

УДК 378.147.88

Олійник Віктор Васильович

доктор педагогічних наук, професор,
дійсний член Національної академії педагогічних наук України (академік), радник Ректора
ДЗВО «Університет менеджменту освіти» НАПН України, м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-2576-0722
vikt.oliyник@gmail.com

Самойленко Олександр Миколайович

доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри інформаційних систем і технологій
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-6440-9310
samoilenkoan@outlook.com

Бацуровська Ілона Вікторівна

доктор педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна
ORCID ID 0000-0002-8407-4984
batsurovska_ilona@outlook.com

Доценко Наталія Андріївна

доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін
Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна
ORCID ID 0000-0003-1050-8193
dotsenkona@outlook.com

STEM-ОСВІТА В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ

Анотація. У статті розглянуті перспективні напрямки STEM-освіти в системі підготовки майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища. Окреслено сучасні професії, що закладають в основу проєктну та дослідницьку діяльність, реалізацію завдань моделювання різноманітних процесів і явищ та усвідомлене формування якісно нових трансдисциплінарних знань. Визначено необхідність використання STEM-орієнтованих навчальних програм у закладах вищої освіти. На основі поняття STEM-освіти визначено, якими фаховими компетентностями повинен володіти майбутній інженер. У якості впровадження елементів STEM-освіти для підготовки здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей запропоновано виконання STEM-проєктів, метою яких є створення конструктивного вдосконалення машини або механізму. Представлена схема впровадження елементів STEM-освіти для підготовки майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища. Досліджені міжпредметні зв'язки при виконанні STEM-проєктів здобувачами вищої освіти інженерних спеціальностей. Визначено набір математичних та інженерних навичок для виконання STEM-проєктів здобувачами вищої освіти інженерних спеціальностей в умовах зазначеного середовища. Для використання елементів STEM-освіти під час виконання проєкту завдання для майбутнього інженера формуються з урахуванням розрахункової, проєктної та наукової складових. Схема впровадження елементів STEM-освіти під час виконання майбутніми інженерами завдань в умовах інформаційно-освітнього середовища повинна мати такі етапи: вибір технічного або технологічного процесу та креслення технологічної схеми, пропозиція щодо конструктивного впровадження елемента, розрахунок вдосконаленого елемента, креслення конструктивного вдосконалення, створення презентації та тестових завдань. Зазначено, що підсумки виконання проєктів з використанням елементів STEM-освіти в умовах інформаційно-освітнього середовища доцільно обговорити на конференціях чи вебінарах, представляючи презентацію свого проєкту та створюючи тестові тренажери.

Ключові слова: STEM-освіта; здобувачі вищої освіти; інформаційно-освітнє середовище; майбутні інженери.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. У сучасному світі спостерігається динаміка об'єднання професіоналів і провідних діячів у галузі освіти. Проблема дефіциту інженерних кадрів і залучення талановитої молоді є актуальною для системи підготовки сучасного фахівця. У найближчому майбутньому у світі зросте потреба в ІТ-фахівцях, програмістах, інженерах, індустріальних дизайнерах, фахівцях високотехнологічних виробництв та ін. У зв'язку з появою професій, які пов'язані з технологією і високотехнологічним виробництвом на стику з природничими науками, майбутнім фахівцям необхідна ґрунтовна і всебічна підготовка, знання з різних освітніх галузей природничих наук, технологій, інженерії, математики. Одним із шляхів подолання цієї проблеми може бути впровадження елементів STEM-освіти в систему підготовки майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища.

Технічний прогрес не стоїть на місці, тому сучасні висококваліфіковані інженерні кадри завжди є бажаними. Під час навчання на інженерних спеціальностях майбутні фахівці опановують технічні та інженерні навички, працюють зі спеціалізованими програмними засобами та обладнанням. Але дуже важливо забезпечити майбутнім інженерам сучасні методики навчання, набір інструментарію для їх реалізації в умовах інформаційно-освітнього середовища. Майбутні інженери потребують не лише опанування набором технічних знань та вмінь, але й розвитку інженерної думки, що може забезпечити впровадження STEM-освіти. Але питання, як подавати такі технології для здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей в умовах інформаційно-освітнього середовища, є недостатньо розглянутим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Учені В. Биков [1], Р. Гуревич, М. Кадемія, М. Шевченко [2] та ін. досліджували впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у систему освіти та організацію дистанційного навчання в закладах вищої освіти. У працях Н. Копняк, Г. Корицької, С. Литвинової, Ю. Носенко [3] та ін. розглядалися питання інтеграції в навчальний процес хмаро орієнтованих середовищ. Учені В. Жук, О. Соколюк, Н. Дементієвська, О. Пінчук [4] та ін. працювали над питаннями створення інформаційно-освітнього середовища закладу освіти. Н. Балик, Г. Шмигер та ін. досліджували сучасні підходи STEM в освіті [5]. Дослідниця Г. Смерека розглядала основні завдання STEM-освіти при підготовці школярів [6]. Питаннями допрофесійної підготовки, інтегрованого навчання, використання міждисциплінарних зв'язків як основної складової STEM-освіти займалися дослідники Т. Журавель та Н. Соколова [7], ін. Учені І. Мороз, Г. Сакунова зазначали, що при підготовці вчителів природничо-математичних дисциплін необхідно вводити спеціальні навчальні дисципліни, які охоплюють методологію STEM [8]. Міністерство освіти і науки України надало рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти [9], але на сьогодні не створено нормативних документів, які б регулювали впровадження технологій STEM-освіти в закладах вищої освіти, особливо це важливо для підготовки майбутніх інженерів.

