

УДК 378.6.147:6

[0000-0002-2046-481X] **Е. В. Фауре**, *д-р техн. наук, професор*,
e-mail: e.faure@chdtu.edu.ua

[0000-0001-8726-7100] **Г. О. Заспа**, *канд. техн. наук*,
e-mail: g.zaspa@chdtu.edu.ua

[0000-0002-6082-981X] **С. В. Сисоєнко**, *канд. техн. наук*
e-mail: s.sysoienko@chdtu.edu.ua

Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ В ОСВІТНІ ПРОГРАМИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЧЕРЕЗ КООПЕРАЦІЮ З ПІДПРИЄМСТВАМИ ТА КОМПАНІЯМИ

Метою статті є формулювання підґрунтя для проєктної пропозиції в рамках грантової програми Європейського Союзу Еразмус+ «STEM освіта в закладах вищої освіти Казахстану та України». Задачі, що вирішуються в рамках дослідження: дослідження стану STEM-освіти в світі та в Україні; дослідження прикладів застосування STEM-підходу в освітній діяльності Черкаського державного технологічного університету; на основі проведеного дослідження та досвіду в університеті формулювання пропозиції стосовно розвитку STEM-освіти в Україні для включення в грантову заявку. Проаналізовано літературні джерела та нормативні документи, які відображають стан і розвиток STEM-освіти в США, Європі та Україні. Зроблено аналіз досвіду проєктів з елементами STEM-освіти, що реалізовані в Черкаському державному технологічному університеті. Результати аналізу включено як пропозиції до розроблюваного консорціумом університетів з Європи, України та Казахстану проєкту, спрямованого на те, щоб шляхом співпраці з компаніями та іншими зацікавленими сторонами розробити усталену дуальну програму навчання на основі STEM з міжнародною орієнтацією в закладах України та Казахстану й стати лідером STEM-освіти в своїх регіонах.

Ключові слова: *Еразмус+, вища освіта, міжнародна співпраця, дуальна освіта, точні науки.*

Вступ. Термін STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) увійшов в освітню термінологію та міцно закріпився в ній в останні два десятиліття. Він пропонує підхід до технічної та природничої освіти, в якому наголошується на міждисциплінарному та прикладному аспектах, а також науковому та інноваційному аспектах в навчанні. STEM-освіта практикується як на шкільному, так і на університетському рівнях.

Актуальність STEM-освіти визначається тим, що стрімкий розвиток технологій веде до все більшої затребуваності фахівців в галузі високих технологій, ІТ-професіоналів, інженерів тощо. У майбутньому з'являться нові професії, більшість з яких буде пов'язана з технологіями та високотехнологічним виробництвом на межі з природничими науками. Особливий попит очікується на фахівців з біо- та нанотехнологій [1].

Традиційним лідером у STEM-освіті в світі вважаються США. Проте останнім часом цей підхід набув популярності і в інших країнах, зокрема в Європі, включно з Україною.

Черкаський державний технологічний університет (ЧДТУ) бере участь у консорціумі європейських університетів та інших установ, які готують заявку на реалізацію проєкту «STEM освіта в закладах вищої освіти Казахстану та України» в рамках грантової програми Європейського Союзу Еразмус+. Метою проєкту є просування STEM-підходу в університетській та шкільній освіті на основі вивчення досвіду європейських країн та взаємодії з підприємствами й організаціями реального сектору економіки.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є визначення та формулювання підґрунтя формування і реалізації проєктної пропозиції в рамках грантової програми Євро-

пейського Союзу Еразмус+ «STEM освіта в закладах вищої освіти Казахстану та України».

Задачами дослідження є:

- 1) дослідження стану STEM-освіти в світі та в Україні;
- 2) дослідження прикладів застосування STEM-підходу в освітній діяльності ЧДТУ;
- 3) на основі проведеного дослідження та досвіду в університеті формулювання пропозиції стосовно розвитку STEM-освіти в Україні для включення в грантову заявку Еразмус+.

Виклад основного матеріалу

STEM-освіта в світі та Україні. Освіта в галузі STEM є основою підготовки співробітників у галузі високих технологій. Тому багато країн, такі як США, Австралія, Китай, Великобританія, Ізраїль, Корея, Сінгапур, проводять державні програми в галузі STEM-освіти [1].

У 2009 р. Федеральний уряд США розпочав кампанію "Educate to Innovate", основною задачею якої було мотивувати студентів до здобуття STEM-освіти і, таким чином, вивести американську освіту з середняка в галузі точних наук до вершини світових рейтингів. Було запущено низку федеральних програм, спрямованих, зокрема, на набір та підтримку викладачів STEM, а також на підтримку середніх шкіл, орієнтованих на STEM, за допомогою STEM Innovation Networks, і підтримку дослідницьких проєктів у галузі освіти, щоб краще зрозуміти технології навчання нового покоління [2]. Міністерство освіти США зазначає: «якщо ми хочемо мати націю, де наші майбутні лідери та працівники зможуть розуміти та вирішувати деякі складні виклики сьогоdnішнього та завтрашнього дня, а також відповідати вимогам динамічної та еволюційної робочої сили, розвиток навичок, знання та грамотність в галузях STEM має важливе значення» [3].

