

ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

DOI: <https://doi.org/10.32782/2521-666X/2023-81-20>
УДК 372.862

Лазарєва О.В.

доктор економічних наук, професор,
професор кафедри управління земельними ресурсами,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Белінська С.М.

доктор економічних наук, професор, декан факультету,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Lazarieva Olena, Belinska Svitlana

Petro Mohyla Black Sea National University

СИНЕРГІЯ НАПРЯМКІВ STEM-ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 193 «ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ»

SYNERGY OF STEM EDUCATION AREAS IN THE CONTEXT OF TRAINING STUDENTS IN THE SPECIALTY 193 "GEODESY AND LAND SURVEYING"

В статті обґрунтовано основні напрямки впровадження STEM-інновацій в освітнє середовище для студентів спеціальності 193 "Геодезія та землеустрій". Вивчено досвід впровадження STEM-освіти в таких країнах Європейського Союзу. Запропоновано додаткові компетентності до існуючих STEM-компонентів випускників спеціальності 193 "Геодезія та землеустрій". З'ясовано, що особливостями впровадження STEM у освітній простір є здатність до поєднання теорії з практикою, практично орієнтоване мислення, виконання практично орієнтованих STEM-проектів, удосконалення науково-дослідної та інженерної складової, використання комп'ютерних технологій, напрацювань IT-інженерії, автоматизація землевпорядного виробництва із застосуванням STEM-компонентів. Визначено основні напрямки впровадження STEM-інновацій у освітній процес для фахівців спеціальності 193 "Геодезія та землеустрій", вивчено особливості впровадження STEM у освітній простір фахівців спеціальності, представлено складові впровадження STEM-інновацій у освітній процес. Практична реалізація основних напрямків впровадження STEM-інновацій для студентів спеціальності 193 "Геодезія та землеустрій" сприятиме набуттю кваліфікованих вмінь та навичок, дозволить вчасно визначити проблему та віднайти алгоритм її вирішення.

Ключові слова: STEM-освіта, STEM-інновації, освітній процес, геодезія, землеустрій, фахівців спеціальності, вміння та навички.

During the research, the experience of implementing STEM education in such countries of the European Union as Germany, the Netherlands, Spain, Finland, England, etc. was studied, which made it possible to outline the main approaches to the implementation of STEM competencies in the educational environment. In the process of substantiating the STEM components of graduates of the specialty 193 "Geodesy and land management", it is proposed to add such additional competencies, such as the ability to combine theoretical knowledge with practical skills, mastering organizational and management tools in professional activities, using software, using modern geodetic devices, the ability to solution of specialized problems, application of principles, theories and methods in the performance of geodesy and land management tasks, application of knowledge in the performance of socio-economic tasks, use and interpretation of geospatial data. It has been found that the features of the introduction of STEM in the educational space are the ability to combine theory with practice, practically oriented thinking, the implementation of practically oriented STEM projects, improvement of the scientific research and engineering component, the use of computer technologies, developments in IT engineering, automation land management production using STEM components. The peculiarities of the implementation of STEM for specialists of the specialty are studied, directions for the implementation of STEM innovations in the educational process are presented, such as experimental work focused on the practical use of acquired knowledge and skills during training in institutions of higher education, the application of an innovative approach in the implementation of innovative technologies based on integration of scientific technologies, engineering and mathematical developments, use during construction, design, volume and landscape design of innovative developments of IT engineering,

improvement of cognitive skills based on the use of knowledge acquired during training in real life (implementation of research projects), continuous improvement of professional STEM competencies for the popularization of scientific knowledge, active involvement of young people in research and development work. Practical implementation of the main areas of STEM innovation implementation for students of specialty 193 "Geodesy and land management" will contribute to the acquisition of qualified skills and abilities, will allow timely identification of a problem and finding an algorithm for its solution.

Key words: *STEM education, STEM innovations, educational process, geodesy, land management, specialists, skills and abilities.*

Постановка проблеми. На сьогоднішній день в освітньому просторі України відбуваються суттєві зміни. Значна увага все більше приділяється розвитку практичних компетентностей здобувачів освіти, опануванню інноваційних технологій, які сприятимуть зміцненню конкурентоспроможності створеної продукції та значно підвищуватимуть результативність освітнього процесу, підсилюючи природничо-наукову складову.