Дослідники Б. Морріс, В. Оуенс, К. Еленборген розробили додаток STEMwhere, для вимірювання чотирьох неформальних наукових опор на навчання: інтерес, залучення, особистість та постановка цілей. Протягом 2 місяців 26 дітей віком 7–14 років використовували додаток для реєстрації на STEM-заходи та можливість відповісти на вісім питань щодо кожної діяльності. Результати продемонстрували, що більшість заходів STEM відбуваються у контексті позааудиторної роботи, часто складаються з практичних заходів, що дозволяє припустити, що самостійна робота надає більше можливостей для занять у контексті інженерної освіти [10].

Учені Ю. Лі, А. Шоненфельд представили методику TRU Math Framework, яка визначає основні виміри, за якими можна охарактеризувати потужне середовище в класі: математика; пізнавальний попит; рівноправний доступ; право власності та формуюча оцінка. У ході дослідження було зазначено, що математику можна замінити на іншу STEM дисципліну [11]. Стефані М. Стеле та Ерін Е. Пітерс-Бертон дослідили навчальні плани, зібрані в інклюзивних середніх школах STEM та зробили висновок, що інклюзивні середні школи STEM пропонують умови, які підтримують розвиток навичок XXI століття та зазначили, що ще можна зробити в галузі професійного розвитку вчителів [12]. Аннемі Струйф, Хайді Лу Луф, Джерел Боу-де-По та Пітер Ван Петегем досліджували, як змінюється освітній процес у різних навчальних середовищах STEM (наука, технології, інженерія, математика). Результати їх дослідження показали, що навчальне середовище, у якому застосовується підхід iSTEM (інтегрований підхід STEM), підтримує залучення здобувачів освіти. Було відзначено, що інтегративний аспект та використання справжніх реальних проблем в iSTEM можуть також залучати до навчального середовища STEM, оскільки це полегшує науково-педагогічним працівникам загальний підхід, орієнтований на здобувачів [13]. Аналіз окреслених аспектів дозволяє зробити висновок, що в контекст інженерної освіти доцільно інтегрувати освітні підходи. Такий інтегральний підхід розширює можливості набуття компетентностей у контексті інформаційно-освітнього середовища та надає можливість самостійного вибору індивідуальної траєкторії навчання.

Щоб STEM-освіта мала максимальний вплив, студенти повинні мати можливість аналізувати дані, підтримувати висновки з доказами, а також розглядати альтернативні аргументи та точки зору. STEM – це спосіб викладання кожного предмета; потрібні правильні стратегії для персоналізації навчання. Принцип і пріоритет – виховувати особистостей, які зможуть самостійно вирішувати проблеми, зокрема інженерного характеру [14].

У ході аналізу останніх досліджень і публікацій було виявлено, що: на сьогодні не створено документації, що б регулювала впровадження та розвиток STEM у закладах вищої освіти; недостатньо описані методики підготовки науково-педагогічних працівників, які б використовували елементи STEM-освіти у своїй діяльності; недостатньо уваги приділено розвитку STEM у закладах вищої освіти для підготовки майбутніх інженерів; не описані методики викладання дисциплін з використанням елементів STEM-освіти в умовах інформаційно-освітнього середовища.

Мета статті полягає у впровадженні STEM-освіти в систему підготовки майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Акронім STEM утворений від слів: природничі науки (Science), сучасні технології (Technology), інжиніринг (Engineering), та математика (Mathematics) [15]. До завдань STEM-освіти можна додати забезпечення конкурентоспроможності випускників на сучасному ринку праці, їх здатності і готовності до розв'язання комплексних задач (проблем) та критичного мислення. У контексті аналізу наукової літератури можна сформулювати структуру конкурентоспроможності інженерів на сучасному ринку праці (рис. 1). Розвиток робототехніки, 3D-інженерних систем комп'ютерного моделювання та проектування вимагають розробки технологій STEM-освіти в Україні в контексті підготовки майбутніх інженерів. Структура конкурентоспроможності інженерів на сучасному ринку праці закладає основу розв'язання комплексних задач. Комплексний підхід до їх розв'язання потребує розвитку у майбутніх інженерів критичного мислення, творчості та креативності. Творча особистість здатна до когнітивної

гнучкості, яка підводить до співпраці. Співпраця може здійснюватися у великих та малих групах, що передбачає використання елементів управління в мікро- і макрогрупах та суміш виконання завдань, обговорення, комунікацію, співробітництво. І в такому контексті майбутній інженер здатний до здійснення інноваційної діяльності.

