

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

РАХМАНІНА АЛІНА СЕРГІЇВНА

УДК 378.091.2:004

**ДИСЕРТАЦІЯ
ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ
ОСВІТИ УКРАЇНИ ЗАСОБАМИ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ**

015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)»

01 «Освіта/Педагогіка»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання

на відповідне джерело

А. С. Рахманіна

Науковий керівник
КУЧАЙ Олександр Володимирович
доктор педагогічних наук, професор

Київ-2024

АНОТАЦІЯ

Рахманіна А. С. Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктор філософії за спеціальністю 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» (01 «Освіта/Педагогіка»). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2024.

У дисертації здійснено цілісний комплексний аналіз проблеми підготовки майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій та формування STEM-компетентності у системі підготовки майбутніх педагогів. Сформульовано ряд теоретичних і практичних висновків, пропозицій щодо формування STEM-компетентності у майбутніх педагогів. Особливого значення дисертаційна робота набуває у зв'язку зі змінами у сучасному освітньому середовищі, зокрема у освітніх інноваційних технологіях, які вимагають від педагогічної галузі постійного оновлення методик навчання. Відтак, використання STEM-технологій сприятиме покращенню процесу навчання та підвищенню рівня професійної компетентності майбутніх педагогів. З огляду на те, що в Україні наразі спостерігається потреба у впровадженні інноваційних підходів до підготовки кваліфікованих педагогів, які зможуть ефективно впроваджувати STEM-освіту в навчальний процес, з'ясовано, що однією із найважливіших професійних компетентностей майбутніх педагогів є STEM-компетентність, адже в контексті глобальних тенденцій в освіті, розвиток STEM-компетентності серед педагогів стає стратегічно важливим для забезпечення конкурентоспроможності майбутніх поколінь у цифрову епоху.

З'ясовано, що STEM-компетентність у освітньому середовищі зародилася від потреби підготовки студентів до життя та роботи в умовах сучасного технологічного світу. Описано, що процес формування STEM-компетентності у майбутніх педагогів поєднує наукову точність, технологічну компетентність, інженерні здібності та математичну грамотність для розв'язання складних

проблем. Означено, що процес формування STEM-компетентності ставить перед собою завдання розвивати у майбутніх педагогів критичне мислення, творчість, співпрацю та навички роботи з сучасними технологіями.

Сформульовано визначення поняття «STEM-компетентність майбутнього педагога», як це комплекс навичок, знань і вмінь, необхідних для ефективної інтеграції наукових, технологічних, інженерних та математичних знань у процес навчання та виховання здобувачів освіти, яка передбачає здатність педагога впроваджувати інноваційні STEM-підходи в навчальний процес, стимулювати розвиток критичного мислення, проблемного та творчого підходу здобувачів освіти, а також підготовку їх до успішної адаптації у сучасному технологічному та освітньому просторі.

Означено, що STEM-компетентність є одним із складників професійної компетентності майбутніх педагогів та формує дослідні, мультимедійні, інтегративні, когнітивні та креативні уміння та навички.

Узагальнення та систематизація теоретичного та практичного матеріалу дослідження, дозволило в її структурі виокремити наступні компоненти: мотиваційно-ціннісний, когнітивний, практично-діяльнісний, рефлексивний.

Окреслено походження терміну «STEM-компетентність», представлення зарубіжного досвіду, формулювання визначення підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій та визначення її ролі в професійній компетентності майбутніх педагогів. Досліджено ефективність використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів на основі аналізу наукової літератури. Означено, що процес формування професійної STEM-компетентності майбутніх педагогів та практичної підготовки, включає виконання курсових проектів та педагогічні стажування, що виділяються в освітньому циклі.

Наголошено, що система ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є важливим інструментом, що допомагає оптимізувати навчальний процес та забезпечує якісну підготовку фахівців у галузі освіти, з урахуванням не лише технологічних аспектів, але й педагогічних принципів, методів та стратегій, які сприяють ефективному використанню

STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів. Це зумовлює орієнтованість на створення структурованого та системного підходу до впровадження STEM-технологій у навчання, що дозволяє максимально підвищити ефективність процесу підготовки майбутніх педагогів та збільшити готовність до викликів сучасного світу.

Дослідження наукової літератури у контексті проблематики підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій, дозволило систематизувати та проаналізувати існуючі підходи до підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій. Це сприяло уточненню та розширенню розуміння концепції STEM-компетентності для педагогічної галузі. Дослідження літературних джерел також виявило прогалини та перспективи у цій галузі, що послужило підґрунтям для розробки моделі та методики підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій.

Обґрунтовано та охарактеризовано, що у процесі підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій доцільно застосовувати наступні підходи: системний, основна ідея якого, полягає в розгляді підготовки майбутніх педагогів з точки зору всієї системи освіти, включаючи взаємодію з іншими освітніми закладами та ринком праці; методологічний, що забезпечує використання наукових методів та підходів для проведення досліджень у сфері підготовки педагогів за допомогою STEM-технологій; компетентнісний, що сприяє формуванню потрібних навичок та вмінь для успішної реалізації STEM-освіти в навчальних закладах; та інтегрований, що полягає в поєднанні різних аспектів підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій, таких як теоретична підготовка, практичні заняття та виробнича практика.

Побудовано модель системи ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, що є цілісною системою науково-методологічного, організаційно-діяльнісного та оцінювально-результативного блоків. Науково-методологічний блок представлений системою ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів та складається з обґрунтованих у даному дослідженні підходів. Організаційно-діяльнісний блок

визначає структуру та процеси, необхідні для успішної реалізації цієї моделі. Він охоплює такі аспекти, як організаційна підтримка, розподіл ресурсів, планування та впровадження програм, моніторинг та оцінка результатів. Організаційно-діяльнісний блок забезпечує стабільність та системність у впровадженні STEM-технологій у педагогічну освіту, що дозволяє досягати поставлених цілей ефективно. Оцінювально-результативний блок визначає критерії оцінювання результативності впровадження системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, методику та діагностичні характеристики.

Описано ефективну реалізацію методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, що здійснюється шляхом розробки навчальних матеріалів та методичних рекомендацій із використанням STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, що можуть включати навчальні програми, методичні посібники, вправи та завдання, що спрямовані на розвиток STEM-компетентності. Описано впровадження STEM-технологій у педагогічний процес, де майбутні педагоги беруть участь у навчальних заняттях, де вони вивчають основні принципи та методи застосування STEM-підходів у навчанні та вихованні. Здійснено аналіз отриманих результатів та визначення ефективності використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, з метою підвищення якості навчання та підготовки фахівців.

Метою експериментального дослідження на констатувальному етапі було визначення стану сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів. процесі формувального етапу дослідження було реалізовано та перевірено ефективність методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів.

Описано проведення педагогічного експерименту, який відбувався у три етапи: підготовчий, основний та завершальний. На підготовчому етапі встановлювалися цілі та завдання дослідження, розроблявся план експерименту, визначалися методи вимірювання та обробки даних, відбиралися контрольні та експериментальні групи, проводилася перевірка їхньої однорідності. Під час

основного етапу здійснювалися констатувальні та формувальні дослідження. На заключному етапі аналізувалися результати експерименту, перевірялася їх достовірність, робилися висновки про педагогічний ефект експерименту.

На основі визначених компонентів STEM-компетентності було виділено чотири критерії її сформованості у майбутніх педагогів: мотиваційний, пізнавальний, діяльнісний, творчо-креативний. Для кожного з цих критеріїв було встановлено показники, які використовувалися при діагностиці сформованості STEM-компетентності у майбутніх педагогів. На основі результатів констатувальних досліджень та аналізу наукової літератури було уточнено характеристики рівнів сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів.

