контекстах. *Мультидисциплінарний* підхід характеризується вивченням різних дисциплін без глибокого їх інтегрування. Студенти отримують знання в різних областях, але ці області залишаються відокремленими. Головна ідея полягає в розширенні спектру знань без активної спроби поєднати їх в єдиний навчальний зміст. Це дозволяє студентам отримати набір різноманітної інформації, але не обов'язково стимулює глибоке її розуміння чи інтеграцію. Що стосується *плюридисциплінарного* підходу, слід відзначити, що він передбачає вивчення різних дисциплін, але кожна з них залишається автономною та незалежною. В основі цього підходу лежить рівноправність різних галузей знань (іноді здійснюється паралельне вивчення різних дисциплін, не обов'язково пов'язаних між собою). Студенти отримують широкий спектр знань, але відсутнє активне об'єднання цих знань в єдиний матеріал. *Трансдисциплінарний* підхід пов'язаний з синтезом матеріалу з різних дисциплін. Цей підхід означає поєднання знань і методів з різних дисциплін для розв'язання складних проблем. Студенти вивчають не лише специфічні дисципліни, але й навчаються застосовувати знання в різних галузях для розв'язання реальних завдань і викликів. Це сприяє глибшому розумінню та вирішенню проблем з більш широкою перспективи.

При викладанні STEM-дисциплін у закладі вищої освіти слід відрізнити науковий та інженерний підхід. Очевидно, що науковий та інженерний підходи

мають спільне прагнення до вирішення проблем, але вони відрізняються у своїй меті та методах. Науковий підхід спрямований на розуміння природних явищ, виявлення закономірностей та розвиток теорій. Дослідження, що ґрунтуються на науковому підході, спрямовані на встановлення нових принципів. Інженерний підхід фокусується на практичному вирішенні конкретних завдань і виготовленні корисних продуктів чи систем. Інженери використовують наукові знання, але їх головна мета – розробка та застосування технологій для створення функціональних рішень. Отже, основна відмінність описаних наукового й інженерного підходів у цілях: науковий підхід – розуміння природних явищ, інженерний – практична реалізація та вирішення конкретних завдань. На рівні вищої школи, зокрема у фахівців професійної та технологічної освіти педагогічного спрямування, зазначені особливості STEM-освіти полягають у розробці стратегічних напрямів розвитку STEM-дисциплін, що зможуть спрогнозувати найбільш очікуваний педагогічний результат.

На думку автора, для розвитку STEM-дисциплін у закладах вищої освіти доцільними є стратегічні напрями, зображені у вигляді моделі на рис.1, де : **ІН** – інтеграція міжнародних, вітчизняних практичних проєктів у навчальні плани; **СП** – співпраця і встановлення партнерств із компаніями, науковими установами, міжнародними та громадськими організаціями (асоціаціями); **ЗІ** – застосування інтерактивних технологій; **ФМ** – формування міждисциплінарних курсів і тем у курсі; **ПР** – проведення науково-дослідницької та експериментальної роботи; **ОН** – оновлення інфраструктури; **РП** – розвиток у педагогів і майбутніх фахівців компетентності в галузі інформаційно-цифрових технологій; **РБ** – розвиток безпекової, екологічної та енергоефективної компетентності педагогів і майбутніх фахівців; **ОП** – організація освітнього процесу в умовах змішаного навчання, пандемії, воєнного та повоєнного часу; **ІІ** – інформатизація освітнього процесу.

Інтеграція міжнародних, вітчизняних практичних проєктів до навчальних планів передбачає виконання елементів проєктних завдань у процесі курсового проєктування чи на лабораторних роботах, що сприяє зближенню навчання з передовим науково-технологічним процесом та практичною застосуванню студентами набутих теоретичних знань.

Співпраця і встановлення партнерств із компаніями, науковими установами, міжнародними та громадськими організаціями (асоціаціями) сприяє обміну досвідом та забезпечує студентам доступ до сучасних технологій. В умовах, зокрема, агресивної війни Російської Федерації проти України, важлива також співпраця зі Збройними Силами України (ЗСУ), які допомагають співробітникам і студентам закладів вищої освіти забезпечити освітній процес в умовах воєнного часу. З іншого боку, заклади вищої освіти можуть активно допомогати ЗСУ, беручи участь у виконанні їхніх замовлень, зокрема на нові технологічні розробки, та інших потреб.