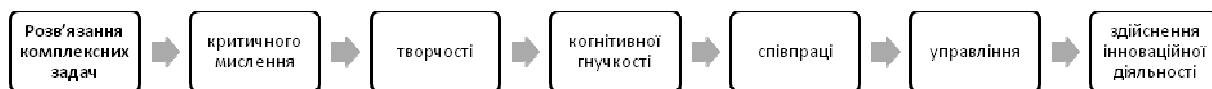


Рис.1. Структура конкурентоспроможності інженерів на сучасному ринку праці

Протягом 2017–2020 років набувають популярності гнучкі дисплеї, блокчейни, машинне навчання. У ході аудиторних занять на початковому та університетському рівнях відбулась інтеграція використання персональних комп'ютерних та планшетних технологій з навчанням. Окрім того, слід згадати використання таких підходів, як-от: гейміфікація та альтернативні або занурювальні середовища. Велика зацікавленість курсами з математики та природничих наук є тенденцією, яка закладається в нестандартні педагогічні продукти STEM-освіти та встановлює змістовні пріоритети щодо можливостей здобувачів освіти займатись наукою, технікою, інженерією та математикою в аудиторії та реальним світом [16].

STEM-орієнтовані навчальні програми в закладах освіти мають враховувати, що здобувач освіти стає не споживачем, а замовником знань, а викладач наставником, який допомагає пояснити, як використовувати потенціал кожної технології для власної користі й користі суспільства [17]. Особливістю STEM-освіти є те, що провідною основою занять є практичні завдання. Для повноцінної реалізації такого підходу обов'язковими є наявність різноманітних практичних завдань інженерного напрямку [18], які можуть включати в себе наявність 3D-принтерів, наборів навчальної електроніки, голографічної фото-відео студії та інших сучасних технічних засобів у реальному та віртуальному світі. Доцільним є створення інформаційно-освітнього середовища, яке здатне містити в собі безліч STEM-завдань та надає можливість поєднати наукові напрямки.

Інтегровані заняття STEM-навчання спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків, що сприяють формуванню цілісного, системного світогляду, актуалізації особистісного ставлення до питань, що розглядаються на занятті. Інтегровані заняття можна проводити двома шляхами – через систему інтеграції схожої тематики кількох навчальних предметів та через формування інтегрованих курсів або окремих спецкурсів шляхом об'єднання навчальних програм таких курсів.

Проблема дефіциту інженерних кадрів і залучення талановитої молоді до вивчення інженерних дисциплін актуальна в системі підготовки сучасного фахівця. Поглиблення знань про інноваційні технології навчання сприяє формуванню та розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей здобувачів освіти, здатності творчо мислити, аналізувати, проектувати. Підготовка майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища передбачає підготовку професіонала, який зможе створювати нову апаратуру, сучасні пристрої та технології і впроваджувати їх у виробничий процес. Тому фахівцям майбутнього необхідна ґрунтовна і всебічна підготовка, знання з різних освітніх галузей природничих наук, технології, інженерії, математики.

STEM-освіта – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує здобувачів до успішного працевлаштування, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять [19]. STEM-освіта – це ряд навчальних програм, які формують навички та вміння, що будуть

важливими для них у процесі працевлаштування, і передбачає орієнтацію на виконання практичних задач у процесі навчання з використанням сучасних інформаційних технологій [20]. STEM-освіта визначається як педагогічна технологія формування і розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей здобувачів освіти, рівень яких визначає конкурентну спроможність особистості на сучасному ринку праці. У вузчому розумінні: через STEM-підхід до навчання здійснюється інтеграція змісту і методології природничих наук, технологій, інженерії та математики і логічного мислення у співпраці та дослідженнях [21]. Ефективним засобом формування фахових компетентностей є проєктна діяльність. Виконання STEM-проєктів передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність учнів, спрямовану на отримання самостійних результатів під керівництвом тьютора. STEM-проєкт – це спосіб досягнення цілі шляхом детальної розробки проблеми, що завершується реальним практичним результатом. Викладач здійснює супровід проєкту і спонукає до пошукової діяльності, допомагає у визначенні мети, завдань проєкту, орієнтовних методів/прийомів дослідницької діяльності та пошуку інформації для розв'язання окремих навчально-пізнавальних завдань. Реалізація STEM-проєкту сприяє формуванню соціальних компетентностей, дозволяє пройти технологічний алгоритм від виявлення проблеми, зародження ідеї до створення продукту, а також навчитися презентувати його [22].

Специфіка організації навчального процесу при підготовці майбутніх інженерів, потреба у підвищенні ефективності освітнього процесу, реалізація принципів індивідуального підходу в навчанні змушують відводити особливе місце набуттю практичних інженерних навичок. Інтенсивний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє переглянути основні підходи до підготовки майбутніх інженерів. Майбутні інженери під час навчання мають специфічні потреби, які об'єднують набуття фахових компетенцій та формування інженерної думки. Реалізацію цих потреб забезпечує поєднання навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища та впровадження елементів STEM-освіти в систему підготовки фахівців інженерних спеціальностей. Для набуття фахових компетентностей в умовах інформаційно-освітнього середовища викладач закладає компетенції під час формувань завдань курсу. Для виконання робіт з елементами STEM-освіти в умовах інформаційно-освітнього середовища створені завдання для здобувачів вищої освіти містять розрахункову, проєктну, наукову складові.