На констатувальному етапі експерименту було встановлено наявний рівень сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів у процесі професійної підготовки. Сформульовано висновок про недостатній рівень спрямованості процесу професійної підготовки майбутніх педагогів на формування їх STEM-компетентності як однієї з ключових складових професійної педагогічної діяльності. Після проведення формувального етапу експериментального дослідження було доведено, що зростання рівня сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів експериментальної групи носить системний, інтегрований та обґрунтований характер, визначений впливом упровадженої методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів у процесі професійної педагогічної підготовки. Відповідно до результатів проведеного експериментального дослідження, динаміка змін в експериментальній групі є більш вираженою й дозволяє значно зменшити кількість студентів із низьким рівнем сформованості STEM-компетентності та підвищити кількість здобувачів з високим рівнем сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів та підтвердити ефективність розробленої методики.

Ключові слова: майбутні педагоги, заклади вищої освіти, STEM-технології, підготовка фахівців, LEGO-технології, професійна підготовка, робототехніка.

ABSTRACT

Rakhmanina A. S. Future Educators Training in Higher Education Institutions of Ukraine Using STEM Technologies. Qualifying scientific work is on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 015 «Professional Education (by Specialization)» (01 «Education/Pedagogy»). National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2024.

In the dissertation, a holistic comprehensive analysis of the problem of training future teachers in higher education institutions of Ukraine using STEM technologies and the formation of STEM competence in the system of training future teachers was carried out. Several theoretical and practical conclusions and proposals regarding forming STEM competence among future teachers have been formulated. Dissertation work acquires special importance in connection with changes in the modern educational environment, in particular in innovative educational technologies, which require the pedagogical field to update teaching methods constantly. Therefore, the use of STEM technologies will contribute to improving the learning process and increase the professional competence of future teachers. Given the fact that in Ukraine there is currently a need to implement innovative approaches to the training of qualified teachers who will be able to effectively implement STEM education in the educational process, it was found that one of the most important professional competencies of future teachers is STEM competence because, in the context of global trends in education, the development of STEM competence among teachers becomes strategically important to ensure the competitiveness of future generations in the digital age.

It was found that STEM competence in the educational environment arose from the need to prepare students for life and work in the conditions of the modern technological world. It is described that the process of forming STEM competence in future teachers combines scientific accuracy, technological competence, engineering abilities, and mathematical literacy to solve complex problems. It was determined that the process of forming STEM competence poses the task of developing future teachers' critical thinking, creativity, cooperation, and skills in working with modern technologies.

The definition concept of «STEM competence of the future teacher» is formulated, as a set of skills, knowledge, and abilities necessary for the effective integration of scientific, technological, engineering, and mathematical knowledge into the process of learning and educating students, which involves the teacher's ability to implement innovative STEM approaches in educational process, to stimulate the development of critical thinking, problem-solving and creative approach of students, as well as their preparation for successful adaptation in the modern technological and educational space.

It was determined that STEM competence is one of the components of the professional competence of future teachers and forms research, multimedia, integrative, cognitive, and creative abilities and skills.

Generalization and systematization of the theoretical and practical material of the study allowed to distinguish the following components in its structure: motivational-value, cognitive, practical-active, and reflective.

The origin of the term «STEM competence», the presentation of foreign experience, the formulation of the definition of the training of future teachers using STEM technologies, and the definition of its role in the professional competence of future teachers are outlined. The effectiveness of the use of STEM technologies in the training of future teachers was investigated based on the analysis of scientific literature. It was determined that the process of forming the professional STEM competence of future teachers and practical training includes the implementation of course projects and pedagogical internships that are highlighted in the educational cycle.

It is emphasized that the system of effective use of STEM technologies in the training of future teachers is an important tool that helps to optimize the educational process and provides high-quality training of specialists in the field of education, taking into account not only technological aspects, but also pedagogical principles, methods and strategies that contribute to effective the use of STEM technologies in the process of professional training of future teachers. This leads to a focus on creating a structured and systematic approach to the implementation of STEM technologies in education, which allows to maximize the effectiveness of the process of training future teachers and increase readiness for the challenges of the modern world.

The study of scientific literature in the context of the problems of training future teachers using STEM technologies allowed us to systematize and analyze the existing approaches to training future teachers using STEM technologies. This contributed to clarifying and expanding the understanding of the concept of STEM competence for the pedagogical field. The study of literary sources also revealed gaps and perspectives in this field, which served as a basis for developing a model and methodology for training future teachers using STEM technologies.

It is substantiated and characterized that in the process of training future teachers using STEM technologies, it is advisable to apply the following approaches: systemic, the main idea of which is to consider the training of future teachers from the point of view of the entire education system, including interaction with other educational institutions and the labor market; methodological, which ensures the use of scientific methods and approaches for conducting research in the field of teacher training using STEM technologies; competence, which contributes to the formation of the necessary skills and abilities for the successful implementation of STEM education in educational institutions; and integrated, which consists in combining various aspects of training future teachers using STEM technologies, such as theoretical training, practical classes and industrial practice.

A model of the system of effective application of STEM technologies in the training of future teachers has been built , which is a complete system of scientific-methodological, organizational-activity and evaluation-resultative blocks. The

scientific-methodological block is represented by a system of effective application of STEM – technologies in the training of future teachers and consists of approaches substantiated in this study. The organizational and activity block defines the structure and processes necessary for the successful implementation of this model. It covers aspects such as organizational support, resource allocation, program planning and implementation, monitoring and evaluation of results. The organizational and activity block ensures stability and systematicity in the implementation of STEM technologies in pedagogical education, which allows achieving the set goals effectively. The evaluation-resultative block determines the criteria for evaluating the effectiveness of the implementation of the system of effective use of STEM technologies in the training of future teachers, the methodology and diagnostic characteristics.

The effective implementation of the method of applying STEM technologies in the process of training future teachers is described, which is carried out through the development of educational materials and methodical recommendations using STEM technologies in the training of future teachers, which may include training programs, methodological manuals, exercises and tasks aimed at development STEM competencies. The introduction of STEM technologies into the pedagogical process is described, where future teachers participate in training sessions where they learn the basic principles and methods of applying STEM approaches in education and training. An analysis of the obtained results and determination of the effectiveness of the use of STEM technologies in the training of future teachers was carried out in order to improve the quality of education and training of specialists.

The purpose of the experimental research at the ascertainment stage was to determine the state of formation of STEM competence of future teachers. in the process of the formative stage of the research, the effectiveness of the method of applying STEM technologies in the process of training future teachers was implemented and verified.

The pedagogical experiment is described, which took place in three stages: preparatory, main and final. At the preparatory stage, the goals and tasks of the research were established, the experimental plan was developed, the methods of measurement

and data processing were determined, control and experimental groups were selected, and their homogeneity was checked. During the main stage, ascertaining and formative research was carried out. At the final stage, the results of the experiment were analyzed, their reliability was checked, and conclusions were drawn about the pedagogical effect of the experiment.

Based on the determined components of STEM competence, four criteria for its formation in future teachers were identified: motivational, cognitive, activity, and creative. For each of these criteria, indicators were established that were used to diagnose the formation of STEM – competence in future teachers. Based on the results of ascertaining research and the analysis of scientific literature, the characteristics of the levels of formation of STEM competence of future teachers were specified .

At the ascertaining stage of the experiment, the existing level of STEM formation – competence of future teachers in the process of professional training was established. A conclusion is formulated about the insufficient level of orientation of the process of professional training of future teachers on the formation of their STEM competence as one of the key components of professional pedagogical activity. After conducting the formative stage of the experimental research, it was proved that the growth of the level of formation of STEM competence of the future teachers of the experimental group has a systematic, integrated and justified character, determined by the influence of the implemented method of applying STEM technologies in the process of training future teachers in the process of professional pedagogical training. According to the results of the conducted experimental research, the dynamics of changes in the experimental group is more pronounced and allows to significantly reduce the number of students with a low level of STEM competence formation and increase the number of future teachers with a high level of STEM competence formation and to confirm the effectiveness of the developed methodology.