У зв'язку з цим все більше потребує необхідності застосування інноваційного підходу до навчання, який би забезпечив налагодження дієвої взаємодії учасників освітнього простору та стейкхолдерів, що сприятиме підготовці висококваліфікованих спеціалістів, які були б здатні впроваджувати новітні плани та задуми на виробництві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних наукових працях вчених вже окреслені на сьогодні теоретичні та практичні аспекти до впровадження STEM-освіти.

Цікавими для дослідження в контексті вивчення STEM-компетенцій є наукові праці О.С. Кузьменко [1, с. 189], яка наголошує, що в умовах сьогодення низький рівень успішності в дисциплінах фізико-математичного профілю і відсутність конкретних здібностей вирішувати проблеми, вимагають знань і застосувань STEM-дисциплін. Визначальні аспекти актуальності вивчення STEM-освіти аналізує Є.Б. Шаповалов [2, с.90], який робить висновок, що одним з основних інструментів, які забезпечують інтеграцію зовнішніх та внутрішніх джерел для забезпечення дослідницького підходу у STEM-освіті, є платформа TODOS. Значний інтерес у контексті нашого дослідження являє робота І.М. Савченко [3, с. 156], в якій стієрджується що STEM-освіта поєднує в собі міждисциплінарний і проектний підхід, готує молодь до технологічних інновацій життя та експериментальної діяльності. Досить популярними на сьогодні є наукові дослідження О.Є. Стрижака [4, с. 25–26], в яких визначено цілі, завдання, зміст та очікувані результати від впровадження та розвитку STEM-освіти. Досвід впровадження STEM-освіти у початковій та базовій школі, а також вивчення наукових підходів до визначення STEM-освіти розглядається у наукових працях С. Доценко [5, с. 33]. Цікавим доробком С. Бабійчук [6, с. 14] є дослідження, в яких зазначено, що STEM-освіта має на меті

виховати майбутню генерацію висококваліфікованих кадрів, які рухатимуть країни в напрямку постінформаційного суспільства. Основний акцент на виокремленні переваг STEM-освіти, а також уточненні її способів реалізації робить В.М. Андрієвська [7, с. 14]. Н. Сороко [8, с. 55] проаналізувала проблему створення STEM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної середньої освіти для розвитку STEAM-освіти, обґрунтувала його роль та функції. У дослідженнях А.П. Овчатової [9, с. 52] аналізується стан та рівень впровадження STEM-освіти в Україні. Основні особливості сучасної STEM-освіти та перспективні кроки впровадження STEM-навчання виокремлено у працях Н.Р. Балик [10, с. 27].

Як бачимо, для наукового співтовариства дослідження з приводу вивчення STEM-освіти є досить актуальними. Водночас, потребують вивчення підходи, що сприятимуть успішному працевлаштуванню випускників спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» із застосуванням STEM-компонент у освітній простір, чим і обумовлена актуальність проведеного дослідження.

Метою статті є обґрунтування основних напрямків впровадження STEM-інновацій в освітнє середовище для студентів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій».

Для вирішення поставленої мети виконано наступні завдання:

- вивчено досвід впровадження STEM-освіти в країнах Європейського Союзу;
- доповнено компетентності випускників спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» на основі застосування STEM-компонентів;
- вивчено особливості впровадження STEM у освітній простір фахівців спеціальності;
- представлено складові впровадження STEM-інновацій у освітній процес.

Виклад основного матеріалу. Термін STEM-освіта запропонований у 2001 році для пропагування відмінних тенденцій в освітньому та науковому напрямках науковцями Національного наукового фонду США.

STEM-освіта являє собою синергізм п'яти таких напрямків як природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering), мистецтво (Art) та математику (Mathematics). STEM-

освіта – це передусім критичне мислення, аналітичні навички, а також проектна робота в команді з використанням інструментів, які будуть корисними для проведення досліджень.

Що стосується досвіду впровадження STEM-освіти в країнах Європи, то на Всесвітній доповіді ЮНЕСКО наголошується, що “STEM – це навчальна програма, що ґрунтується на ідеї освіти дітей у чотирьох дисциплінах наука, технологія, інжиніринг та математика) як прикладних, так і пов’язаних між собою” [11].