В основі підготовки майбутніх інженерів знаходиться здійснення проєктної та дослідницької діяльності, реалізація завдань моделювання різноманітних процесів і явищ та усвідомлене формування якісно нових трансдисциплінарних знань [23]. На рис.2 представлені особливості STEM-освіти в системі підготовки майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища, до яких належать:

- ✓ забезпечення розвитку фахових компетенцій, що сприяють формуванню творчих і технічних здібностей, продуктивного та критичного мислення;
- ✓ розвиток інтелектуальних здібностей та мотивації до розвитку інженерних здібностей;
- ✓ поглиблення знань здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей із природничо-математичних дисциплін;
- ✓ залучення майбутніх інженерів до науково-дослідної діяльності;
- ✓ розвиток інженерно-технічного мислення;
- ✓ формування уявлень про властивості й відносини об'єктів довкілля, особливості природи, різноманіття технічних можливостей країн світу тощо.



Рис.2. Особливості STEM-освіти в системі підготовки майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища

Провідним завданням майбутнього інженера є здатність навчатись та сприймати зміни, а не самі знання, частина яких нині стає застарілою. STEM-підхід дозволяє виховати гнучкість та критичне, практично орієнтоване мислення, У розрізі впровадження елементів STEM-освіти при підготовці майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища необхідно виконати проєкт щодо створення конструктивного вдосконалення певної інженерної конструкції. Для виконання проєкту необхідно мати знання з наступних дисциплін: інженерна та комп'ютерна графіка, механіка матеріалів і конструкцій, теоретична механіка, теорія механізмів і машин, технологія виробництва продукції, машини та обладнання, володіти навичками математичного моделювання та аналізу, мати досвід роботи з програмним забезпеченням: AutoCAD, MathCAD, MicrosoftOffice, Outlook (рис.3). Результати виконання проєктів з елементами елементів STEM-освіти обговорюються під час круглих столів та конференцій.



Рис.3. Міжпредметні зв'язки для виконання STEM-проєктів в умовах інформаційно-освітнього середовища при підготовці майбутніх інженерів

Після реєстрації на курс в умовах інформаційно-освітнього середовища здобувачі вищої освіти інженерних спеціальностей виконують завдання з елементами STEM-освіти. Декілька таких завдань можуть мати спільну мету, але бути різними за сутністю (розрахунок, креслення, розробка конструктивного вдосконалення). Отже, формуються проекти з елементами STEM-освіти. Схема впровадження таких проектів при підготовці майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища представлена на рис.4.

1. Вибір технологічного процесу. Креслення технологічної схеми.	<input type="checkbox"/>
1. Вибір технологічного процесу. Креслення технологічної схеми.	<input type="checkbox"/>
2. Пропозиція щодо конструктивного впровадження машини, що виконує певний етап технологічного процесу.	<input type="checkbox"/>
2. Пропозиція щодо конструктивного впровадження машини, що виконує певний етап технологічного процесу.	<input type="checkbox"/>
3. Розрахунок вдосконаленого елемента.	<input type="checkbox"/>
3. Розрахунок вдосконаленого елемента.	<input type="checkbox"/>
4. Креслення вдосконаленого елемента.	<input type="checkbox"/>
4. Креслення вдосконаленого елемента.	<input type="checkbox"/>
5. Створення презентації та тестових завдань	<input type="checkbox"/>
5. Створення презентації та тестових завдань	<input type="checkbox"/>

Рис. 4. Схема впровадження елементів STEM-освіти під час виконання завдань майбутніми інженерами в умовах інформаційно-освітнього середовища

Підсумки виконання проектів з елементами STEM-освіти в умовах інформаційно-освітнього середовища майбутні інженери обговорюють на конференціях чи круглих столах, представляючи презентацію свого проекту та створюючи тестові тренажери на профілі в інформаційно-освітньому середовищі. Кожен етап проекту з елементами STEM-освіти реалізується майбутнім інженером за допомогою відповіді на завдання в умовах інформаційно-освітнього середовища. Зважаючи на орієнтацію на компетентнісний підхід у сучасній освіті, під час формування завдань для проекту з використанням STEM-освіти в умовах інформаційно-освітнього середовища необхідно закласти компетенції для кожного завдання. Компетенції в умовах інформаційно-освітнього середовища вибираються з репозиторію компетентностей [24]. Запропоновані основні типи завдань для виконання таких проектів для здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей.

1. Вибір технічного або технологічного процесу. Креслення технологічної схеми. Із запропонованого нижче списку необхідно обрати технологічний процес та накреслити технологічну схему. Список тем надається викладачем. Схеми виконуються в системі AutoCAD на форматі A1. Виконані етапи проекту з елементами STEM-освіти необхідно завантажити як відповідь на завдання в умовах інформаційно-освітнього середовища.