Keywords: future educators, institutions of higher education, STEM technologies, specialist training, LEGO technologies, professional training, robotics.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**Стаття у періодичному науковому виданні,
включеному до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України
та/або у закордонному виданні, проіндексованому у базах даних
Scopus та/або Web of Science Core Collection**

5. **Rakhmanina A.**, Pinchuk I., Vyshnyk O., Tryfonova O., Koucheva T., Sydorko V., Iliencko O. The usage of robotics as an element of STEM education in the educational process. *International Journal of Computer Science & Network Security*. 2022. Vol. 22 (5). P. 645–651. *(Rakhmanina A. проаналізовано та систематизовано результати досліджень у галузі STEM-освіти, визначено актуальність дослідження, означено наукову новизну, сформульовано практичне значення, відповідно до вимог видання підготовлено публікацію до друку. Pinchuk I. означено особливості впровадження робототехніки у освітній процес з метою розвитку критичного мислення та навичок вирішення реальних проблем у студентів. Vyshnyk O. і Tryfonova O. описано практичні приклади використання роботів у процесі освіти, розглянуто інтеграцію програмування та конструювання у освітній процес. Koucheva T., Sydorko V. і Ілієнко О. наведено результати досліджень, які демонструють підвищення зацікавленості студентів у STEM-дисциплінах завдяки робототехніці, визначено методи оцінювання ефективності використання робототехніки в освіті).*

**Статті у науковому виданні,
включеному до Переліку наукових фахових видань України**

2. Ляховець О. О., **Рахманіна А. С.** Генеза та концептуальні засади загальнолюдських моральних цінностей особистості. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогічні науки*. 2017. № 2. С. 93–99. *(Рахманіною А. С. досліджено історичний розвиток і формування моральних цінностей у різних культурах, розглянуто їх еволюцію від стародавніх часів до сучасності, проаналізовано теоретичні основи моральних цінностей, звертаючи увагу на філософські, релігійні та соціальні*

аспекти, що впливають на їх становлення, охарактеризовано вплив цих цінностей на розвиток особистості, розглядаючи, як вони формують поведінку та світогляд індивіда в сучасному суспільстві. Ляховець О. О. наведено приклади того, як моральні цінності інтегруються в освітні програми та суспільні норми, сприяючи гармонійному розвитку особистості, запропоновано концептуальні підходи до вивчення та виховання моральних цінностей, які можуть бути використані педагогами та психологами).

3. Рахманіна А. С. Особливості LEGO-технологій як засобу розвитку учнів початкової школи. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2022. Вип. 200. С. 207–212.

4. Рахманіна А. С. Реалізація STEAM-освіти в початковій школі шляхом проєктної діяльності. Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. 2022. Вип. 3 (50). Ч. 1. С. 186–193.

5. Рахманіна А. С. Розвиток особистості майбутнього педагога через формування STEM-компетентностей. Гуманітарні студії: педагогіка, психологія, філософія. 2024. Т. 15. № 1. С. 43–50.

Тези наукових доповідей

6. Рахманіна А. С. Застосування LEGO у початковій школі для пізнання світу науки та технології. Наукове забезпечення технологічного прогресу XXI сторіччя: Міжнародна наукова конференція, м. Чернівці, 1 травня 2020 року: тези доповіді. Чернівці, 2020. С. 32–33.

7. Рахманіна А. С. Особливості та переваги LEGO-технологій у навчанні. Tendenze Attuali Della Moderna Ricerca Scientifica: Міжнародна науково-практична конференція, м. Штутгарт, Німеччина, 05 червня 2020 року: тези доповіді. Штутгарт, 2020. С. 82.

8. Рахманіна А. С. STEM-технології у початкових класах. Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти: VI Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція, м. Тернопіль, 24 травня 2021 року: тези доповіді. Тернопіль, 2021. С. 60–61.

9. Рахманіна А. С. Застосування STEM-технологій у початковій школі, як засіб розвитку професійної мобільності учителя початкової школи. Професійний розвиток педагога в умовах інтеграції до європейського освітнього простору: Міжнародна науково-практична конференція, м. Львів, 26–27 листопада 2021 року: тези доповіді. Львів, 2021. С. 206–209.

10. Рахманіна А. С. STEM-підхід до роботи зі словом як носієм та знаряддям свідомого ставлення до світу. Духовний код української ідентичності у вимірі міжкультурної комунікації (до 300-річчя від дня народження Г. С. Сковороди): Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 10–11 листопада 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 52–57.

11. **Рахманіна А. С.,** Кучай О. В. Організація дистанційного навчання у ЗВО в умовах війни. Сучасна гуманітарна наука в інтерпретації молодих дослідників (до 200-річчя К. Ушинського і 125-річчя НУБіП України): Всеукраїнська студентсько-учнівська науково-практична онлайн конференція, м. Київ, 27 квітня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 163–164. *(Рахманіною А. С. висвітлено адаптацію навчального процесу до умов військового конфлікту, досліджено проблеми, з якими стикаються викладачі та студенти, наприклад, нестабільний інтернет-зв'язок і психологічний стрес, розглянуто нові методи та підходи до проведення занять, включаючи використання онлайн-платформ і цифрових ресурсів, описано досвід впровадження гнучких графіків навчання для врахування індивідуальних потреб студентів. Кучаєм О. В. підкреслено важливість підтримки студентів як з академічного, так і з емоційного боку, та надано рекомендації щодо покращення дистанційного навчання в таких екстремальних умовах, зокрема в умовах війни).*

12. Рахманіна А. С. Професійна освіта в умовах війни. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 25 травня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 93–94.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	17
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ЗАСОБАМИ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ.....	24
1.1 Історико-педагогічний аналіз впровадження STEM-технологій у педагогічну систему.....	24
1.2 Сутність та структура STEM-компетентності у системі підготовки майбутніх педагогів.....	46
1.3 Сучасні підходи до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів.....	63
Висновки до першого розділу.....	72
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ЗАСОБАМИ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ.....	82
2.1 Педагогічні умови ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.....	82
2.2 Модель системи ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів.....	104
2.3 Методика застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів.....	120
Висновки до другого розділу.....	126
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДГОГІВ....	137
3.1 Критерії, показники та рівні ефективності системи використання STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів.....	137
3.2 Організація педагогічного експерименту.....	154
3.3 Результати констатувального експерименту формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів.....	157
Висновки до третього розділу.....	178
ВИСНОВКИ.....	182

ДОДАТКИ.....186

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. На сучасному етапі освітнього розвитку, стрімкий розвиток освітніх інновацій та технологій впливає на систему вищої освіти та вимагає нових підходів до підготовки майбутніх педагогів. Одним із таких підходів є застосування засобів STEM-освіти у процесі підготовки майбутніх педагогів. У зв'язку з цим, значна увага у нашому дослідженні, приділяється підготовці майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій. Адже забезпечення якісної вищої освіти, відповідно до вимог сучасності вимагає постійного оновлення педагогічної практики та впровадження інноваційних методів навчання майбутніх педагогів.

Відтак, в умовах сучасного світу, які характеризуються високою мінливістю, використання гнучких, інноваційних та новаторських методик у процесі підготовки майбутніх педагогів є однією з найважливіших умов підвищення якості сучасної вищої освіти, тож використання засобів STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів є ключовим підходом до успішного розвитку вищої освіти в Україні.

Стрімке зростання швидкості науково-технічного прогресу та приєднання України до Європейського освітнього простору вимагають модернізації освіти в Україні. Тож, виникає необхідність узгодити освітні програми підготовки майбутніх педагогів із сучасними вимогами ринку праці, запитами працедавців, потребами суспільства та інтересами здобувачів вищої освіти. Ця необхідність чітко відображається у нормативних документах, за якими формуються умови стратегічного розвитку освіти в Україні. Зокрема, це Закон України «Про освіту» та Закон України «Про вищу освіту», а також Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року, Національна стратегія розвитку цифрової освіти в Україні на 2022-2032 роки, Національна доктрина розвитку освіти, тощо.