У Німеччині, Нідерландах та Іспанії курси по STEM-спеціальностях присвячені таким предметам, як математика і фізика, а вже через 2–3 роки починається вивчення саме інженерної складової STEM-освіти. У Британії ще з 2014 року [12, с. 48] навчання в рамках STEM-освіти відбувається ще у початковій школі. Зокрема, введено освітню робототехніку до навчальних планів. Вивчення освітньої робототехніки передбачає конструювання та програмування роботів на основі конструкторів ЛЕГО лінійки «Education», а також використання таких прийомів як спостереження, технічне обґрунтування, прогнозування та оцінка результатів під час виконання проекту.

В країнах європейського простору [13, с. 67] активно діють наукові табори, проводяться екскурсії, STEM-конкурси, проекти, ярмарки тощо.

У Фінляндії STEM-освіта впроваджена в освітній простір вже досить тривалий час і передбачає підвищення рівня фінської наукової освіти та компетентностей на міжнародному рівні [14, с. 90].

У багатьох країнах Європи популяризація STEM-освіти відбувається завдяки підвищенню рівня викладання природничих та технічних наук, завдяки мотивації студентів до природничо-наукових предметів. З цією метою створюються наукові регіональні та міжнародні центри.

Як бачимо, в рамках популяризації STEM-освіти, в країнах Європейського Союзу досить широко застосовуються популярні оригінальні підходи до реалізації STEM-компетентностей, розуміючи, що STEM-технології сприятимуть оновленню інноваційних компетентностей учасників освітнього простору.

Компетентності випускників закладів освіти в науковій літературі вже є окресленими на сьогодні [15, с. 65]. Це і такі як здатність до вирішення комплексних проблем, і до критичного мислення, і до креативної діяльності, і до об’єктивної оцінки явищ навколишнього світу тощо. До зазначених компетентностей, вважаємо, доцільно додати і наступні складові, що сприятимуть успішному працевлаштуванню за спеціальністю або ж подальшому навчанню за фахом на основі PhD програм тощо із

включенням до їх переліку компонентів STEM-середовища (рис. 1).

На сьогодні в Україні розроблено план заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року [16]. Зокрема, акцентується на важливості проведення таких заходів як організація проведення конференцій, семінарів з використанням новітніх методик природничо-математичної освіти, підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників в контексті опанування STEM-освітнього середовища, створення STEM- центрів та STEM-лабораторій, як, наприклад, у США (архітектурні та інженерні менеджери, менеджери комп’ютерних та інформаційних систем, менеджери з природничих наук), створення баз даних закладів освіти, що впроваджують природничо-математичну освіту STEM-освіту, впровадження сучасних методик дистанційного навчання природничо-математичних предметів. Хоча зазначимо, що на сьогодні у вищій школі вже активно впроваджені наявні на сьогодні такі методи дистанційного навчання, як групове навчання, навчання на основі відео-лекцій через будь-які месенджери, що мають відео-зв’язок (Zoom, Skype, Google Meet, Telegram тощо), у вищій школі введена в дію платформа дистанційного навчання Moodle, має місце спілкування як в синхронному, так і в асинхронному режимі учасників освітнього процесу. Ці методи навчання набули поширення ще під час запровадження дистанційного навчання, що було зумовлене пандемією Covid-19.

Зазначимо, що сьогодні в умовах розвитку динамічного середовища для студентів спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій” використовуються такі STEM-компоненти, що активно впроваджуються у освітній простір як робототехніка, засоби для авіамоделювання геопросторових даних, 3D принтери, лабораторне обладнання, GPS-приймачі, дрони, квадрокоптери тощо. Постійне їх використання в роботі сприяє забезпеченню науково-дослідної, дослідно-конструкторської та винахідницької діяльності в освітньому процесі.

В рамках нашого дослідження спробуємо і ми окреслити особливості впровадження STEM у освітній простір.

Так, на нашу думку, треба виходити з того, що під час освітнього процесу домінуючою є здатність до поєднання теорії з практикою, практично орієнтоване мислення, що сприятиме підготовці висококомпетентних фахівців для високотехнологічного виробництва.