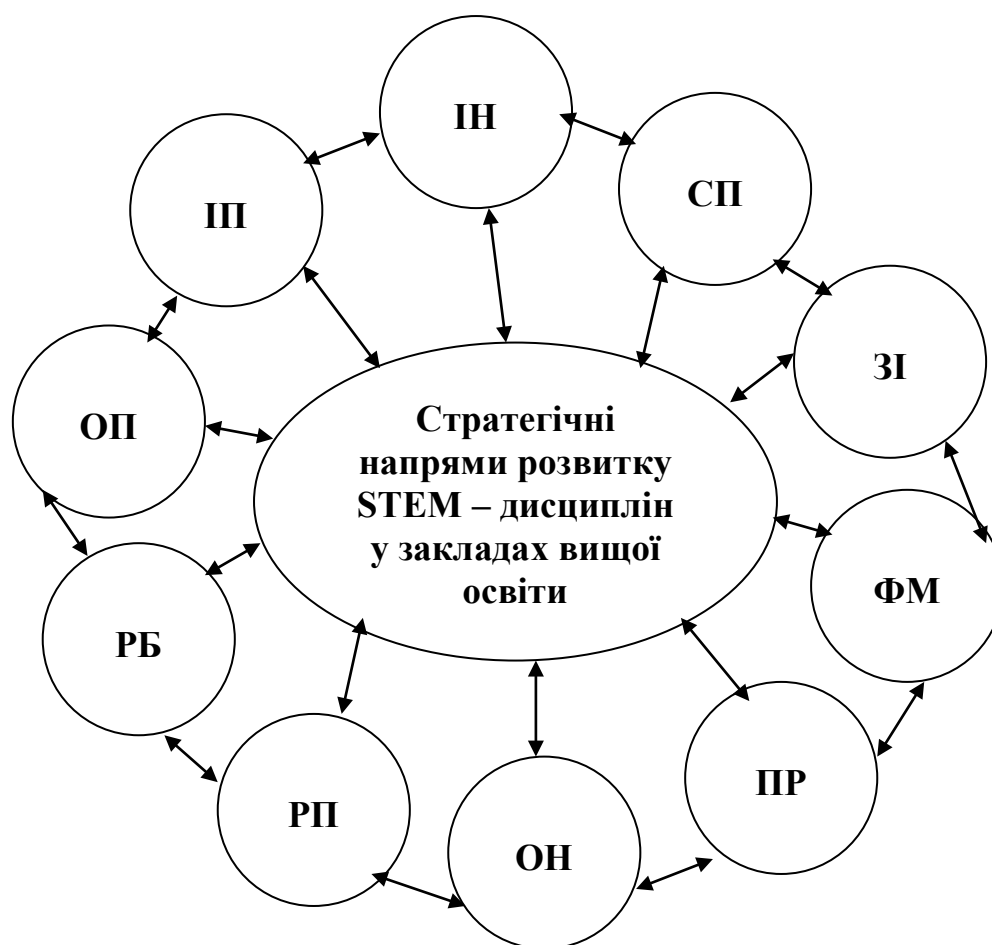


Рис.1. Модель стратегічних напрямів розвитку STEM-дисциплін у закладах вищої освіти

Застосування інтерактивних технологій передбачає включення актуальних технологічних розробок, зокрема, віртуальної реальності та онлайн-ресурсів в освітній процес для покращення процесу навчання. В Університеті Григорія Сковороди в Переяславі на базі кафедр теорії та методики професійної підготовки, методики технологічної освіти та комп'ютерної графіки (під час професійної підготовки майбутніх фахівців з охорони праці, середньої освіти (трудового навчання та технологій), а також на базі навчально-наукового центру ННЦ ІПТО НАПН України (під час професійної підготовки майбутніх фахівців з транспортної галузі) активно використовуються веб-сайти, платформи, на яких розміщено науково-методичні комплекси, що включають: лекції, практичні заняття, навчальні та навчально-методичні посібники, мультимедійні презентації, випробувальні тести для самоперевірки й перевірки засвоєного матеріалу тощо (Вайнтрауб, 2021).

Формування міждисциплінарних курсів і тем спонукають викладачів до об'єднання елементів науки, техніки, інженерії та математики для розвитку у студентів комплексних навичок (Вайнтрауб, 2023).

Проведення науково-дослідницької та експериментальної роботи сприяє студентським дослідженням та залученню їх до реальних наукових проєктів.

Оновлення інфраструктури забезпечує всім учасникам освітнього процесу доступ до сучасних лабораторій, обладнання та програмного забезпечення для проведення ефективних практичних занять.

Розвиток у педагогів і майбутніх фахівців педагогічного спрямування компетентності в галузі інформаційно-цифрових технологій здійснюється в процесі тренінгів та семінарів з упровадження інноваційних методів навчання у STEM-галузях.