Урядом США розроблено та схвалено Стратегічний план STEM-освіти «Прокладаючи курс на успіх: Американська стратегія для STEM-освіти», опублікований у грудні 2018 р. Він визначає федеральну стратегію на наступні п'ять років, що ґрунтується на баченні майбутнього, де всі американці матимуть доступ до високоякісних послуг протягом усього життя. Виконання плану та, відповідно, якісна STEM-освіта повинні сприяти тому, щоб Сполучені Штати стали світовим лідером у сфері STEM-грамотності, інновацій та зайнятості. Виконання стратегії покликано об'єднати учнів, сім'ї,

освітян, громади та роботодавців, будучи дороговказом для спільноти STEM [3]. Стратегія включає візію, цілі, шляхи діяльності з зазначенням цілей для кожного з них (рисунк 1).

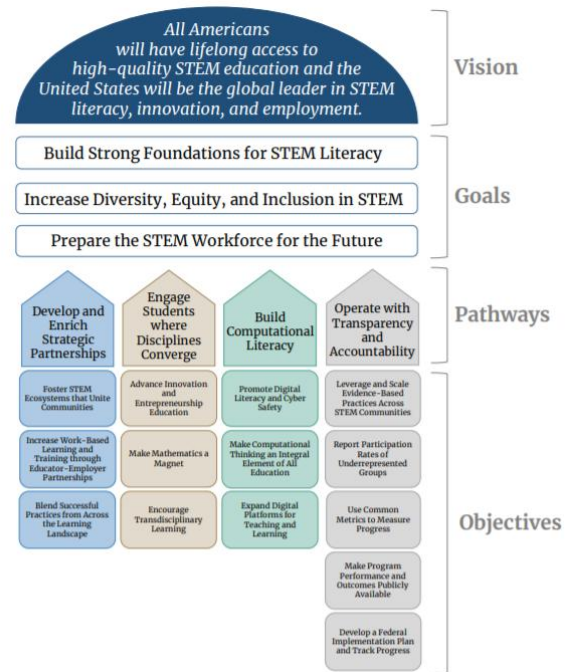


Рисунок 1 – Схема організаційної структури Федеральної стратегії STEM-освіти США [4]

Майже кожний американський університет пропонує низку програм у галузі STEM. Приклад з сайту університету-партнера ЧДТУ наведено на рисунку 2.

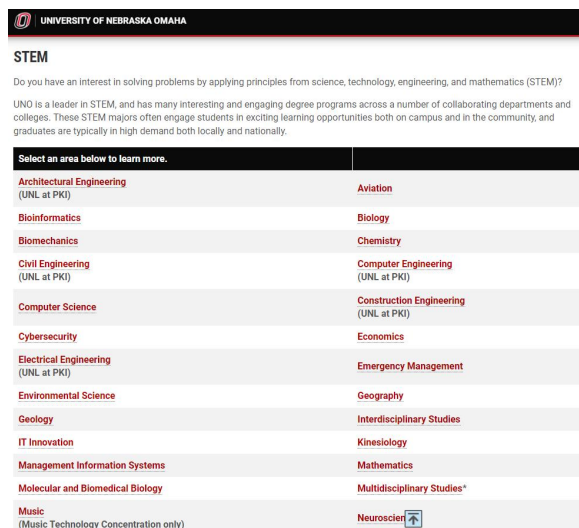


Рисунок 2 – STEM-програми університету штату Небраска в Омасі, США [5]

Нині уряд США пропонує понад 25 грантових програм на підтримку STEM-освіти [2].

Велика увага розвитку STEM-освіти приділяється в Європі. Зокрема, програма Європейського Союзу «Горизонт 2020», маючи пріоритетом розбудову потенціалу та розвиток інноваційних способів зв'язку науки з суспільством, спрямована на те, щоб зробити науку привабливішою для молоді, підвищити прагнення суспільства до інновацій та відкрити для подальшої науково-дослідницької та інноваційної діяльності. Зробити наукову освіту та кар'єру привабливими для молоді є амбітною метою, оскільки вона спрямована на стрімке покращення наукової та технологічної грамотності в суспільстві. Інноваційна офіційна та неформальна наукова освіта має важливе значення для підвищення обізнаності молоді про різні аспекти науки і техніки в сучасному суспільстві, а також для вирішення проблем, з якими стикаються молоді люди, коли роблять кар'єру в галузі STEM [6].