Для студентів спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій” робота у напрямку впровадження STEM-технологій у освітній простір сприятиме набуттю кваліфікованих вмінь вчасно визначити проблему

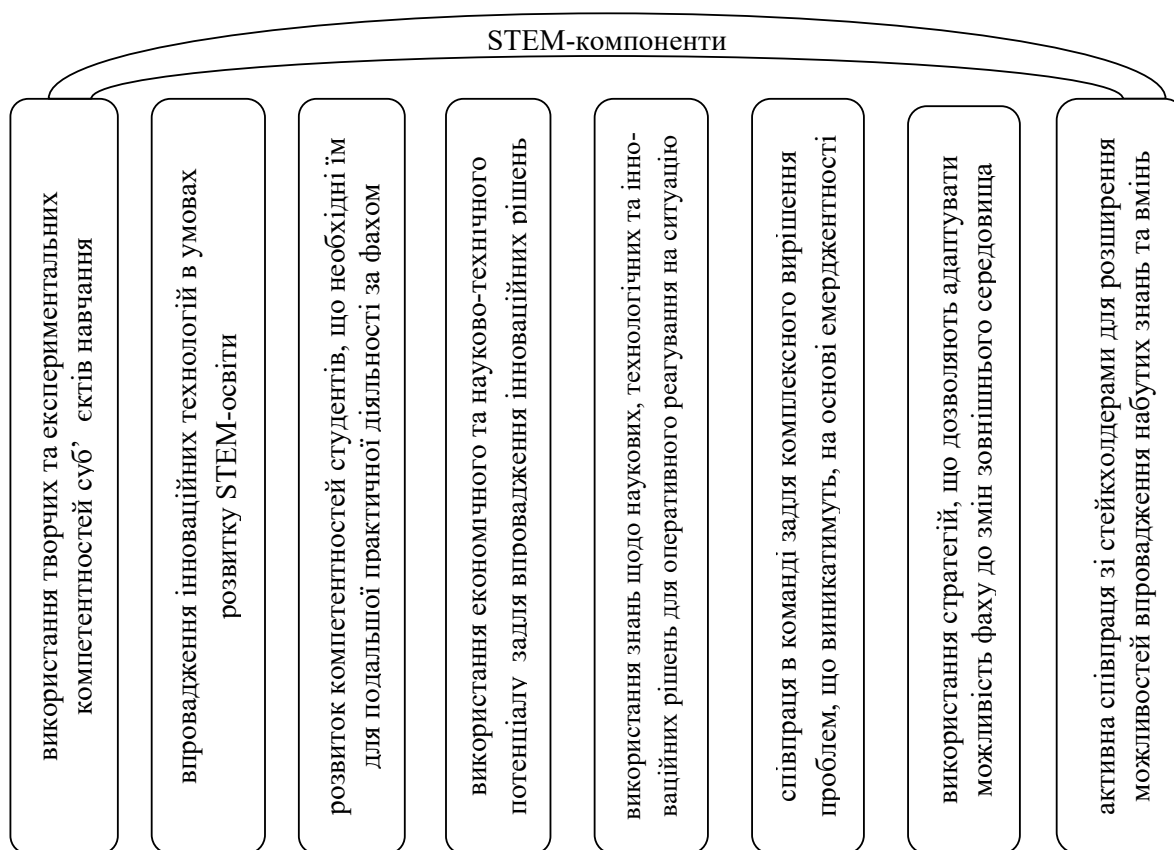
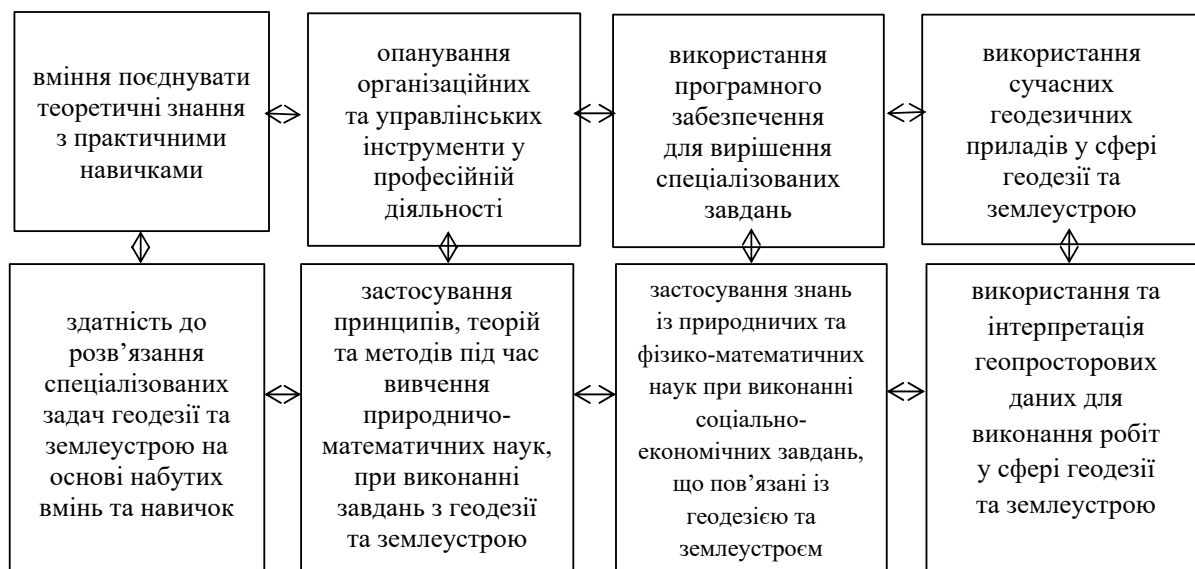