2. Пропозиція щодо конструктивного впровадження елементу. Обрати етап технологічного процесу та машину, що здійснює дану технологічну операцію. Виконати патентний пошук та на його основі запропонувати конструктивне вдосконалення машини. Створити доповідь, вказати посилання на патент або авторське свідоцтво, створити документ Word.

3. Розрахунок вдосконаленого елементу. Виконати типовий розрахунок вдосконаленого елементу. Розрахувати підвищення продуктивності або економію матеріалу, що здійснюється за рахунок вдосконалення.

4. Креслення вдосконаленого елементу. Необхідно накреслити схему вдосконаленого елементу в системі AutoCAD. Виконане завдання необхідно завантажити на Outlook OneDrive, (можливо збереження креслення та завантаження у форматі PDF), звідки взяти код впровадження та завантажити як відповідь на завдання.

5. Створення презентації та тестових завдань. Створити презентацію, яка містить креслення технологічної схеми, доповідь щодо конструктивного вдосконалення, розрахунки, креслення конструктивного вдосконалення. Завантажити презентацію в інформаційно-освітнє середовище, створити у своєму профілі тестовий тренажер згідно до презентації, ознайомитись із презентаціями інших здобувачів вищої освіти та пройти тестові навчальні тренажери. На рис.5 зображена схема підсумкових матеріалів, які необхідно представити у вигляді виконаних завдань в умовах інформаційно-освітнього середовища.

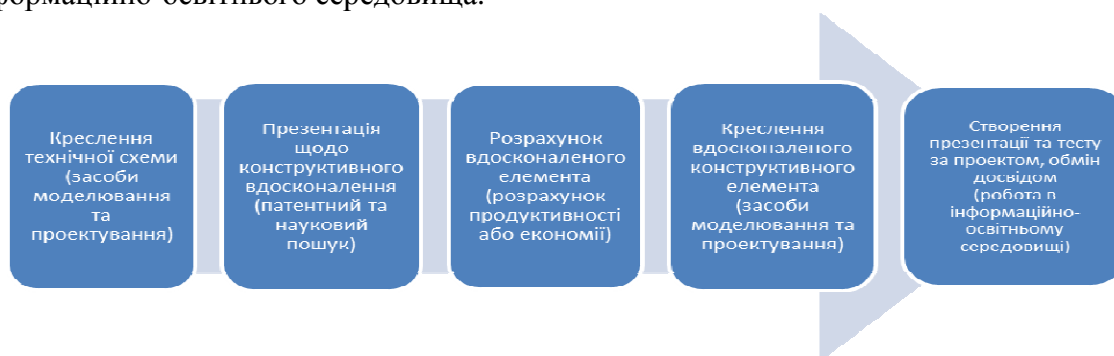


Рис.5. Схема підсумкових матеріалів, які необхідно представити у вигляді виконаних завдань в умовах інформаційно-освітнього середовища

Підсумкові матеріали, що представлені у вигляді виконаних завдань в умовах інформаційно-освітнього середовища передбачають креслення технологічної схеми зокрема засобами моделювання і проектування. Креслення супроводжується презентацією конструктивного вдосконалення, яке закладає в основу патентні та наукові пошуки майбутніх інженерів. Підсумкові матеріали мають враховувати розрахунок удосконаленого елемента з урахуванням його продуктивності та економії та креслення вдосконаленого конструктивного елемента. На основі окреслених конструктивів майбутні інженери мають створити та представити в умовах інформаційно-освітнього середовища презентацію та тест за проектом та обмінятись отриманим досвідом.

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Упровадженні STEM-освіти в систему підготовки майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища сприяє формуванню інженерного та творчого мислення та набуттю фахових компетентностей. STEM-освіта в системі підготовки майбутніх інженерів є одним із сучасних напрямків розвитку української освітньої