У [7] виконано дослідження стану STEM-освіти в країнах-членах Євросоюзу. Відзначаючи зусилля країн стосовно розвитку STEM-освіти, в документі вказано на недостатній прогрес у цій сфері. Зокрема, хоча зросло усвідомлення важливості співпраці між освітніми установами та роботодавцями – і це можна побачити в розроблених політиках та ініціативах, – рівень такої співпраці далекий від бажаного. Серед основних напрямів діяльності, пропонованих у документі, які допоможуть розвитку STEM-освіти, є:

- реформування навчальних програм;
- створення партнерських відносин між освітніми установами та компаніями;
- створення наукових центрів;
- розробка методичних матеріалів;
- розвиток постійного професійного розвитку (CPD) для вчителів;
- розвиток інституту консультантів в галузі обрання професії;
- необхідність посилення високоякісних професійних консультацій у закладах освіти;
- ініціативи щодо набору нових викладачів STEM-предметів.

Ключову роль у поширенні STEM-освіти в Європі грає спонсорована програмою Еразмус+ EU STEM Coalition, яка є координатором національних STEM-платформ. Основна мета цієї організації – сприяти обміну пе-

редовим досвідом між країнами та регіонами. Завдяки різноманітним видам діяльності та ресурсам об'єднуються стейкхолдери, які можуть впливати на політики, для обміну ідеями, досвідом та розробки нових підходів у низці сфер, пов'язаних зі STEM-освітою та ринком праці. Діяльність коаліції включає щорічні конференції, тематичні робочі групи, вебінари, навчальні заходи та онлайн-ресурси. Крім того, EU STEM Coalition надає пряму підтримку в розробці нових ініціатив, організацій і стратегій на основі існуючих найкращих практик [8]. Україна входить до асоційованих партнерів коаліції.

Останнім часом державні органи України все більше уваги звертають на STEM-освіту. Про підтримку STEM-освіти серед пріоритетів державної політики згадується в деяких урядових та міністерських нормативних документах [9, 10]. Також розроблено низку нормативних документів, спрямованих безпосередньо на популяризацію та розвиток STEM-освіти [11, 12].

Зокрема, в розпорядженні Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації» [9] серед основних напрямів цифровізації освіти зазначалось «розроблення та впровадження інноваційних комп'ютерних, мультимедійних та комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання та обладнання для створення цифрового навчального середовища (мультимедійні класи, науково-дослідні STEM-центри, лабораторії, інклюзивні класи, класи змішаного навчання)», а в плані заходів щодо реалізації Концепції серед пріоритетних напрямів цифрової економіки для розвитку експорту цифрових технологій є пункт «Підготовка пропозицій щодо модернізації освіти для підтримки розвитку цифрової індустрії, зокрема посилення підготовки учнівської молоді з предметів природничо-математичного циклу і технічної творчості в усіх ланках освіти, збільшення кількості закладів освіти, в яких запроваджується STEM-навчання, утворення науково-дослідних STEM-центрів/лабораторій із залученням міжнародних організацій» [9].

У «Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року» [10] серед іншого робиться

наголос на розвитку інноваційної особистості в процесі навчання та виховання. На підтримку цього нещодавно було розроблено та схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) та план заходів щодо її реалізації [11, 12]. У Концепції визначаються проблеми, що існують у цій галузі і потребують розв'язання, мета і строки реалізації, шляхи і способи розв'язання проблем та очікувані результати.

Програмним гаслом документа є те, що STEM-освіта «повинна стати одним з пріоритетів розвитку сфери освіти, складовою частиною державної політики з підвищення рівня конкурентоспроможності національної економіки та розвитку людського капіталу, одним з основних факторів інноваційної діяльності у сфері освіти» [11]. Реалізація Концепції спрямована на модернізацію освіти для задоволення запитів економіки та суспільства на наукоємну освіту, формування у випускників інноваційного мислення й актуальних на ринку праці умінь і компетентностей.

Напрямами діяльності з реалізації концепції виділено:

- модернізацію природничо-математичної освіти (STEM-освіти);
- широкомасштабне впровадження STEM-освіти на всіх рівнях освіти;
- встановлення партнерства з бізнесом та промисловістю;
- встановлення партнерства з науковими установами для залучення їх до розвитку STEM-освіти [11].

Серед рівнів, на яких може забезпечуватися STEM-освіта, є вищий/професійний – вища освіта, основним завданням якої є «становлення фахівців різних науково-технічних, інженерних професій на базі закладів вищої освіти, а також підвищення професійної майстерності педагогічних працівників із впровадження нових методик викладання, відповідних курсів та реалізації інноваційних проєктів» [11].

Позакласна STEM-освіта в ЧДТУ. Черкаський державний технологічний університет має багаторічний досвід використання елементів STEM-освіти, а саме: навчання студентів на основі розв'язання практичних задач для подальшого використання отриманих знань, умінь і навичок у професійній діяльності; різноманітні способи взаємодії з роботодав-

цями з метою покращення практичної складової навчання студентів; крос-дисциплінарний підхід та організація роботи студентів у командах над проєктами.