Для розвитку безпекової, екологічної та енергоефективної компетентності педагогів і майбутніх фахівців педагогічного спрямування до освітніх програм мають бути включені відповідні теми, зокрема з професійної (охорона праці, транспорт та логістика) й технологічної освіти (Вайнтрауб, 2020). На прикладі цього напрямку покажемо, як STEM-дисципліни можна ефективно використовувати для розвитку названих компетентностей.

Для цього можна використати наукові пошуки (дослідження енергоефективних матеріалів та процесів, вивчення впливу різних технологій на навколишнє середовище); математику (математичне моделювання енергетичних систем для оптимізації ефективності); інженерію та технологію (розробка енергоефективних технологій та виробів, створення систем автоматизації та моніторингу для контролю енергоспоживання). Поряд із цим, можна передбачити STEM-проєкти, спрямовані на створення безпечних, енергоефективних та екологічно чистих рішень. Не зайвим буде додати міждисциплінарні курси – поєднання знань з різних STEM-галузей для вирішення комплексних проблем у сфері безпеки, екології та енергоефективності, зокрема у воєнний час. Ці підходи сприятимуть глибокому розумінню аспектів міждисциплінарної інтеграції та розвитку навичок, необхідних для створення сталого та безпечного майбутнього.

Організація освітнього процесу в умовах змішаного навчання, пандемії, воєнного та повоєнного часу має передбачати допомогу соціально-психологічної служби, формування в майбутніх педагогічних працівників готовності до інклюзивної освіти, особливо у зв'язку з воєнним станом в Україні.

Без інформатизації неможлива сучасна освіта. Без впровадження сучасних електронних ресурсів, веб-платформ, онлайн-медіа, електронної бібліотеки, сайтів важко забезпечити ефективний і, особливо, безпечний в умовах воєнного стану дистанційний режим роботи студентів, науково-педагогічних працівників і адміністрації закладу вищої освіти.

Всі вищерозглянуті напрями у комплексі з реалізацією відповідних організаційно-діяктивних заходів сприятимуть створенню стимулювального середовища для розвитку STEM-освіти в університетах.

Висновки й перспективи подальших розвідок у даному напрямі.

Обґрунтовано актуальність і необхідність дослідження стратегічних напрямів розвитку STEM-дисциплін у закладах вищої освіти.

Розроблена модель стратегічних напрямів розвитку STEM-дисциплін у закладах вищої освіти.

Визначено та обґрунтовано елементи – стратегічні напрями розвитку STEM-дисциплін та відповідні підходи до них. Реалізація моделі дозволяє ефективно планувати і впроваджувати в освітній процес і виховну роботу закладів вищої освіти напрями розвитку STEM-освіти.

Запропонований матеріал буде цікавий викладачам закладів передвищої та вищої освіти у галузях: транспортної, професійної та технологічної освіти тощо.