системи. В умовах інформаційно-освітнього середовища вона дає можливість реалізувати інтегрований підхід до навчання, формувати фахові компетентності. У ході впровадження елементів STEM-освіти посилюється дослідний і науково-технологічний потенціал майбутніх інженерів, розвиваються навички критичного, інноваційного та творчого мислення. Провідним завданням майбутнього інженера є здатність вчитись та сприймати зміни, а не самі знання, які нині стають застарілими. Підхід на основі використання STEM-освіти закладає в систему підготовки гнучкість та критичне, практично орієнтоване мислення. Для набуття здобувачами вищої освіти інженерних спеціальностей фахових компетентностей в умовах інформаційно-освітнього середовища викладач закладає компетенції під час формувань завдань курсу. Для використання STEM-освіти під час виконання проєкту для майбутнього інженера створені завдання містять розрахункову, проєктну і наукову складові. Здобувачі вищої освіти інженерних спеціальностей під час навчання мають специфічні потреби, які об'єднують набуття фахових компетенцій та формування інженерної думки, що забезпечує поєднання навчання майбутніх інженерів в умовах інформаційно-освітнього середовища та виконання проєктів із використанням STEM-освіти. Упровадження STEM-освіти потребує подальшої апробації та методичного забезпечення. Перспективами подальших досліджень можуть бути рекомендації стосовно покращення контенту завдань для проєктів із застосуванням STEM-освіти на основі пройденого майбутніми інженерами анкетування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] В. Ю. Биков. *Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія*. К. : Атіка, 2008.
- [2] Р. С. Гуревич, М. Ю. Кадемія, Л. С. Шевченко. *Інформаційні технології навчання: інноваційний підхід: навчальний посібник*. Вінниця : Планер, 2013.
- [3] Н. Копняк, Г. Корицька, С. Литвинова, Ю. Носенко. *Моделювання й інтеграція сервісів хмаро орієнтованого навчального середовища: монографія*. К. : Компринт, 2015.
- [4] Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, Н. П. Дементієвська, О. П. Пінчук. *Організація навчальної діяльності у комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі: посібник*. К. : Педагогічна думка, 2012.
- [5] Н. Р. Балік, Г. П. Шмигер. Підходи та особливості сучасної STEM освіти. *Фізико-математична освіта: науковий журнал*, випуск 2(12), С.26-30, 2017.
- [6] Г. І. Смерека. "Завдання і умови впровадження STEM-освіти". *STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес, м. Тернопіль*, С.49-52, 2017.
- [7] Т. О. Журавель, Н. О. Соколова. Інтегроване навчання – основний складник STEM-освіти, *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. № 12 (55), С.32-34. 2016.
- [8] Г. В. Сакунова, І. О. Мороз. STEM-освіта: зарубіжний досвід та перспективи розвитку в Україні. *Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка: наукові записки, серія: педагогічні науки*, випуск 168, С.204-208, 2019.
- [9] Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти на 2018/2019 навчальний рік. [Електронний ресурс]. Доступно: http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/61444/
- [10] B.J. Morris, W. Owens, K. Ellenbogen, et al. Measuring informal STEM learning supports across contexts and time. *IJ STEM Ed* 6, 40, 2019. doi:10.1186/s40594-019-0195-y
- [11] Y. Li, A.H. Schoenfeld. Problematizing teaching and learning mathematics as “given” in STEM education. *IJ STEM Ed* 6, 44, 2019. doi:10.1186/s40594-019-0197-9
- [12] S.M. Stehle, E.E. Peters-Burton. Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *IJ STEM Ed* 6, 39, 2019. doi:10.1186/s40594-019-0192-1
- [13] Annemie Struyf, Haydée De Loof, Jelle Boeve-de Pauw & Peter Van Petegem. Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? Published online: 09 May 2019. PP.1387-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
- [14] John Cremer. How STEM education can help Hong Kong children to live their dreams. Hong Kong / Education. Published: 10:03am, 20 Jul, 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.scmp.com/lifestyle/entertainment/article/3041203/they-flatter-and-flirt-single-women-money-china-virtual>

- [15] STEM Education in in Southwestern Pennsylvania. *Report of a project to identify the missing components* [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.cmu.edu/gelfand/documents/stem-survey-report-cmu-iu1.pdf>
- [16] Andrew B. Raupp. What's Driving STEM Education In 2019? *Emerging Trends on the Road Ahead*. Dec 2, 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://medium.com/datadriveninvestor/whats-driving-stem-education-in-2019-bc7b73a1ac7b>
- [17] STEM-образование в Украине: Перспективы развития. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://womo.ua/stem-obrazovaniev-ukraine-perspektivy-i-razvitiya/>
- [18] Меморандум про створення Коаліції STEM-освіти. [Електронний ресурс]. Доступно: http://csr-ukraine.org/wp-content/uploads/2016/01/STEM_memorandum_FINAL_%D0%9011.pdf.
- [19] STEM-освіта. *Інститут модернізації змісту освіти*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>
- [20] О. О. Мартинюк. STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка*. Серія: Педагогічна, випуск 24, С. 18-22, 2018.
- [21] О. Є. Стрижак, І. А. Сліпучина, Н. І. Полісун, І. С. Чернецький. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*, том 62, №6, С.16-33, 2017.
- [22] Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році. Лист ІМЗО № 22.1/10-2876 від 22.08.19 року. [Електронний ресурс]. Доступно: http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463/
- [23] Д. Шулікін. STEM-освіта: готувати до інновацій. *Освіта України (офіційне видання міністерства освіти і науки України, №26 (1437))*. С. 8-9. 29 червня 2015 року.
- [24] В. В. Олійник, О. М. Самойленко, І. В. Бацуровська, Н. А. Доценко. Формування професійних компетенцій майбутніх агроінженерів у комп'ютерно орієнтованому середовищі закладу вищої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*, том 68, № 6. С. 140-154, 2018.

Текст статті отримано редакцією 04.01.2020 р.