Зокрема, в [13] зазначено, що ще з середини 2000-х рр. у ЧДТУ налагоджено співпрацю з ІТ компаніями за такими напрямками:

- проведення ярмарків вакансій для студентів;
- консультації ІТ компаній стосовно розроблюваних в університеті навчальних планів;
- презентації та тренінги компаній в університеті для всіх бажаючих студентів;
- проєкти для студентів під керівництвом досвідчених професіоналів з компаній;
- регулярні співбесіди студентів у компаніях;
- стажування студентів у компаніях;
- спонсорування університету компаніями.

Велику роль у провадженні STEM-освіти в ЧДТУ грають проєкт Deanoffice та лабораторія Інжинірингової школи Noosphere.

Проєкт "Deanoffice" спрямований на розробку інформаційно-аналітичної системи для університету силами, насамперед, студентів за підтримки викладачів і досвідчених фахівців з ІТ-компаній. Ця розробка почалась у 2018 р. в рамках роботи науково-технічного гуртка «Сучасні технології створення інформаційних систем» і продовжилась в рамках НДР і ДКР № 0118U002315 «Розробка інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності структурних підрозділів ЗВО». До роботи було залучено широке коло студентів комп'ютерних спеціальностей ЧДТУ. Студенти залучалися до всіх видів робіт у життєвому циклі інформаційної системи: аналіз предметної галузі, вироблення вимог, моделювання, проєктування, розробка, тестування і супроводження. За час роботи над системою в розробці взяло участь близько 55 студентів спеціальностей: інженерія програмного забезпечення, комп'ютерні науки, системний аналіз і кібербезпека. Проєкт підтримують провідні ІТ компанії м. Черкаси: SPD Ukraine, Master of Code, Interlink та eKreative, які надають організаційну та консультаційну підтримку на всіх етапах розробки. Як наслідок, студенти отримують постійні технічні консультації від ІТ професіоналів, а також результати

аналізу виконаної з їхнього боку роботи. Крім того, комунікація з ІТ компаніями позитивно впливає на мотивацію студентів до навчання і дає їм можливість краще зрозуміти вимоги працедавців та підготуватися до майбутньої професійної діяльності в ІТ-галузі [14, 15].

Інжинірингова школа Noosphere – це мережа науково-технічних лабораторій в різних закладах вищої освіти України, відкритих та обладнаних громадською організацією «Асоціація Noosphere». Інжинірингова школа Noosphere ставить своєю задачею створення ефективної платформи для startup-діяльності молодих спеціалістів в Україні та інтегрує наукові підходи у бізнес-середовище. Лабораторії Інжинірингової школи Noosphere – це осередки інженерної творчості, де студенти та молоді вчені України можуть розвивати свої інноваційні ідеї на основі ефективної взаємодії студентів, менторів, технічних експертів та бізнес-практиків [16].

Разом з тим, STEM-освіта в ЧДТУ не є інтегрованою в освітні програми, а проводиться як позакласна робота.

Проектна пропозиція Еразмус+ з розвитку STEM-освіти в Україні. Метою проєкту можна визначити впровадження, перевірку та валідацію STEM-освіти в навчальних програмах у ЗВО Казахстану та України через співпрацю з промисловістю.

Задача полягає в тому, щоб шляхом співпраці з компаніями та іншими зацікавленими сторонами розробити усталену дуальну програму навчання на основі STEM з міжнародною орієнтацією в закладах України та Казахстану (програму буде розроблено в результаті співпраці з установами з Сербії, Німеччини та Литви) і стати лідером STEM-освіти в своїх регіонах. Проєкт має забезпечити основу для підвищення людського та інфраструктурного потенціалу, необхідного для досягнення зазначеної мети, шляхом підготовки викладачів, придбання програмного забезпечення та обладнання, співпраці між університетами, а також співпраці з неакадемічними партнерами та компаніями для передачі знань та досвіду. Добре підготовлені фахівці в галузі застосування STEM мають велике значення для економічного та соціального розвитку держав.

Проєкт планується реалізувати в трьох університетах Казахстану (Костанайський інженерно-економічний університет імені М. Дулатова, Карагандинський державний

технічний університет, Казахська академія праці та соціальних відносин) і в трьох університетах України (Національний авіаційний університет, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Черкаський державний технологічний університет) за допомоги трьох університетів з програмних країн Еразмус+ та через співпрацю з компаніями Казахстану та України. Усі освітні програми, які планується вдосконалити в результаті реалізації проєкту, є технічними, на освітньому рівні бакалавра або магістра. Для успішного впровадження програми STEM в рамках проєкту планується розробити всю необхідну документацію – від навчальних програм до навчально-методичних матеріалів з практичним навчанням академічного персоналу та представників галузі, залучених до освітнього процесу.