Слід зазначити, що проведення досліджень у галузі педагогічної освіти стало предметом наукових праць багатьох вчених, серед них: Жижко Т. А.,

Прошкін В. В. Підготовку майбутніх педагогів, зокрема засобами STEM-технологій, досліджували: Валько Н. В., Коберник О. М.; STEM-технології досліджували: Морзе, Н. В., Онопченко Г. В., Онопченко О. В. Постова К. Г., Поліхун Н. І., Сліпухіна І. А., та ін.

Аспекти впровадження STEM-технологій у процес підготовки майбутніх педагогів розкрили такі вчені: Гавриш І. В., Кириленко С. В., Ігнатуша А. Л. та ін.

Відтак, проблема підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій у закладах вищої освіти України вже знаходить відображення у науковій літературі, проте вона постійно еволюціонує та набуває нових аспектів у контексті змін сучасного суспільства та системи освіти, що обумовлені новими викликами, такими як: поява нових технологій, що впливає на усі сфери людського життя, зокрема на сферу освіти; підвищення рівня технологічної обізнаності сучасних педагогів та готовність співпрацювати з інноваціями; зміна освітніх потреб покоління сьогоднішніх здобувачів освіти у вищій школі, які можна задовольнити шляхом інтеграції STEM-технологій у процес підготовки майбутніх педагогів.

Незважаючи на значний інтерес великої кількості науковців та вчених до професійної підготовки майбутніх педагогів загалом, проблема підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій у закладах вищої освіти України, залишається недостатньо дослідженою, як у теоретичному, та і у практичному аспектах, що відображається у відсутності єдиного визначення сутності та структури цього процесу, теоретично обґрунтованої та методологічно визначеної моделі, розробленої та експериментально апробованої методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів.

Актуальність вирішення окресленої проблеми, а також, аналіз теоретичних та практичних засад підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій у закладах вищої освіти, свідчить про наявність низки суперечностей у цьому процесі:

- між традиційними підходами до підготовки майбутніх педагогів та необхідністю впровадження STEM-технологій у освітній процес;
- між невідповідністю потреб сучасного освітнього простору у технологічно обізнаних, STEM-компетентних педагогах та обмеженими можливостями закладів вищої освіти у впровадженні засобів STEM-технологій у освітній процес;
- між необхідністю цілеспрямованої підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій та відсутністю для цього науково обґрунтованих педагогічних умов;
- між необхідністю оновлення змісту професійної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій та недостатнім розробленням навчально-методичного супроводу цього процесу.

Актуальністю цієї проблеми, її недостатнє теоретичне й практичне опрацювання, а також, виявлені недоліки та суперечності у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів зумовили вибір теми дисертаційного дослідження: *«Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій»*.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Тему дисертації затверджено науковою радою гуманітарно-педагогічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 2 від 20 жовтня 2020 року); уточнено науковою радою гуманітарно-педагогічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 10 від 29 лютого 2024 року). Дослідження виконано в межах науково-дослідної теми кафедри управління та освітніх технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України «Розвиток педагогічної майстерності викладача закладу вищої освіти в умовах освітніх трансформацій» (номер державної реєстрації 0118U004694).

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування й експериментальна перевірка ефективності педагогічних умов підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

Для досягнення окресленої мети було окреслено такі **завдання дослідження**:

1. Проаналізувати стан дослідження проблеми підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій у педагогічній теорії та практичній діяльності закладів вищої освіти України.
2. З'ясувати стан підготовки майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій; конкретизувати компоненти, критерії та показники STEM-компетентності.
3. Визначити й обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність педагогічних умов підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій; змодельовати означений процес.
4. Розробити навчально-методичне забезпечення для підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

Об'єктом дослідження професійна підготовка майбутніх педагогів (спеціальність 011 Освітні, педагогічні науки) у закладах вищої освіти України.

Предметом дослідження є педагогічні умови підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

Для досягнення окреслених мети та завдань дослідження, було застосовано комплекс наступних **методів**:

теоретичні: системний аналіз наукової літератури, теоретичних концепцій та дослідницьких підходів з метою порівняльного аналізу різних поглядів на досліджувану проблему, аналіз нормативно-правових документів щодо організації освітнього процесу, аналіз навчальних планів й освітніх програм підготовки майбутніх педагогів;

емпіричні: застосування методів системного спостереження, проведення бесід, опитування, тестування та анкетування. Здійснення спостереження за процесом навчання та викладання, а також проведення бесід із викладачами ЗВО,

з метою вивчення особливостей застосування засобів STEM-освіти у підготовці майбутніх педагогів; проведення педагогічного експерименту для збору даних щодо ефективності запропонованих педагогічних умов підготовки майбутніх педагогів;

статистичні: застосування статистичних методів для аналізу та узагальнення отриманих даних з метою виявлення основних тенденцій та визначення ступеня ефективності впровадження STEM-технологій у процес підготовки майбутніх педагогів; обробка результатів експериментального дослідження; статистичний аналіз методами статистичної обробки (непараметричний критерій Пірсона χ^2);

графічні: використання графічних методів для візуалізації даних експериментального дослідження, таких як діаграми, таблиці.

Експериментальна база дослідження.

Дослідницько-експериментальна робота проведена на базі Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, Мукачівського державного університету, Національного університету біоресурсів і природокористування України, Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Харківської гуманітарно-педагогічної академії впродовж 2020 – 2024 рр.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає в тому, що: *вперше* визначено, теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено педагогічні умови підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій (*забезпечення стійкої мотивації студентів до активного освоєння майбутньої професії; ефективна організація застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів; навчально-методичне забезпечення процесу підготовки засобами STEM-технологій; використання у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів інтерактивних методів навчання на основі застосування STEM-технологій*); змодельовано процес підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій; *конкретизовано* структуру, компоненти, критерії та показники STEM-компетентності майбутніх

педагогів; *уточнено* сутність понять «підготовка майбутніх педагогів засобами STEM-технологій», «STEM-компетентність майбутніх педагогів»; *удосконалено* діагностичний інструментарій, навчально-методичне забезпечення підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій; *подальшого розвитку набули* теоретичні положення щодо вдосконалення змісту, засобів та методів підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій у закладах вищої освіти.

Практичне значення дисертаційного дослідження полягає у розробці та впровадженні у практику закладів вищої освіти навчально-методичного забезпечення, зокрема: методичні розробки, кейси-ситуації, тестові опитувальники, методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів та забезпеченні науково-методичної бази цього процесу: лекцій, практичних занять, лабораторних досліджень що сприятиме підвищенню якості освіти та готовності випускників до викликів сучасного ринку праці, а також у вдосконаленні педагогічної практики.

Результати дослідження впроваджено на базі Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, Мукачівського державного університету, Національного університету біоресурсів і природокористування України, Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Харківської гуманітарно-педагогічної академії впродовж 2020 – 2024 рр., охоплювало три взаємопов'язаних етапи науково-педагогічного пошуку: констатувальний, формувальний та контрольний. До експерименту залучено 364 особи, із них: 18 викладачів (експертів) та 346 студентів, із яких були сформовані контрольна (КГ – 170 студентів) та експериментальна (ЕГ – 176 студентів) групи.

Апробація результатів дослідження. Теоретичні аспекти та практичні результати дослідження апробувалися та обговорювалися на науково-практичних конференціях міжнародного і всеукраїнського рівнів: Міжнародній науково-практичній конференції «Духовний код української ідентичності у вимірі міжкультурної комунікації» (до 300-річчя від дня народження

Г. С. Сковороди) (м. Київ, 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Трансформація системи міжнародних відносин в умовах російсько-української війни» (до дня спротиву окупації Автономної Республіки Крим та м. Севастополя) (м. Київ, 2023 р.); Всеукраїнській студентсько-учнівській науково-практичній онлайн конференції «Сучасна гуманітарна наука в інтерпретації молодих дослідників» (до 200-річчя К. Ушинського і 125-річчя НУБіП України)» (м. Київ, 2023 р.).

Публікації.

Основні положення дисертації викладено у 12 публікаціях, із них 4 статті у фахових виданнях України, 1 стаття у періодичному науковому виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science Core Collection, 7 – апробаційного характеру.