STEM-ОБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

Олейник Виктор Васильевич

доктор педагогических наук, профессор, действующий член Национальной академии педагогических наук Украины (академик), советник Ректора

ГУВО «Университет менеджмента образования» НАПН Украины, г. Киев, Украина

ORCID ID 0000-0002-2576-0722

vikt.oliylik@gmail.com

Самойленко Александр Николаевич

доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры информационных систем и технологий

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

ORCID ID 0000-0002-6440-9310

samoylenkoan@outlook.com

Бацуровская Илона Викторовна

доктор педагогических наук, доцент,

доцент кафедры электроэнергетики, электротехники и электромеханики

Николаевский национальный аграрный университет, г. Николаев, Украина

ORCID ID 0000-0002-8407-4984

batsurovska_ilona@outlook.com

Доценко Наталья Андреевна

доктор педагогических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин

Николаевский национальный аграрный университет, г. Николаев, Украина

ORCID ID 0000-0003-1050-8193

dotsenkona@outlook.com

Аннотация. В статье рассмотрены перспективные направления STEM-образования в системе подготовки будущих инженеров в условиях информационно-образовательной среды. Определены

современные профессии, которые закладывают в основу проектную и исследовательскую деятельность, реализацию задач моделирования различных процессов и явлений и осознанное формирование качественно новых трансдисциплинарных знаний. Определена необходимость использования STEM-ориентированных учебных программ в учреждениях высшего образования. На основе понятия STEM-образования определено, какими профессиональными компетенциями должен обладать будущий инженер. В качестве внедрения элементов STEM-образования для подготовки соискателей высшего образования инженерных специальностей предложено выполнение STEM-проектов, целью которых является создание конструктивного совершенствования машины или механизма. Представлена схема внедрения элементов STEM-образования в подготовку будущих инженеров в условиях информационно-образовательной среды. Исследованы межпредметные связи при выполнении STEM-проектов соискателями высшего образования инженерных специальностей. Определен набор математических и инженерных навыков для выполнения STEM-проектов соискателями высшего образования инженерных специальностей в условиях указанной среды. Для использования элементов STEM-образования при выполнении проекта задания для будущего инженера формируются с учетом расчетной, проектных и научной составляющих. Схема внедрения элементов STEM-образования при выполнении будущими инженерами задач в условиях информационно-образовательной среды должна включать следующие этапы: выбор технического или технологического процесса и черчение технологической схемы, предложение конструктивного внедрения элемента, расчет усовершенствованного элемента, черчение конструктивного совершенствования, создание презентации и тестовых заданий. Отмечено, что итоги выполнения проектов с использованием элементов STEM-образования в условиях информационно-образовательной среды целесообразно обсудить на конференциях или вебинарах, представляя презентацию своего проекта и создавая тестовые тренажеры.

Ключевые слова: STEM-образование; соискатели высшего образования; учебные программы; информационно-образовательная среда; будущие инженеры.

STEM-EDUCATION IN THE SYSTEM OF TRAINING OF FUTURE ENGINEERS

Viktor V. Oliynyk

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Member of National Academy of Educational Sciences of Ukraine (Academician), Rector's Advisor
SIHE "University of Educational Management" of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-2576-0722
vikt.olinyk@gmail.com

Oleksandr M. Samoilenko

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Professor of the Department of Information Systems and Technologies
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID ID.0000-0002-6440-9310
samoilenkoan@outlook.com

Ilona V. Batsurovska

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of
Department of Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electrical Mechanics
Mykolayiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-8407-4984
batsurovska_ilona@outlook.com

Nataliia A. Dotsenko

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Department of General Technical Disciplines
Mykolayiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0003-1050-8193
dotsenkona@outlook.com

Abstract. The article considers perspective areas of STEM-education in the system of future engineers training in the information and educational environment. The modern professions which are formed on the basis of design and research activities, the implementation of modelling tasks of various processes and phenomena and the conscious formation of qualitatively new transdisciplinary knowledge are outlined. The necessity of using STEM-oriented educational programs in higher education institutions has been identified. On the basis of the concept of STEM-education, it is determined what professional competencies the future engineer should acquire. As an introduction of elements of STEM-education for the training of higher education applicants in engineering specialties, the implementation of STEM-projects is proposed, the purpose of which is to create a constructive improvement of the machine or mechanism. The scheme of introduction of elements of STEM-education for training of future engineers in the conditions of informational and educational environment is presented. Interdisciplinary links in the implementation of STEM-projects by higher education applicants of engineering specialties have been studied. A set of mathematical and engineering skills for the implementation of STEM-projects by higher education applicants in engineering specialties in the specified environment is determined. To use the elements of STEM-education during the project, tasks for the future engineers are formed taking into account the calculation, design and scientific components. The scheme for the implementation of STEM education elements for performing tasks by future engineers in informational and educational environment should include the following stages: selection of a technical or technological process and drawing a technological scheme, a proposal for a constructive implementation of an element, calculation of an improved element, drawing a constructive improvement, creating a presentation and tests. It is noted that the results of projects with using elements of STEM-education in the informational and educational environment is expedient to be discussed at conferences or webinars by presenting the project and creating test simulators.