Основною перевагою розвитку STEM-освіти в університетах Казахстану та України є покращення освітнього процесу шляхом надання студентам можливостей за допомогою навчальних програм на основі STEM, які зосереджені на застосуванні різноманітних бізнес-ситуацій та практичних прикладів із реального середовища. Платформа STEM базується на ідеї навчання студентів за п'ятьма конкретними дисциплінами – природознавством, технологією, інженерією, мистецтвом і математикою – з міждисциплінарним і практичним підходом. Для посилення спроможності підприємств бути залученими до навчального процесу університетів, які беруть участь у дуальній освіті, проєкт дасть можливість навчання фахівців протягом усього життя (програми НВЖ або "lifetime learning").

Розвиток програм рівня бакалавра або магістра дуального навчання на основі STEM-освіти та програми НВЖ здійснюватиметься шляхом тісної співпраці з закладами вищої освіти з програмних країн Еразмус+ під координуванням University of Novi Sad (Сербія).

Найкращою у світі й дуже успішною вважається дуальна освіта в Німеччині. Зокрема, Technische Universität Berlin має декілька дуальних освітніх програм у техніко-технологічних галузях, тоді як University of Novi Sad брав участь у проєкті впровадження подвійної освіти в Сербії і має навчальну програму та досвідчених викладачів у галузях ІТ, інженерії, виробництва. У цьому контексті основна роль закордонних університетів

спрямована на передачу знань у технічній сфері дуальної STEM-освіти, підготовку викладачів за програмами навчання на базі STEM, а також на підготовку навчальних планів та методології.

Серед запланованого в проєкті є створення більш універсальних освітніх траєкторій (навчальних планів) через дуальну STEM-освіту та покращення зв'язку між закладами вищої освіти і компаніями в Казахстані та Україні. Дуальне навчання в Казахстані та Україні дасть змогу студентам отримати більш відповідні знання та навички, об'єднавши п'ять конкретних дисциплін – науку, технологію, інженерію, мистецтво та математику – у цілісну парадигму навчання, що ґрунтується на застосуванні в реальному світі. Як наслідок, це надасть їм компетенції, які більше відповідають потребам компаній та реальній ситуації, і, отже, вони отримають конкурентні переваги під час влаштування на роботу. Це підвищить не тільки мотивацію студентів до навчання, а й зацікавленість компаній пропонувати стажування та стипендії студентам, які практикують подвійну освіту STEM.

Навчання на базі STEM дасть студентам можливість заповнити розрив між університетською освітою та вимогами бізнесу. Це підвищить компетенції студентів та їх конкурентоспроможність на ринку праці, а також компетентності викладачів. Крім того, дуальна освіта принесе кращу та інтенсивнішу співпрацю між промисловістю та вищою освітою і сприятиме підвищенню інноваційного потенціалу. Отже, студенти в дуальній освіті стануть каналом передавання знань та ідей від компаній до академічних кіл, і навпаки.

Реалізація проєкту дасть студентам змогу отримати численні навички (наукові, технологічні, інженерно-математичні) та знання. Реалізуючи проєкт, студенти зможуть створити базу практичних знань для входу в світ бізнесу після закінчення навчання, створити власний бізнес або стати частиною існуючої бізнес-системи. Крім того, частину успішно розроблених навичок і знань STEM-освіти планується розвинути в спеціалізовані курси, які будуть запропоновані клієнтам і компаніям на існуючому ринку праці Казахстану та України. ЗВО з понад 20 країн ЄС успішно впроваджують STEM і вже використовують позитив-

ні результати, а ця кількість та їхня взаємодія постійно збільшуються.

Результати досліджень. Дослідження стану STEM-освіти в світі та в Україні, а також прикладів застосування STEM-підходу в освітній діяльності ЧДТУ дали можливість визначити конкретні напрями роботи в проєкті:

1) сприяння розробці та коригуванню навчальних програм на основі концепції STEM відповідно до потреб промислових компаній у навчальному процесі за технологією дуальної освіти. Програми дуального навчання слугуватимуть прикладом успішної інтеграції STEM-освіти в навчальний план і мотивуватимуть інші заклади вищої освіти в Казахстані, Україні та регіоні розвивати подібні програми;

2) удосконалення компетентностей студентів за допомогою програм STEM та НВЖ шляхом отримання практичних знань відповідно до вимог ринку праці та реальних життєвих ситуацій;

3) залучення професіоналів з галузі до визначення конкретних потреб у рамках дуальної технології навчання. Це найкращий спосіб гармонізувати інтереси компаній, студентів та закладів вищої освіти;

4) передача та впровадження передового досвіду з університетів Німеччини, Сербії, Литви, які мають багаторічний досвід у дуальних програмах вищої освіти;