Перспективами подальших розвідок у цьому напрямі є розробка моделі, яка передбачає нові стратегічні напрями розвитку STEM-дисциплін у закладах вищої освіти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції. (2023). ДонДУВС. <https://dnuvs.ukr.education/wp-content/uploads/2023/06/zbirnyk-21.04.2023-cover.pdf>
- Вайнтрауб, М. А. (2020). Сучасні підходи до формування культури безпеки професійної діяльності у майбутніх фахівців з охорони праці. *Професійна освіта: методологія, теорія та технології*, 12, 24–44. <https://doi.org/10.31470/2415-3729-2020-12-24-44>
- Вайнтрауб, М. А. (2021). Організація ефективного використання ІКТ у закладах вищої освіти України під час пандемії. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка]*. Серія: Педагогічні науки, (196), 14–17. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-196-14-17>
- Вайнтрауб, М. А. (2023). Інтеграційні можливості дисциплін з охорони праці в системі професійної освіти. *Професійна освіта: методологія, теорія та технології*, 17, 52–64. <https://doi.org/10.31470/2415-3729-2023-17-52-64>
- Василяшко, І. П., Гущина, Н. І., Коршунова, О. В., & Патрикєєва, О. О. (Уклад.). (2020). *Збірник матеріалів зимової дистанційної сесії «STEM-школа – 2020»*. Освіта. https://drive.google.com/file/d/12EqhUMvs5QolOD9WEZAiVdmxHfPI8q_u/view
- Вітюк, В. В. (2021). Професійний розвиток педагогів в умовах STEM-освіти. У *STEM-освіта: науково-теоретичні аспекти, досвід впровадження, перспективи розвитку: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (21 квітня 2021 р., м. Луцьк)* (с. 9–14). Волинський ІППО. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Горбенко, С. Л., Патрикєєва, О. О., Василяшко, І. П., & Лозова, О. В. (2019). Організація STEM-навчання у закладах освіти. *Проблеми освіти*, (91), 109–115. <https://imzo-journal.org.ua/index.php/journal/issue/view/11/91-2019-pdf>
- Дутчак, І. Г. (2021). Міждисциплінарність навчання за STEM. У *STEM-освіта: науково-теоретичні аспекти, досвід впровадження, перспективи розвитку: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (21 квітня 2021 р., м. Луцьк)* (с. 104–111). Волинський ІППО. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Камінська, В. В. (2021). Актуальність використання квест-технологій, віртуальних, інтерактивних мультимедійних екскурсій з елементами квесту у системі ІППО. У *STEM-освіта: науково-теоретичні аспекти, досвід впровадження, перспективи розвитку: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (21 квітня 2021 р., м. Луцьк)* (с. 14–24). Волинський ІППО. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Кінах, Н. В. (2021). Креативність педагога в STEM-орієнтованій освіті. У *STEM-освіта: науково-теоретичні аспекти, досвід впровадження, перспективи розвитку: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (21 квітня 2021 р., м. Луцьк)* (с. 25–31). Волинський ІППО. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Мартинюк, О. С. (2018). Інноваційні напрямки STEM-технологій у системі формування науково орієнтованої освіти. У *Неперервна освіта в модусах минулого, теперішнього, майбутнього* (с. 112–114). Вежа-Друк.
- Олешко, П. С. (2021). Професійний розвиток педагога в умовах запровадження STEM-освіти та передумови створення STEM-лабораторії. У *STEM-освіта: науково-теоретичні аспекти, досвід впровадження, перспективи розвитку: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (21 квітня 2021 р., м. Луцьк)* (с. 31–43). Волинський ІППО. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>

- Поліщук, Н. А., & Камінська, В. В. (Уклад.). (2021). *STEM-освіта: науково-теоретичні аспекти, досвід впровадження, перспективи розвитку: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (21 квітня 2021 р., м. Луцьк)*. Волинський ІІПО. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Пресцентр УКМЦ. (2015, 16 вересня). *16 вересня 2015 року в УКМЦ був підписаний Меморандум про створення Коаліції STEM-освіти* | Uacrisis.org. <https://uacrisis.org/uk/33664-koalitsiyi-stem-osviti>
- Про вищу освіту, Закон України № 1556-VII (2014) (Україна). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>
- Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, Розпорядження Кабінету Міністрів України № 131-р (2021) (Україна). <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r>
- Про освіту, Закон України № 2145-VIII (2017) (Україна). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
- Harrison, M. (2011). Supporting the T and the E in STEM: 2004–2010. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 17–25. <https://openjournals.ljmu.ac.uk/DATE/article/view/1740>
- Kwiatkowska, H. (1988). *Nowa orientacja w kształceniu nauczycieli*. Warszawa, PWN.
- Morel, N. J. (2014). Setting the Stage for Collaboration: An Essential Skill for Professional Growth. *The Delta Kappa Gamma bulletin*, 81(1), 36–39. https://dkgupsilon.weebly.com/uploads/9/6/1/1/9611815/dkg_bulletin_fall_2014_teaching_performance.pdf
- Peters-Burton, E. E., Lynch, S. J., Behrend, T. S., & Means, B. B. (2014). Inclusive STEM high school design: 10 critical components. *Theory Into Practice*, 53(1), 64–71. <https://doi.org/10.1080/00405841.2014.862125>

REFERENCES

- Current aspects of the development of STEAM education in conditions of European intergration*. (2023). DonSUIA. <https://dnuvs.ukr.education/wp-content/uploads/2023/06/zbirnyk-21.04.2023-cover.pdf>
- Vaintraub, M. (2020). Modern approaches to the formation of a professional safety culture in future labor protection specialists. *Professional Education: Methodology, Theory and Technologies*, 12, 24–44. <https://doi.org/10.31470/2415-3729-2020-12-24-44>
- Vaintraub, M. (2021). Organization of the effective use of ICT in higher education institutions of Ukraine during the pandemic. *Scientific notes [Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University]*. Series: *Pedagogical Sciences*, (196), 14–17. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-196-14-17>
- Vaintraub, M. (2023). Integration possibilities of occupational safety and health disciplines in the vocational education system. *Professional Education: Methodology, Theory and Technologies*, 17, 52–64. <https://doi.org/10.31470/2415-3729-2023-17-52-64>
- Vasylyashko, I. P., Gushchyna, N. I., Korshunova, O. V., & Patrikeeva, O. O. (Ed.). (2020). *Collection of materials of the winter remote session "STEM-school – 2020"*. Education. https://drive.google.com/file/d/12EqhUMvs5QolOD9WEZAiVdmxHfPI8q_u/view