Keywords: STEM education; higher education applicants; educational programs; informational and educational environment; future engineers.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] V. Yu. Bykov, *Models of organizational systems of open education: monograph*. K.: Atika, 2008. (in Ukrainian).
- [2] R. S. Hurevych, M.Iu. Kademiia, and L.S. Shevchenko, *Informational technologies of learning: innovation approach: tutorial*. Vinnytsia: Planer, 2013. (in Ukrainian).
- [3] N. Kopniak, H. Korytska, S. Lytvynova, and Yu. Nosenko, *Modelling and integration of cloud-oriented services of learning environment: monograph*. K.: Kompyrnt, 2015. (in Ukrainian).
- [4] Yu. O. Zhuk, O. M. Sokoliuk, N. P. Dementiievskva, and O. P. Pinchuk, *Organization of learning activity in computer oriented educational environment: tutorial*. K.: Pedahohichna dumka, 2012. (in Ukrainian).
- [5] N. R. Balyk, and H. P. Shmyher, "Approaches and peculiarities of modern STEM education", *Fizyko-matematychna osvita: naukovyi zhurnal*, №2(12), pp.26-30, 2017. (in Ukrainian).
- [6] H. I. Cmerekva, "Terms and conditions of administration of STEM-education," *STEM-osvita ta shliakhy yii vprovadzhennia v navchalno-vykhovnyi protses, m. Ternopil*, pp.49-52, 2017. (in Ukrainian).
- [7] T. O. Zhuravel, and N. O. Sokolova, "Integrated education – the main component of STEM-education," *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti*, № 12 (55), pp.32-34. 2016. (in Ukrainian).
- [8] H. V. Sakunova, and I. O. Moroz, STEM-education: abroad experience and prospects of development in Ukraine, *Tsentrlnoukrainskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Volodymyra Vynnychenka: naukovi zapysky, seriia: pedahohichni nauky*, № 168, pp.204-208, 2019. (in Ukrainian).
- [9] Methodical recommendations for development of STEM-education in secondary and elementary education institutions for 2018/2019 educational year. [Online]. Available: http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/61444/ (in Ukrainian).
- [10] B. J. Morris et al. Measuring informal STEM learning supports across contexts and time, *IJ STEM Ed* 6, 40, 2019. doi:10.1186/s40594-019-0195-y (in English)
- [11] Y. Li, and A. H. Schoenfeld, "Problematizing teaching and learning mathematics as "given" in STEM education," *IJ STEM Ed* 6, 44, 2019. doi:10.1186/s40594-019-0197-9 (in English)
- [12] S.M.Stehle, and E.E. Peters-Burton, "Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools," *IJ STEM Ed* 6, 39, 2019. doi:10.1186/s40594-019-0192-1 (in English)
- [13] Annemie Struyf, Haydée, Jelle Boeve-de Pauw, and Peter Van Petegem, "Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice?" Published online: 09 May 2019, pp. 1387-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983> (in English)

- [14] J. Cremer, *How STEM education can help Hong Kong children to live their dreams*. Hong Kong / Education. Published: 10:03am, 20 Jul, 2018. [Online]. Available: <https://www.scmp.com/lifestyle/entertainment/article/3041203/they-flatter-and-flirt-single-women-money-china-virtual> (in English)
- [15] STEM Education in Southwestern Pennsylvania, *Report of a project to identify the missing components* [Online]. Available: <https://www.cmu.edu/~gelfand/documents/stem-survey-report-cmu-iu1.pdf> (in English)
- [16] Andrew B. Raupp, “What’s Driving STEM Education In 2019?” *Emerging Trends on the Road Ahead*. Dec 2, 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/datadriveninvestor/whats-driving-stem-education-in-2019-bc7b73a1ac7b> (in English)
- [17] STEM-education in Ukraine: prospects of development. [Online]. Available: <http://womo.ua/stem-obrazovaniev-ukraine-perspektivy-razvitiya/> (in Russian)
- [18] Memorandum for creation of coalition of STEM-education. [Online]. Available: http://csr-ukraine.org/wp-content/uploads/2016/01/STEM_memorandum_FINAL_%D0%9011.pdf. (in Ukrainian).
- [19] STEM-education. *Institute for Modernization of Educational Content*. [Online]. Available: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>(in Ukrainian).
- [20] O. O. Martinyuk, “STEM-technologies as a mean of forming informational and digital competence of teachers and students,” *Collection of scientific works of Kamyanets-Podilsky National University of Ivan Ogienko*. Series: Pedagogical, №24, pp. 18-22, 2018. (in Ukrainian).
- [21] O. Ye. Strijak, I. A. Slipuhina, N. I. Polissun, and I. S. Tschernetskij, “STEM-education: basic definitions,” *Information technologies and learning tools*, vol. 62, №6, pp.16-33, 2017. (in Ukrainian).
- [22] Methodical recommendations for the development of STEM-education in general secondary and out-of-school education institutions in the 2019/2020 academic year. Letter IMZO № 22.1/10-2876 from 22.08.19. [Online]. Available: http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463/(in Ukrainian).
- [23] D. Shulikin, “STEM-education: to prepare for innovations,” *Osvita Ukrainy (ofitsiine vydannia ministerstva osvity i nauky Ukrainy, №26 (1437)*, pp. 8-9. 2015 (in Ukrainian).
- [24] V. V. Oliinyk, O. M. Samoilenko, I. V. Batsurovska, and N. A. Dotsenko, “Formation of professional competencies of future agricultural engineers in computer-orientied environment of higher education institution,” *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 68, № 6. pp. 140-154, 2018. (in Ukrainian).