5) розробка посібника з дуальної методології STEM, в якому особливу увагу буде приділено комунікації між ЗВО та компаніями, комунікації між викладачами та студентами, а також ролі професіоналів у навчальному процесі;

6) розробка методології для модифікації та перебудови існуючих навчальних планів бакалавра та магістра в технічній галузі для впровадження в практичну інтегровану дуальну парадигму. Ця методологія допоможе іншим ЗВО інтегрувати дуальну освіту у свої навчальні програми;

7) забезпечення безперервного використання результатів, пропонуючи технологію дуальної STEM-освіти іншим навчальним закладам і підприємствам. Результати проєкту повинні буди стійкими і тривати після завершення проєкту, слугуючи прикладом і мотивацією для інших ЗВО впроваджувати дуальну освіту в свої навчальні програми;

8) поширення результатів проєкту та стимулювання створення більшої кількості

дуальних програм STEM у Казахстані та Україні. Проект використовуватиме різноманітні засоби комунікації та розповсюдження, такі як семінари, конференції, вичерпні та привабливі друковані та відеоматеріали, виступи на телебаченні та радіо, регулярні прес-релізи, інформаційні бюлетені, веб-сайт, розповсюдження через ЗМІ, соціальні мережі тощо. Проект підтримуватиме свій веб-сайт, щоб усі бенефіціари завжди могли бути проінформовані про актуальні заходи та результати проекту. Веб-сайт проекту працюватиме щонайменше п'ять років після його завершення, а інформація на сайті буде доступна англійською, казахською та українською мовами. Дуальні програми на базі STEM освітніх рівнів бакалавра та магістра з усіма його елементами (навчальний план, викладачі, студентська інформація тощо) матимуть власні веб-сторінки;

9) створення основи для майбутньої дуальної STEM-освіти та програм НВЖ.

Обговорення результатів. Роль ЧДТУ в проекті полягає в створенні та зміцненні трикутника знань в університеті та розширенні компетентностей студентів у сфері STEM, а також у розвитку регіонального та міжнародного партнерства. Основним завданням ЧДТУ в цьому проекті є вивчення та узагальнення передового європейського досвіду формування та зміцнення трикутника знань, а також визначення шляхів його впровадження в Україні, розробка на основі отриманих результатів та знань власних процедур і механізмів за такими напрямками: посилення процесів передачі технологій між персоналом і нарощування технічного потенціалу; створення STEM-культури в університеті та регіоні шляхом запровадження діяльності STEM у навчальних програмах та поза їх межі; підвищення ролі університетів у регіональному розвитку в Україні. ЧДТУ планує бути провідною організацією в першому робочому пакеті за такими напрямками діяльності:

- 1) аналіз/перегляд поточних навчальних планів у цільовій сфері;
- 2) розвиток результатів навчання та компетентностей;
- 3) спільна IT-платформа для розробки навчальних програм;
- 4) розробка та реалізація програми підвищення кваліфікації вчителів загальноосвітньої школи, спрямованої на STEM-освіту;

- 5) оновлення освітніх програм «Аналіз даних (DATA SCIENCE) та комп'ютерна статистика», «Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерні науки та прикладне програмування», «Комп'ютерні системи і мережі», «Системне програмування», «Робототехнічні системи та автоматизація» з використанням методології STEM.

ЧДТУ також братиме участь у всіх інших робочих пакетах.

Висновки. Аналіз стану та розвитку STEM-освіти в США, Європі та Україні дає можливість стверджувати, що питання STEM-освіти наразі є надзвичайно актуальним. З одного боку, економіка має велику потребу у фахівцях STEM-напрямів, а з другого – STEM-освіта надає випускникам гарні перспективи в пошуку роботи та побудові кар'єри. У розвинених країнах пройдено певний шлях і напрацьовано певний багаторічний досвід організації STEM-освіти. В Україні сьогодні розвитку STEM-освіти також приділяється значна увага. Напрацьовано розгалужену нормативно-правову базу, методичні матеріали.

Реалізація проекту за рахунок співпраці з вітчизняними та закордонними ЗВО, компаніями та іншими зацікавленими сторонами дасть змогу розробити усталену дуальну програму навчання на основі STEM з міжнародною орієнтацією в закладах України та Казахстану.

Проект повинен забезпечити основу для підвищення людського та інфраструктурного потенціалу, необхідного для досягнення його мети, шляхом підготовки викладачів, придбання програмного забезпечення та обладнання, співпраці між університетами, а також співпраці з неакадемічними партнерами та компаніями для передачі знань і досвіду.

Список використаних джерел

- [1] Інститут модернізації змісту освіти, "STEM-освіта", 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita>. Дата звернення: Лист. 5, 2021.
- [2] Elaine J. Hom, "What is STEM education?", *livescience.com*, Feb. 12, 2014. [Online]. Available: <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>. Accessed on: Oct. 28, 2021.