**Вайнтрауб М. Стратегічні напрями розвитку STEM-дисциплін
у закладах вищої освіти**

- Vityuk, V. V. (2021). Professional development of teachers in STEM education. In *STEM education: scientific and theoretical aspects, implementation experience, development prospects: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference (April 21, 2021, Lutsk)* (p. 9–14). Volyn IPPE. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Gorbenko, S. L., Patrikeeva, E. A., Vasilashko, I. P., & Lozova, O. V. (2019). Organization of STEM-education in educational institutions. *Problems of education*, (91), 109–115. <https://imzo-journal.org.ua/index.php/journal/issue/view/11/91-2019-pdf>
- Dutchak, I. H. (2021). Interdisciplinarity of STEM education. In *STEM education: scientific and theoretical aspects, implementation experience, development prospects: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference (April 21, 2021, Lutsk)* (p. 104–111). Volyn IPPE. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Kaminska, V. V. (2021). The relevance of using quest technologies, virtual, interactive multimedia excursions with quest elements in the PPO system. In *STEM education: scientific and theoretical aspects, implementation experience, development prospects: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference (April 21, 2021, Lutsk)* (p. 14–24). Volyn IPPE. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Kinakh, N. V. (2021). Teacher creativity in STEM-oriented education. In *STEM education: scientific and theoretical aspects, implementation experience, development prospects: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference (April 21, 2021, Lutsk)* (p. 25–31). Volyn IPPE. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Martyniuk, O. S. (2018). Innovative directions of STEM technologies in the system of formation of scientifically oriented education. In *Continuous education in the modes of the past, present, and future* (p. 112–114). Tower-Druk.
- Oleshko, P. S. (2021). Professional development of a teacher in the context of the introduction of STEM education and the prerequisites for the creation of a STEM laboratory. In *STEM education: scientific and theoretical aspects, implementation experience, development prospects: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference (April 21, 2021, Lutsk)* (p. 31–43). Volyn IPPE. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Polishchuk, N. A., & Kaminska, V. V. (Compiler). (2021). *STEM education: scientific and theoretical aspects, implementation experience, development prospects: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference (April 21, 2021, Lutsk)*. Volyn IPPE. <http://vippo.org.ua/files/silskashkola/-----1649880596199364.pdf>
- Press center of UKMC. (2015, September 16). *On September 16, 2015, the Memorandum on the Creation of the STEM Education Coalition was signed at UKMC* | Uacrisis.org. <https://uacrisis.org/uk/33664-koalitsiyi-stem-osviti>
- On higher education, Law of Ukraine No. 1556-VII (2014) (Ukraine). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>
- On the approval of the plan of measures for the implementation of the Concept of Development of Science and Mathematics Education (STEM-education) until 2027, Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 131-p (2021) (Ukraine). <https://www.kmu.gov.ua/npas/prozatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r>
- On education, Law of Ukraine No. 2145-VIII (2017) (Ukraine). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
- Harrison, M. (2011). Supporting the T and the E in STEM: 2004–2010. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 17–25. <https://openjournals.ljmu.ac.uk/DATE/article/view/1740>
- Kwiatkowska, H. (1988). *New orientation in teacher education*. Warsaw, PWN.

- Morel, N. J. (2014). Setting the Stage for Collaboration: An Essential Skill for Professional Growth. *The Delta Kappa Gamma bulletin*, 81(1), 36–39. https://dkgupsilon.weebly.com/uploads/9/6/1/1/9611815/dkg_bulletin_fall_2014_teaching_performance.pdf
- Peters-Burton, E. E., Lynch, S. J., Behrend, T. S., & Means, B. B. (2014). Inclusive STEM high school design: 10 critical components. *Theory Into Practice*, 53(1), 64–71. <https://doi.org/10.1080/00405841.2014.862125>

Марк Вайнтрауб

доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри теорії і
методики професійної підготовки,
*Університет Григорія Сковороди в
Переяславі*, Київська обл, м. Переяслав,
Україна

Mark Vaintraub

Doctor of Pedagogy (DSc), Professor
Professor of the Department of Theory
and Methods of Vocational Training
*Hryhorii Skovoroda University
in Pereiaslav*, Pereiaslav, Kyiv Region,
Ukraine

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-2701-7094>

e-mail: vainmark2014@gmail.com