Структура дисертації.

Робота включає вступ, три розділи, висновки до кожного розділу, загальні висновки та список використаних джерел, який містить 118 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 205 сторінок. Робота містить 15 таблиць, 3 рисунки та 11 додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ЗАСОБАМИ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ

1.1. Історико-педагогічний аналіз впровадження STEM-технологій у педагогічну систему

У сучасному світі велика увага приділяється динаміці стрімкого розвитку, зокрема у галузі освіти. Перспективи удосконалення системи освіти, спрямовані на інтеграцію у глобальний освітній простір передбачає переосмислення цілей підготовки майбутніх педагогічних кадрів до сучасних тенденцій, що здійснюються на основі історико-педагогічного досвіду.

Нині, у педагогічній літературі, поняття «педагогічна система» є досить поширеним. Зокрема, за визначенням Т. Жижко (2005), педагогічна система – це набір елементів, що знаходяться у взаємозв'язку та взаємозалежності, формуючи певну ієрархічну, структуровану цілісність і єдність.

Педагогічна система розкриває основні взаємозв'язки та структуру об'єкта, а також організацію педагогічного процесу – що відбувається в досліджуваному об'єкті, педагогічна технологія – як це відбувається (Прошкін, 2015). Ми погоджуємось із твердженням дослідника, адже поєднання у педагогічній системі творчого потенціалу та науково-пошукової діяльності майбутнього педагога, сприяє розвитку педагогічних кадрів обізнаних у новітніх освітніх тенденціях.

Проаналізувавши праці науковців, слід зазначити, що специфіка педагогічних систем базується на тому, що в них відбувається перебіг педагогічних процесів, тобто педагогічну систему можна визначати як систему управління педагогічними процесами (Прошкін, 2015).

Впровадження STEM-технологій (Science, Technology, Engineering, Mathematics) у педагогічну систему є значущим кроком у розвитку освіти, оскільки відображає потребу сучасного суспільства в підготовці компетентних фахівців з точних наук і техніки.

Проведені О. Коберником (2000) дослідження, показали, що компонент системи є породженням попереднього і підґрунтям для наступного.

Проаналізувавши праці О. Кучая (2010; 2017; 2021) слід підкреслити, що у контексті компонентів педагогічної системи важливо готувати педагогічні кадри з урахуванням сучасних змін та оновлення технологій, оскільки це дозволить забезпечити їхню готовність до сприйняття впроваджених STEM-підходів у навчальний процес та забезпечить ефективну підготовку майбутніх педагогів до вимог сучасності засобами STEM-технологій.

У контексті нашого дослідження, ці складові визначають переміщення, прогрес та покращення педагогічних систем, що впливає на їхню стійкість і життєздатність. Саме тому доцільним є аналіз історико-педагогічної літератури у контексті дослідження STEM-технологій у педагогічній системі.

Насамперед, варто відзначити період формування концепції STEM, що датується кінцем 20-го століття, коли стало очевидним, що розвиток суспільства потребує широкого розуміння і використання знань з наукових, технічних, інженерних та математичних дисциплін.

Дослідивши актуальну наукову літературу, слід зазначити, що поняття STEM, аббревіатура від Science (науки природничо та гуманітарного спрямування), Technology (сучасні технології), Engineering (інжиніринг, проектування та дизайн) та Mathematics (точні науки) – термін, який представляє сучасний підхід до освітньої політики та розробки навчальних програм на основі інтеграції природничо-математичних дисциплін та технологій, зокрема інформаційно-комунікаційних (Поліхун та ін., 2019).

У ході нашого дослідження, нами було означено, що STEM-освіта спрямована на розвиток особистості шляхом формування компетентностей, наукового розуміння світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей через трансдисциплінарний підхід до навчання. Цей підхід ґрунтується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань і навичок для розв'язання реальних проблем з подальшим їх використанням у професійній сфері.

Це особливо актуально у процесі підготовки майбутніх педагогів, у контексті зростаючих вимог щодо розробки складних технічних систем, комп'ютерних технологій, STEM-технологій тощо, у процесі визначення пріоритетів у різних освітніх аспектах. Відтак, для вирішення актуальних проблем у сфері професійної підготовки майбутніх педагогів впроваджуються нові технології організації вищої освіти, зокрема STEM-технології. У ході нашого дослідження, було виявлено, що ці технології вимагають наповнення новим змістом, що відповідає стратегічним цілям підготовки майбутніх педагогів і включає сучасні аспекти навчання майбутніх педагогів та нові методології.

Впровадження STEM-підходів у навчальний процес розпочалося з ізольованих ініціатив окремих навчальних закладів, що зосереджувалися на поєднанні вивчення природничих наук з технологіями та інженерією. Ці експерименти демонстрували ефективність інтегрованого підходу до навчання.

Одним зі способів ефективного розвитку процесу підготовки майбутніх педагогів та формування STEM-компетентності, за визначенням С. Подлесного й О. Тарасова (2019), є впровадження STEM-технологій у професійну підготовку студентів, як майбутніх педагогів.

Поступово, зі зростанням інтересу до STEM-освіти, виникали міждисциплінарні програми, що поєднували зусилля вчителів з різних наукових дисциплін для створення цілісного навчального процесу. Це сприяло розвитку критичного мислення та творчих навичок здобувачів освіти.

Крім того, відомим є те, що одним із сучасних напрямів у будь якій сфері є застосування новітніх технологій. Це стосується і системи освіти. Однією з таких є технологія STEM-освіти, що включає в себе поєднання наукових природничих знань, інженерії та техніки, а також точних математичних обчислювань. Проаналізувавши ряд наукових праць, можна сказати, що STEM-освіта бере витоки з різних країн. Однак, флагманом технологій STEM-освіти є США.

Провівши аналіз наукових публікацій, можна стверджувати, що зарубіжний досвід має велике значення для української освіти, зокрема професійної підготовки майбутніх педагогів. STEM-технології є одним із актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку професійної підготовки майбутніх педагогів в Україні, яка охоплює дисципліни природничо-математичних та гуманітарних спрямувань. Відтак, важливо проаналізувати проблеми становлення STEM-освіти у США та означити шляхи впровадження американського досвіду у освітній процес в Україні. У США питанням STEM-освіти займаються такі організації, як: Міністерство освіти США, Національний науковий Фонд, Смітсонівська установа, Комітет зі STEM-освіти Національної наукової та технологічної ради та інші (Бабійчук, 2018). Згідно із дослідженнями закордонного досвіду, як окрема галузь, STEM-освіта виокремилася в США 2009 року з програми «Educate to Innovate» (Сліпухіна та ін., 2016).

У зв'язку з успіхом окремих програм, багато країн почали активно підтримувати впровадження STEM-освіти на рівні державної політики. Це включало в себе виділення фінансових ресурсів на розвиток STEM-навчальних програм, підтримку вчителів та створення спеціалізованих навчальних закладів.

Аналізуючи праці науковців, які досліджували проблематику становлення STEM-освіти, слід зазначити, що інтеграція наукових, технологічних, інженерних та математичних програм STEM, згідно з аналізом науково-педагогічної літератури, це освітній тренд. Дослідники окресленої галузі зазначають, що метою впровадження STEM-технологій в освіті є підготовка здобувачів освіти до вимог XXI століття, одночасно задовольняючи майбутні потреби суспільства. Відтак впровадження STEM-технологій у педагогічну систему зосереджене на розвитку міждисциплінарному досвід. Це характеризується постійним професійним розвитком педагогів, який поєднується з практикою, базується на компетенціях і зосереджується на розвитку здібностей логічного мислення STEM у контексті реального світу (Mayes & Rittschof, 2021).

Провівши аналіз наукової літератури, можна стверджувати, що в умовах розвитку освітнього простору, крім США, STEM-освіта знаходить відображення і у закордонному освітньому досвіді Грузії. Зокрема, прослідкувати процес зародження STEM-освіти можна у проекті впровадження STEM-технологій у педагогічну систему, який формувався Інноваційним фондом департаменту освіти Грузії з метою забезпечення професійного розвитку педагогів.