Рис. 1. Компетентності випускників спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» із врахуванням STEM-компонентів

Джерело: сформовано авторами

та віднайти фаховий і професійний алгоритм її вирішення, продукуючи оригінальну ідею, забезпечуючи при цьому системне та аналітичне мислення, що безперечно знадобиться при роботі з новітніми технологіями та високо технологічним виробництвом.

Крім того, виконання практично орієнтованих STEM-проектів дозволить закріпити набуті знання за допомогою можливостей їх практичного застосування у різноманітних ситуаціях, що мають місце у сфері землекористування.

Удосконалення науково-дослідної та інженерної складової під час навчання сприятиме формуванню нових компетентностей, рівень яких буде здатним визначати конкурентну спроможність на ринку праці.

Використання Медіа-технологій, комп'ютерної графіки, напрацювань ІТ-інженерії сприятиме кваліфікованому застосуванню у практичній діяльності інноваційних продуктів, що відповідатимуть тенденціям розвитку виробництва при виконанні професійних завдань із геодезії та землеустрою.

Автоматизація землевпорядного виробництва із застосуванням STEM-перспектив дозволить підвищити практичну складову при застосуванні безпілотних літаючих апаратів, робототехніки, що використовуються під час підготовки фахівців галузі.

Успішна реалізація освітніх програм підготовки фахівців спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» дозволить застосовувати компетентне аналітичне мислення при розв'язанні конкретних проблем галузі, успішно використовуючи при цьому нові інформаційні та комунікаційні технології.

Використання сучасних технологій при виконанні лабораторних робіт, застосування прийомів конструювання та моделювання сприятимуть набуттю практичних навичок, націлених застосування фахових компетентностей на ринку праці за фахом.

Застосування пріоритетних напрямків розвитку STEM-освіти під час навчання фахівців спеціальності сприятиме в цілому популяризації вказаної спеціальності та дозволить поглибити компетентності здобувачів в набутті особистих здібностей та