- [3] U.S. Department of Education, "Science, technology, engineering, and math, including computer science", 2021. [Online]. Available: <https://www.ed.gov/stem#funding-opps>. Accessed on: Oct. 28, 2021.
- [4] U.S. Department of Education, "Progress report on the implementation of the federal stem education strategic plan", 2021. [Online]. Available: <https://www.ed.gov/sites/default/files/documents/stem/2020-stem-progress-report.pdf>. Accessed on: Nov. 2, 2021.
- [5] University Nebraska Omaha, "STEM academics", 2021. [Online]. Available: <https://www.unomaha.edu/academics/academic-focus-areas/stem.php>. Accessed on: Nov. 4, 2021.
- [6] Horizon 2020, "Science education", 2021. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-education>. Accessed on: Oct. 21, 2021.
- [7] European Parliament, "Encouraging STEM studies. Labour market situation and comparison of practices targeted at young people in different member states", March 2015. [Online]. Available: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU\(2015\)542199_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2015)542199_EN.pdf). Accessed on: Oct. 21, 2021.
- [8] EU STEM Coalition, "EU's main network of national STEM platforms", 2021. [Online]. Available: <https://www.stemcoalition.eu>. Accessed on: Oct. 21, 2021.
- [9] Верховна Рада України, Законодавство України, "Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації" від 17 січ. 2018 р. № 67-р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text>. Дата звернення: Лист. 2, 2021.
- [10] Верховна Рада України, Законодавство України, "Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти "Нова українська школа" на період до 2029 року" від 14 груд. 2016 р. № 988-р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#n8>. Дата звернення: Лист. 2, 2021.
- [11] Верховна Рада України, Законодавство України, "Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)" від 5 серп. 2020 р. № 960-р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>. Дата звернення: Лист. 2, 2021.
- [12] Верховна Рада України, Законодавство України, "Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року" від 13 січ. 2021 р. № 131-р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Text>. Дата звернення: Лист. 3, 2021.
- [13] Hryhoriy Zaspа, and Olena Danchenko, "Cooperation with IT companies at Cherkasy State Technological University", in *Proc. 20th EAEEIE Annual Conf. Innovation in Education for Electrical and Information Engineering*. Valencia, Spain, 2009. [CD-ROM].
- [14] Ю. В. Триус, Г. О. Заспа, О. С. Кожем'якін, та А. В. Аширова, "Інформаційно-аналітична система підтримки освітньої діяльності структурних підрозділів закладів вищої освіти", *Вісник Черкаського державного технологічного університету*, № 4, с. 27-38, 2020.
- [15] Г. О. Заспа, А. В. Аширова, О. С. Кожем'якін, та Ю. В. Триус, "Моделювання та проектування інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності університету", на *V Міжнар. наук.-практ. конф. Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2020)*: тези доп. Черкаси, 2020.
- [16] Інжинірингова школа Noosphere, "Підтримуємо студентів і молодих фахівців України у створенні інноваційних продуктів і стартапів", 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://noosphereengineering.com>. Дата звернення: Лист. 1, 2021.