У контексті нашого дослідження, слід окреслити те, що проект підтримав впровадження міждисциплінарного досвіду STEM через модулі курсу в існуючих природничих і математичних курсах, а також через нові міждисциплінарні курси STEM-освіти. Відтак, спираючись на закордонний освітній досвід, слід зазначити, що двома основними результатами проекту, які цікавлять нас з огляду на контекст нашого дослідження були:

- підвищення залученості та наполегливості студентів у STEM-проектах;
- покращення обізнаності студентів щодо STEM-освіти.

Спираючись на наукові праці, слід стверджувати, що передбачувані довгострокові результати впровадження STEM-технологій у педагогічну систему полягали в тому, щоб задовольнити майбутні потреби ринку праці шляхом збільшення кількості студентів обізнаних STEM-технологіях і розвинути STEM-грамотних громадян, які можуть приймати обґрунтовані рішення щодо грандіозних реальних проблем, що впливають на їх майбутнє (Mayes & Rittschof, 2021).

Відтак, для розвитку прогресивних, STEM-грамотних громадян, слід переосмислити напрям сучасної освіти, зокрема у контексті підготовки педагогічних кадрів. Ця думка відображена у працях Н. Морзе (2018), з огляду на спрямування освіти на відповідність майбутнім вимогам, засноване на міжпредметних знаннях і вміннях, та використання компетентностей у високотехнологічному, швидкозмінному і мультикультурному суспільстві, є основним напрямком для багатьох освітніх систем, зокрема системи підготовки майбутніх педагогів. Це особливо стосується країн, які спрямовують своє майбутнє на розвиток техніки та технологій, демонструють високі темпи росту

внутрішнього потенціалу, передбачають стрімкі вимоги виробництва до висококваліфікованих фахівців з прикладних розробок, математичних обчислень, ІТ та інженерії, що є основою STEM-освіти.

Аналізуючи розвиток STEM-освіти, важливо звернути увагу на наявні освітні стратегії, які пропонують шляхи вирішення проблем у цій області і включають спеціальні програми для різних рівнів освіти – початкової, середньої та вищої професійної. Такі країни, як Австралія, Англія, Шотландія та США, опублікували національні доповіді, що містять рекомендації щодо впровадження реформи STEM-освіти (Кузьменко, 2016).

Оскільки ми здатні вирішувати будь-які виклики, які чекають попереду, життєво важлива частина наших інвестицій має бути спрямована на цілісну наукову, технологічну, інженерну та математичну компанію (STEM) – усі рівні STEM-освіти та досліджень. Навчання в галузі STEM має надати Австралії як експертів-практиків, так і обізнану та сприйнятливую спільноту. Дослідження в галузі STEM повинні забезпечувати постійний потік нових ідей і знань. Інновації мають перетворити знання на нові та кращі способи роботи на благо всіх австралійців і людства загалом, використовуючи глобальні зв'язки, які є невід'ємною частиною якісного STEM. Але цінність інвестицій у STEM буде зменшена, якщо практики працюватимуть без належної уваги до суспільства та його бажань, потреб, прагнень і проблем. Тому інвестиції в освіту та дослідження STEM мають бути пов'язані з цінною роботою в соціальних і гуманітарних науках, обидві з яких мають вирішальне значення для нашого розуміння та запису нашого світу, нашої культури, наших знань про суспільство та відносини в суспільстві.

У відповідності до нашого дослідження, у епоху формування інформаційного суспільства, коли знання стають основним капіталом та головним ресурсом економіки, освіта перетворюється не лише на ключову умову самореалізації та самоактуалізації особистості, розвитку її творчого потенціалу, але й на найважливіший чинник соціально-економічного та духовного піднесення держави, забезпечуючи її конкурентоспроможність на міжнародній

арені. У цьому контексті система освіти, зокрема система підготовки майбутніх педагогів, повинна не лише забезпечити успішну адаптацію педагогів до умов інноваційного суспільства, а й формувати інтелектуальну еліту країни. Тому на сучасному етапі розвитку в Європі та США особлива увага приділяється вихованню інтелектуально обдарованих майбутніх педагогів здібних й обдарованих, що вважається одним із найважливіших напрямів STEM-освіти.

Відображення цих ідей ми знайшли у працях І. Гавриш і С. Кириленко (2017), яка зазначає, що жодна людина не зможе заперечити, що обдарованість є одним з найважливіших, скарбів будь-якої країни, яка розвивається у відповідності до інновацій. Автор зазначає, що практично всі експерти, що здійснювали аналіз феномену інноваційного ривка зарубіжних країн, незмінно вказують на вмиле, раціональне використання інтелектуальних ресурсів, що також є елементом STEM-освіти. Відтак, можна прослідкувати підвищення рівня освіти, зокрема підготовки майбутніх педагогів, серед усього населення, де модельна організація системи освіти на всіх рівнях, а також збільшена увага до майбутніх педагогів.

Незважаючи на успіхи, впровадження STEM-технологій також стикається з викликами, такими як недостатня підготовка вчителів, нестача матеріальних ресурсів та потреба у постійній модернізації навчальних програм. Проте, з урахуванням стрімкого розвитку технологій та зростання конкурентоспроможності країн, STEM-освіта залишається пріоритетом для багатьох держав.

З огляду на розвиток та становлення STEM-освіти у зарубіжних країнах, досвід яких застосовується в Україні, слід означити, що особливий статус STEM-освіти був визначений у Національному науковому фонді (National Science Foundation – NSF), американській державній організації, що фінансує наукові дослідження та освіту у галузях науки та техніки в США. Таким чином, американці вважаються піонерами цієї освітньої технології.

Відповідно до аналізу наукових джерел, варто наголосити, що інші країни підтримали ідею визначальної ролі фундаментальних досліджень у

економічному зростанні та підвищенні конкурентоспроможності науки та технологій, зокрема STEM-технологій. Внаслідок цього, західні держави вже пройшли етапи формування STEM-освіти у розвитку підготовки майбутніх педагогів. Тому ми погоджуємось із твердженням Н. В. Валько, про вивчення досвіду формування та розвитку STEM-фахівця, зокрема педагога, в інших країнах, яке є актуальним для процесу підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій (Валько, 2018).

Дослідивши наукові джерела, можна охарактеризувати розвиток STEM-технологій у системі освіти у зарубіжних країнах. Відтак, у 2015 році Міністерством освіти США разом з Американськими інститутами досліджень (American Institutes for Research – AIR) було провело серію конференцій зі спеціалістами у сфері STEM-освіти. Згідно із результатами цих зустрічей було сформовано стратегію бачення STEM-освіти або концепції «STEM 2026» (Пшенична, 2019).

Згідно з актуальними науковими дослідженнями, серед усіх положень, в освіті до 2026 року, ми акцентуємо увагу на наступних аспектах:

- перенесення фокусу популяризації STEM-дисциплін від практики до теорії та актуальних, привабливих, доступних для всіх освітніх можливостей незалежно від раси, етнічності, інклюзивності, мови, гендерної приналежності або географічного положення;
- створення освітнього простору STEM, де кожен бере на себе відповідальність за власний досвід та професійний розвиток;
- створення саморегульованого гнучкого STEM-освітнього середовища з інтелектуальними системами навчання для забезпечення індивідуального підходу (Пшенична, 2019).

Аналізуючи наявні дослідження у наукових виданнях, слід зазначити, що у 2017 році в Канаді розпочалася національна дискусія про майбутнє STEM-освіти у сфері науки, техніки, інженерії та математики. Згідно із дослідженнями Н. Валько, результатом цієї дискусії стала ініціатива «Канада 2067», яка спрямована на створення майбутньої системи освіти у галузі STEM-технологій.

У 2017 році в Канаді було ініційовано національну дискусію про майбутнє освіти в галузі науки, техніки, інженерії та математики. Н. Валько (2018) зазначає, що за результатами цієї дискусії було започатковано ініціативу «Канада 2067», спрямовану на формування майбутнього навчання в галузі STEM.