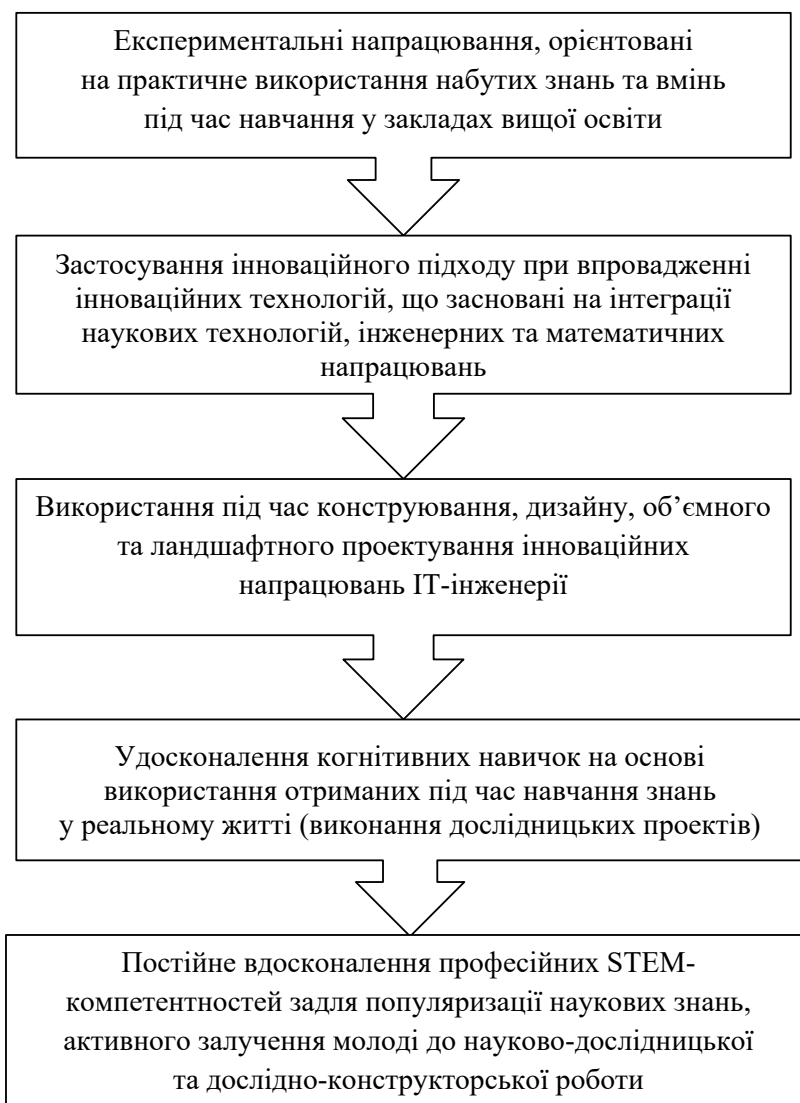


Рис. 2. Впровадження STEM-інновацій в освітній процес для студентів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Джерело: сформовано авторами

вмінь вирішувати професійні задачі в галузі геодезії та землеустрою.

Більш наочно складові впровадження STEM-інновацій у освітній процес представлені на рис. 2.

Висновки. Під час проведення дослідження вивчено досвід впровадження STEM-освіти в таких країнах Європейського Союзу як Німеччина, Нідерланди, Іспанія, Фінляндія, Англія та ін, що дозволило окреслити основні підходи до реалізації STEM-компетентностей у освітньому середовищі.

В процесі обґрунтування STEM-компонентів випускників спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій” запропоновано додати до вже існуючих і такі компетентності як вміння поєднувати теоретичні знання з практичними навичками, опанування організаційних та управлінських інструментів у професійній діяльності, використання програмного забезпечення для вирішення спеціалізованих завдань, використання сучасних геодезичних приладів у сфері геодезії та землеустрою, здатність до розв’язання спеціалізованих задач геодезії та землеустрою на основі набутих вмінь та навичок, застосування принципів, теорій та методів під час вивчення природничо-математичних наук, при виконанні завдань з геодезії та землеустрою, застосування знань із природничих та фізико-математичних наук при виконанні соціально-економічних завдань, що пов’язані із геодезією та землеустроєм, використання та інтерпретація геопросторових даних для виконання робіт у сфері геодезії та землеустрою тощо.

З’ясовано, що особливостями впровадження STEM у освітній простір є здатність до поєднання теорії з практикою, практично орієнтоване мислення, виконання практично орієнтованих STEM-проектів, удосконалення науково-дослідної та інженерної складової, використання комп’ютерних технологій, напрацювань ІТ-інженерії, автоматизація землевпорядного виробництва із застосуванням STEM-компонентів.

Визначено, що основними напрямками впровадження STEM-інновацій у освітній процес є такі як експериментальні напрацювання, орієнтовані на практичне використання набутих знань та вмінь під час навчання у закладах вищої освіти, застосування інноваційного підходу при впровадженні інноваційних технологій, що засновані на інтеграції наукових технологій, інженерних та математичних напрацювань, використання під час конструювання, дизайну, об’ємного та ландшафтного проектування інноваційних напрацювань ІТ-інженерії, удосконалення когнітивних навичок на основі використання отриманих під час навчання знань у реальному житті (виконання дослідницьких проектів), постійне вдосконалення професійних STEM-компетентностей задля популяризації наукових знань, активного залучення молоді до науково-дослідницької та дослідно-конструкторської роботи.