References

- [1] Institute for Educational Content Modernization, "STEM education", 2021. [Online]. Available: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita>. Accessed on: Nov. 5, 2021. [in Ukrainian].
- [2] Elaine J. Hom, "What is STEM education?", *livescience.com*, Feb. 12, 2014. [Online]. Available: <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>. Accessed on: Oct. 28, 2021.
- [3] U.S. Department of Education, "Science, technology, engineering, and math, including computer science", 2021. [Online]. Available: <https://www.ed.gov/stem#funding-opps>. Accessed on: Oct. 28, 2021.
- [4] U.S. Department of Education, "Progress report on the implementation of the federal stem education strategic plan", 2021. [Online]. Available: <https://www.ed.gov/sites/default/files/documents/stem/2020-stem-progress-report.pdf>. Accessed on: Nov. 2, 2021.
- [5] University Nebraska Omaha, "STEM academics", 2021. [Online]. Available: <https://www.unomaha.edu/academics/academic-focus-areas/stem.php>. Accessed on: Nov. 4, 2021.
- [6] Horizon 2020, "Science education", 2021. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-education>. Accessed on: Oct. 21, 2021.
- [7] European Parliament, "Encouraging STEM studies. Labour market situation and comparison of practices targeted at young people in different member states", March 2015. [Online]. Available: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU\(2015\)542199_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2015)542199_EN.pdf). Accessed on: Oct. 21, 2021.
- [8] EU STEM Coalition, "EU's main network of national STEM platforms", 2021. [Online]. Available: <https://www.stemcoalition.eu>. Accessed on: Oct. 21, 2021.
- [9] Verkhovna Rada of Ukraine, Legislation of Ukraine, "Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the Concept of development of the digital economy and society of Ukraine for 2018-2020 and approval of the action plan for its implementation" dated on Jan. 17, 2018, no. 67-p. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text>. Accessed on: Nov. 2, 2021 [in Ukrainian].
- [10] Verkhovna Rada of Ukraine, Legislation of Ukraine, "Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the Concept of implementation of state policy in the field of reforming general secondary education "New Ukrainian School" until 2029" dated on Dec. 14, 2016, no. 988-p. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#n8>. Accessed on: Nov. 2, 2021 [in Ukrainian].
- [11] Verkhovna Rada of Ukraine, Legislation of Ukraine, "Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the Concept of development of natural and mathematical education (STEM-education)" dated on Aug. 5, 2020, no. 960-p. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>. Accessed on: Nov. 2, 2021 [in Ukrainian].
- [12] Verkhovna Rada of Ukraine, Legislation of Ukraine, "Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the action plan for the implementation of the Concept of development of natural and mathematical education (STEM-education) until 2027" dated on Jan. 13, 2021, no. 131-p. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Text>. Accessed on: Nov. 3, 2021 [in Ukrainian].
- [13] Hryhoriy Zaspа, and Olena Danchenko, "Cooperation with IT companies at Cherkasy State Technological University", in *Proc. 20th EAEEIE Annual Conf. Innovation in Education for Electrical and Information Engineering*. Valencia, Spain, 2009. [CD-ROM].
- [14] Yu. V. Tryus, H. O. Zaspа, O. S. Kozhemiakin, and A. V. Ashyrova, "Information and analytical system for educational activities support of structural divisions of higher education institutions", *Visnyk Cherkaskogo derzhavnogo tekhnolohichnogo universytetu*, no. 4, pp. 27-38, 2020 [in Ukrainian].
- [15] H. O. Zaspа, A. V. Ashyrova, O. S. Kozhemiakin, and Yu. V. Tryus, "Modeling

and design of information and analytical system for support of university educational activities", in *Proc. V Int. Sci. and Pract. Conf. Information technologies in education, science and technology (ITEST-2020)*. Cherkasy, 2020 [in Ukrainian].

[16] Noosphere Engineering School, "Supporting students and young professionals of Ukraine in creating innovative products and startups", 2021. [Online]. Available: <https://noosphereengineering.com>. Accessed on: Nov. 1, 2021. [in Ukrainian].

E. V. Faure, *Dr. Tech. Sc., Professor*,

e-mail: e.faure@chdtu.edu.ua

H. O. Zaspа, *Ph. D.*,

e-mail: g.zaspa@chdtu.edu.ua

S. V. Sysoienko, *Ph. D.*

e-mail: s.sysoienko@chdtu.edu.ua

Cherkasy State Technological University

Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

IMPLEMENTATION OF STEM EDUCATION IN EDUCATIONAL PROGRAMS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS THROUGH COOPERATION WITH ENTERPRISES AND COMPANIES

The aim of the article is to formulate the basis for the project proposal under the European Union's Erasmus + grant program "STEM education in higher education institutions of Kazakhstan and Ukraine". Tasks to be solved within the research: to study the state of STEM education in the world and in Ukraine; to study examples of application of STEM approach in Cherkasy State Technological University; on the basis of the study and experience at the university to formulate proposals for the development of STEM education in Ukraine, which can be included in the Erasmus + grant application project.

Analysis of the state and development of STEM education in the United States, Europe and Ukraine makes it possible to say that the issue of STEM education is extremely relevant today. Economics is in great need of STEM specialists, on the one hand, and STEM education provides graduates with good prospects in finding a job and building a career, on the other hand. In developed countries, a certain path has been traversed and some long-term experience in organizing STEM education has been gained. In Ukraine, much attention is also paid to the development of STEM education. A sufficiently extensive regulatory framework and methodological materials have been developed.

Cherkasy State Technological University, as part of a consortium of universities from Europe, Ukraine and Kazakhstan, is participating in the preparation of a grant application for funding for a project under the EU-Erasmus + program. The project aims to develop a well-established dual STEM-based curriculum with international orientation in Ukraine and Kazakhstan through cooperation with companies and other stakeholders (the program will be based on cooperation with institutions from Serbia, Germany and Lithuania) and become a leader of STEM education in their regions. The project provides a basis for enhancing the human and infrastructural capacity needed to achieve this goal by training teachers, purchasing software and equipment, collaborating between universities, and collaborating with non-academic partners and companies and transferring knowledge and experience. It is planned to be implemented on the basis of three universities in Ukraine and Kazakhstan. The development of bachelor's or master's degree programs based on STEM education and lifelong learning programs will be carried out by transferring knowledge from higher education institutions from Erasmus + program countries (Germany, Serbia, Germany) to Ukrainian and Kazakh colleagues.

Keywords: *Erasmus +, higher education, international cooperation, dual education, exact sciences.*

Стаття надійшла 20.11.2021

Прийнято 20.12.2021