Відповідно до нашого дослідження, проаналізувавши наукові джерела, слід наголосити, що з огляду на стрімкий розвиток та становлення прогресивного освітнього напрямку STEM, багато країн слідом за США та Канадою підхопили ініціативу розвитку STEM-освіти. А. Ігнатуша зазначає, що вже сьогодні навчальні заклади Франції, Великої Британії, Австралії, Китаю, Сінгапуру пропонують здобувачам освіти сертифіковані державні освітні програми у галузі науки та техніки та проводять навчання майбутніх педагогів у галузі STEM-технологій (Ігнатуша, 2016).

Незважаючи на те, що в центрі уваги цієї стратегії буде STEM, це буде австралійське підприємство STEM, яке працює за «соціальною ліцензією», яка є частиною її «договору» з суспільством. Ця стратегія спрямована на уряд Австралії. Це тому, що саме підхід австралійського уряду та його профіль витрат матимуть найбільший вплив на STEM в Австралії. Однак важливо, щоб штати та території проводили консультації щодо відповідних питань під час розробки політики та програм. Окупність буде більшою, якщо певна частка інвестицій штату та території узгоджується з інвестиціями федерального уряду. Реальність така, що ми не можемо розслабитися. Ми не можемо бути самовдоволеними. Не може бути відчуття права. Ми повинні розуміти, що ми отримаємо майбутнє, яке заробимо.

У проаналізованих нами наукових дослідженнях зазначено, що у квітні 2017 року Міністерство освіти Китаю оголосило офіційно про введення в навчальну програму початкової школи STEM-освіти, випустивши серію навчальних матеріалів та навчальних посібників STEM для майбутніх педагогів (Guo, 2012). Проте, Н. Валько (2018) зазначає, що не всі педагоги були готові до нових методів навчання, зокрема проектної діяльності. Лише частина шкіл та університетів почали розробку методичного забезпечення, частина шкіл

використовують проектне навчання. Тому згідно з дослідженнями науковців, які займались окресленою нами проблематикою, одним із ключових моментів упровадження нових стандартів STEM-освіти стала підготовка педагогів та їх професійний розвиток засобами STEM-технологій (Office of the Chief Scientist, 2013).

На відміну від Китаю, Австралія відома своїми більш гнучкими вимогами до педагогів і системи освіти в цілому. Ці ідеї знаходять відображення у освітній стратегії Австралії дослідженій нами. Відтак у 2013 році австралійським урядом було прийнято стратегію розвитку STEM напрямів в інтересах держави (Office of the Chief Scientist, 2013).

Серед основних завдань цієї стратегії є такі, що відповідають контексті нашого дослідження:

- підвищення якості дисциплін, які є основою STEM виробництва;
- сприяння математиці, науці, техніці та технологіям;
- підвищення обізнаність педагогів та їх взаємодію зі STEM-технологіями (Office of the Chief Scientist, 2013).

Слід зазначити, що ідеї цієї стратегії знаходять відображення у наукових працях вітчизняного автора А. Ігнатуші (2018). Автор зазначає, що популяризація в Австралії обізнаності педагогів у сфері STEM є схожою зі стратегією США, щодо поширення актуальності STEM-дисциплін.

Спираючись на освітній досвід інших держав у популяризації STEM-технологій в сфері освіти, виявлено переваги для української освіти. Основною перевагою для розвитку освітнього простору в Україні є те, що STEM-освіта – це послідовність курсів або програм навчання, яка готує здобувачів освіти до успішного влаштування на роботу, продовження освіти протягом життя або до інших цілей практичного спрямування, і вимагає розвитку різних та більш технічно складних навичок, зокрема у використанні математичних знань та наукових концепцій у галузі STEM-освіти (Ігнатуша, 2018).

Також перевагою для освіти в Україні є те, технології STEM доцільно використовувати на різних освітніх рівнях, зокрема в початковій школі. Так як,

STEM-освіта, починається в дитячому садку, продовжується в закладах шкільної та позашкільної освіти, у вищій школі сприяє інтенсифікації процесу здобуття знань, засвоєнню інновацій, завдяки цьому формується висококваліфікований кадровий потенціал, зокрема STEM-компетентних педагогів, що є двигуном зростання інноваційної держави.

Як зазначає А. Ігнатуша (2018) у STEM-освіті в Україні, акцент робиться на практичних завданнях або проблемах схожих до реального життя. Згідно із цим твердженням, здобувачі освіти навчаються шукати рішення не тільки в теорії, але й, через практичні експерименти та випробування. Відтак, STEM-освіта це навчанням на практиці, тобто підхід від теорії до практичної діяльності у STEM, це зазвичай обернений підхід до освіти: спочатку відбуваються експерименти, створення проектів та винаходів, а потім, у процесі цієї діяльності, відбувається засвоєння теорії та нових знань.

В Україні за STEM методикою, в центрі уваги знаходиться практичне завдання чи проблема. Здобувачі освіти вчать знаходити шляхи вирішення не в теорії, а прямо зараз шляхом спроб та помилок. STEM-освіту часто називають «навчанням навпаки». Ланцюжок «від теорії до практики» у STEM зазвичай зворотний: спочатку – гра, придумування та майстрування пристроїв і механізмів, а вже потім, у процесі цієї діяльності, – опанування теорії і нових знань (Ігнатуша, 2018).

Спираючись на аналіз досвіду стратегій розвитку освіти у зарубіжних країнах, слід зазначити, що в Україні популярності набувають такі варіанти STEM-освіти:

- STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics – науки природничого та гуманітарного спрямування, інноваційні технології, проектування та дизайн);
- STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics – науки природничого та гуманітарного спрямування, інноваційні технології, інжиніринг, мистецтво, математика);

- STREAM (Science, Technology, Reading, Engineering, Arts, Mathematics – науки природничого спрямування, інноваційні технології, читання, інжиніринг, мистецтво, математика) (Office of the Chief Scientist, 2013).

Відтак, можна стверджувати, що STEM-освіта може стати дієвим способом інноваційного процесу підготовки майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України, який зробить цей процес конкурентоздатним серед держав, які обрали шлях освітніх інновацій.

Як наголошує Н. Вяткіна (2015), зміни у сфері освіти значно впливають на процеси навчання, створюючи різноманітні виклики для галузі освіти. Оскільки освітні процеси повинні відповідати потребам розвитку світової цивілізації, необхідно впроваджувати в сучасну систему підготовки майбутніх педагогів новітні методологічні та методичні підходи. Ці підходи мають сприяти формуванню освіченої, креативної та здатної вирішувати складні науково-технологічні завдання особистості, що є основою STEM-технологій в освіті.

Достатньо науково обґрунтованим, з погляду педагогічної теорії та практичних досліджень, основою формування інноваційного освітнього середовища майбутніх педагогів, є STEM-освіта. Методична платформа STEM-освіти базуються на принципах створення умов забезпечення науково орієнтованої освіти як організації цілеспрямованої пізнавальної діяльності майбутніх педагогів для вмінь та навичок здійснювати наукові дослідження.

Запровадження STEM-навчання майбутніх педагогів в Україні пов'язана із стрімким розвитком ІТ-технологій, нанотехнологій, що зумовило потребу змін в освіті.

Здійснивши аналіз вітчизняних нормативно-правових документів, ми дослідили, що у методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти, зазначено ідеї використання інноваційного принципу STEM-освіти – принципу інтеграції. Відтак, даний принцип дає змогу здійснювати модернізацію методологічних засад, вмісту та обсягу навчального-методичного матеріалу дисциплін природничого спрямування та гуманітарних дисциплін. У свою чергу, це забезпечує технологізацію освітнього процесу та формування навичок

розв'язання реальних (комплексних) практичних проблем, креативних якостей, критичного мислення, та когнітивної адаптивності, організаційних та комунікаційних здібностей, а також уміння оцінювати проблеми та приймати рішення щодо готовності до свідомого вибору майбутньої професії, цілісного наукового світогляду, ціннісних орієнтирів, STEM-компетентності; всебічний особистісний розвиток через виявлення у неї нахилів та здібностей; розвиток навичок оволодіння засобами пізнавальної, дослідницької та практичної діяльності; формування особистості, яка прагне до освітніх здобутків протягом життя, формування навичок та умінь практичного і творчого спрямування здобутих знань (Міністерство освіти і науки, 2019).