Перспективи подальших досліджень мають базуватись на обґрунтуванні до впровадження у освітній простір стратегічних напрямків вдосконалення землекористування на основі STEM-підходу.

Список літератури:

1. Кузьменко О.С. Сутність та напрямки розвитку STEM-освіти. *Наукові записки. Серія: Проблеми і методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Випуск 3, № 9. С. 188–190. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTO/article/view/965>.
2. Yev. Shapovalov, V. Shapovalov, V. Zaselskiy TODOS as digital science-support environment to provide STEM-education. *Педагогіка вищої та середньої школи*. 2019. Випуск 52. С. 89–104. URL: <https://journal.kdpu.edu.ua/ped/article/view/3778/3452>.
3. Савченко І.М. Реалізація ідей STEM-освіти в Україні на прикладі діяльності національного центру “Мала академія наук”. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки*. 2015. Випуск 7. С. 148–157. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu_2015_7_23.
4. Стрижак О.Є., Сліпучіна І.А., Поліхун Н.І., Чернецький І.С. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. Випуск 62. № 6. С. 16–33. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2017_62_6_4.
5. Доценко С. *STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики. Рідна школа*. № 3. 2021. С. 31–35. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/bitstream/123456789/6564/1/%D0%A0%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B0%20%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0.pdf>.
6. Бабійчук С. STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині*. № 1 (8). 2018. С. 12–17. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/14078/1/%D0%91%D0%B0%D0%B1%D1%96%D0%B9%D1%87%D1%83%D0%BA-12-17.pdf>.
7. Андрієвська В.М., Білоусова Л.І. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEM-освіти. *Фізико-математична освіта: науковий журнал*. 2017. Випуск 4(14). С. 13–17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_4_4.
8. Сороко Н., Рокоман О. Функції та роль STEAM-орієнтованого освітнього середовища основної школи для розвитку STEAM-освіти. *Нова педагогічна думка*. № 4 (100). 2019. С. 55–60. URL: <https://roippo.org.ua/upload/documents/statti/100/13.pdf>.
9. Овчатова А.П. Проблеми та перспективи впровадження STEAM-освіти в Україні. *Освітній дискурс. Збірник наукових праць*. № 25 (7). 2021. С. 50–60. URL: [https://journal-discourse.com/files/pdf/2021_35\(7\)-5.pdf](https://journal-discourse.com/files/pdf/2021_35(7)-5.pdf).
10. Балик Н.Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 2. С. 26–30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_2_6.

11. Рада ООН з прав людини: План дій на перший етап (2005-2009) Всесвітньої програми освіти в галузі прав людини ООН (Резолюція Генеральної Асамблеї A/59/525/Rev.1 від 2 березня 2005 року). URL: <http://www2.ohchr.org/english/issues/education/training/planaction.htm>.
12. Коваленко О., Сапрунова О. STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США. *Рідна школа*. № 4. 2016. С. 46–49. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/158>.
13. Ejiwale J. Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*. 2013. Vol. 7 (2). P. 63–74.
14. Мізюк В. Генезис поняття та ідей STEM-освіти в Україні та зарубіжжі: історичний аспект. *Науковий вісник Ізмаїльського державного гуманітарного університету*. Серія: Історичні науки. Випуск 57. С. 87–94. URL: <http://visnyk.idgu.edu.ua/index.php/nv/article/view/607/531>.
15. Олефіренко Т., Цветкова Г. Концептуальні засади розвитку STEM-освіти в Україні. *Вища освіта України*. № 1. 2020. С. 61–67. URL: http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/37450/Olefirenko_Tsvietkova.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
16. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13.01.2021 р. № 131-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r?fbclid=IwAR0wAdPwkgIGHfQbVwQphNLBys7zn8hvAfHLgXh6g-kZIynYXJuwTIuUc1w>.

References:

1. Kuzmenko, O.S. (2016). The essence and direct development of STEM-education. *Naukovi zapiski. Seria: Problemy I metodiky fiziko-matematichnoy I tehnologichnoy osvity*. Vol 3, № 9. pp. 188–190. Available at: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTO/article/view/965>.
2. Shapovalov, E. and V. Zaslenskiy (2019). TODOS as digital science-support environment to provide STEM-education. *Pedagogika vichoy ya seredniy shkoly*. Vol 52. pp. 89–104. Available at: <https://journal.kdpu.edu.ua/ped/article/view/3778/3452>.
3. Sadchenko, I.M. (2015). Савченко І.М. Implementation of the ideas of STEM education in Ukraine on the example of the activities of the National Center "Small Academy of Sciences". *Naukovi zapysky Maloy akademii nauk Ukrainy. Seria: Pedagogichny nauky*. Vol. 7. pp. 148–157. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu_2015_7_23.
4. Strijak, O.E., Slipuhina, I.A., Polihun, N.I. and Chernecky, I.S. STEM education: basic definitions. *Informaciyni tehnologii I zasoby navchannya*. Vol. 62. № 6. pp. 16–33. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2017_62_6_4.
5. Docenko, S. (2021). STEM education: scientific discourse and educational practices. *Ridna skola*. № 3. pp. 31–35. Available at: <https://dspace.hnpu.edu.ua/bitstream/123456789/6564/1/%D0%A0%D1%96%D0%B4%D0%B-D%D0%B0%20%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0.pdf>.
6. Babychuk, S. (2018). STEM education in the United States: challenges and prospects. *Pedagogichny chasopis Volny*. Vol 1 (8). pp. 12–17. Available at: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/14078/1/%D0%91%D0%B0%D0%B1%D1%96%D0%B9%D1%87%D1%83%D0%BA-12-17.pdf>.
7. Andrievska, V.M., Bilousova, L.I. (2017). The concept of BYOD as a tool for implementing STEM education. *Fiziko-matematichna osvita: naukovy yurnal*. Vol 4(14). pp. 13–17. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_4_4.
8. Soroko, N., Rokoman, O. (2019). Functions and role of the STEAM-oriented educational environment of the primary school for the development of STEAM education. *Nova pedagogichna dumka*. Vol. 4 (100). pp. 55–60. Available at: <https://roippo.org.ua/upload/documents/statti/100/13.pdf>.
9. Ovchatova, A.P. (2021). Problems and prospects of implementation of STEAM education in Ukraine. *Osvitny dyskurs. Zbirnik naukovih prac*. Vol 25 (7). pp. 50–60. Available at: [https://journal-discourse.com/files/pdf/2021_35\(7\)-5.pdf](https://journal-discourse.com/files/pdf/2021_35(7)-5.pdf).
10. Balik, N.R. (2017). Approaches and features of modern STEM education. *Fiziko-matematichna osvita*. Vol. 2. pp. 26–30. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_2_6.
11. United Nations Human Rights Council: Plan of Action for the First Phase (2005-2009) of the United Nations World Human Rights Education Program (General Assembly Resolution A/59/525/Rev.1 of 2 March 2005). Available at: <http://www2.ohchr.org/english/issues/education/training/planaction.htm>.
12. Kovachenko, O., Saprunova, O. (2016). STEM education: implementation experience in the EU and the USA. *Ridna shkola*. Vol 4. pp. 46–49. Available at: <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/158>.
13. Ejiwale J. Barriers to successful implementation of STEM education. (2013). *Journal of Education and Learning*. Vol. 7 (2). pp. 63–74.
14. Mizuk, V. The genesis of the concept and ideas of STEM education in Ukraine and abroad: historical aspect. *Naukovy visnyk Izmail'skogo derzavnogo humanitarnogo universitetu*. Seria: Istorichny nauky. Vol 57. pp. 87–94. Available at: <http://visnyk.idgu.edu.ua/index.php/nv/article/view/607/531>.
15. Olefirenko, T., Cvetkova, G. (2020). Conceptual foundations of the development of STEM education in Ukraine. *Vicha osvita v Ukrainy*. Vol 1. pp. 61–67. Available at: http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/37450/Olefirenko_Tsvietkova.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
16. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 13.01.2021 № 131-p. On the approval of the plan of measures for the implementation of the Concept of the Development of Science and Mathematics Education (STEM-education) until 2027. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r?fbclid=IwAR0wAdPwkgIGHfQbVwQphNLBys7zn8hvAfHLgXh6g-kZIynYXJuwTIuUc1w>.