У сучасному освітньому процесі основною метою є формування особистості майбутнього педагога, яка була б готовою до освітньої діяльності у XXI столітті. Такий педагог повинен бути здатна до саморозвитку протягом життя, самоосвіти, самовдосконалення та самореалізації. З огляду на це, освіта повинна мати стратегічну спрямованість, орієнтовану не лише на вирішення сьогоднішніх завдань, але й з урахуванням майбутніх викликів, передбачати можливі проблемні ситуації та інтегрувати нові досягнення науки і технологій, що є основою STEM-технологій. Крім того, STEM-технології в освіті повинні поєднувати найкращі практики освітніх систем навчання та забезпечувати адекватність потенціалу ресурсів майбутніх педагогів (Гончарова, 2017).

Відтак, набирає все більшої популярності у процесі підготовки майбутніх педагогів, STEM-освіта.

Згідно з дослідженнями, Україна здійснює кроки у напрямку впровадження STEM-освіти. Відтак, у Державній науковій установі «Інститут модернізації змісту освіти» у серпні 2015 року було утворено відділ STEM-освіти. Місія цього відділу полягає у реалізації наступних завдань:

- розроблення загальної стратегії впровадження та підтримки STEM-освіти в Україні;
- створення нормативно-правових актів та науково-методичних матеріалів щодо супроводу впровадження STEM-освіти;

- забезпечення науково-методичної підтримки експериментальної інноваційної діяльності у загальноосвітніх навчальних закладах, які впроваджують STEM-освіту.
- надання допомоги консультативного, науково-методичного та практичного спрямування, для закладів освіти та організацій з питань STEM-освіти;
- здійснення аналізу процесу становлення STEM-освіти, та шляхів динаміки впровадження та підвищення ефективності впровадження освітніх інновацій та виявлення проблем прогнозування подальших тенденцій розвитку напрямів STEM-освіти;
- створення мережі STEM-центрів (лабораторій) та формування інформаційної бази освітніх інновацій у галузі STEM-освіти;
- спрямування організації робочих груп сформованих із науковців та педагогів у галузі STEM;
- налагодження зв'язків та комунікації зі службами та структурами освітньої галузі, які займаються впровадженням STEM-освіти в Україні;
- впровадження проведення курсів та науково-практичних семінарів з підготовки та підвищення кваліфікації педагогічних працівників з питань інноваційної освітньої діяльності у сфері STEM-освіти;
- організація проведення наукових досліджень у галузі вивчення зарубіжного та вітчизняного досвіду з питань впровадження STEM-освіти;
- поширення досвіду та наукових здобутків у галузі STEM-освіти шляхом розповсюдження наукових публікацій та презентацій (науково-практичних конференцій, тренінгів, семінарів, інших масових заходів науково-практичного спрямування) (Левківський та ін., 2016).

Слід зазначити, що в умовах історико-педагогічного розвитку STEM-освіти, було визначено, що занурення в STEM-орієнтоване навчальне середовище формує у здобувачів, визначені у проекті Закону «Про освіту» необхідні компетентності, зокрема STEM-компетентність майбутніх педагогів:

- спілкування іноземними мовами, що є компонентом STEM-компетентності з огляду на дисципліни гуманітарного спрямування;
- математична грамотність передбачає уміння майбутніх педагогів застосовувати методи математичних дисциплін та точних наук для вирішення прикладних завдань, схожих до реального життя, у різних сферах діяльності, здатність до розуміння і здійснення пошуку простих рішень для розв'язання проблем;
- компетентності та обізнаність природничих науках і технологіях. Наукове розуміння природи і сучасних технологій, а також здатність застосовувати його в практичній діяльності. Уміння застосовувати науковий метод, спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результати;
- інформаційно-цифрова компетентність, як елемент STEM-компетентності, передбачає впевнене та критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій та STEM-технологій для створення, пошуку, обробки та обміну інформацією у педагогічній сфері, публічному просторі та приватному спілкуванні. Включає інформаційну, медіаграмотність та STEM-грамотність, основи програмування, алгоритмічне мислення, а також розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо). Є важливою складовою STEM-компетентності, яка охоплює інтеграцію науки, технологій, інженерії та математики, що сприяє вирішенню складних завдань, інноваціям і технологічному прогресу (Соколовська, 2022).

Соціально-економічні зміни потребують від сучасної людини оволодіння тими знаннями, вміннями, навичками, що дадуть змогу їй швидко адаптуватись та гнучко взаємодіяти із соціумом, створюючи сприятливі умови для самореалізації та саморозвитку. Саме STEM-освіта покликана забезпечити цей процес. Відтак, STEM-підходи знаходять відображення у освітньому процесі в українських закладах вищої освіти.

Крім того, STEM-освіта в Україні реалізується шляхом проведення олімпіад, діяльності Малої академії наук, інших закладів освіти, а також конкурсів і заходів: Intel Techno Ukraine та Intel Eco Ukraine, а також Фестиваль науки Sikorsky Challenge та наукові пікніки, хакатони тощо.

У рамках історико-педагогічних змін та новацій, сьогодні STEM-освіта в Україні заснована на таких міждисциплінарних підходах (Ігнатуша, 2018):

- підхід співпраці, який полягає у тому, що невеликі міждисциплінарні команди потребують співробітництва, взаємодопомоги та швидкого мислення, щоб успішно завершити проєкт;
- творчий підхід, включає креативність, творчість та інновації. За такого підходу, ті здобувачі, які здатні вийти за межі технічних навичок і мислити нестандартно, мають можливість створювати інновації в різних сферах людської діяльності;
- комунікативний підхід, полягає у навчанні із застосуванням STEM-технологій у спілкування, що надає широкі можливості комунікації «один на один» та «один-до-багатьох».

Дотримання цих підходів у системі впровадження STEM-освіти в Україні, дає змогу стрімко підвищувати рівень розвитку системи освіти нашої держави, на рівні зарубіжного досвіду. Відтак, інтеграція науки, технологій, інженерії та математики в освітній процес дозволяє здобувачам освіти не тільки здобувати теоретичні знання, а й застосовувати їх на практиці, розвиваючи критичне мислення, творчі здібності та навички вирішення складних завдань.

Можна констатувати, що ці підходи формують у здобувачів здатність мислити нестандартно, що є ключовим для винаходів та інновацій у багатьох сферах життєдіяльності, що у свою чергу є фундаментом STEM-освіти та розвитку STEM-компетентності. Розвиваючи таку компетентність, українські освітні заклади готують нове покоління фахівців, здатних конкурувати на глобальному ринку праці та робити вагомий внесок у розвиток економіки і технологічного прогресу країни.

Впровадження STEM-освіти також сприяє розвитку співпраці між різними навчальними закладами, науковими установами та бізнесом, що дозволяє залучати додаткові ресурси та створювати більш сучасні навчальні програми. Це, в свою чергу, підвищує мотивацію до навчання, робить освітній процес більш цікавим і наближеним до реальних умов праці.

Крім того, залучення міжнародного досвіду та кращих практик з інших країн допомагає вдосконалювати методики викладання і запроваджувати інноваційні технології у навчальний процес. Таким чином, українська система освіти не тільки наздоганяє зарубіжні країни, але й має потенціал для створення власних унікальних підходів, які можуть стати прикладом для інших у галузі STEM-освіти.

Загалом, впровадження STEM-освіти в Україні є стратегічно важливим кроком, що забезпечує підготовку високоосвічених, творчих і технічно грамотних фахівців, зокрема майбутніх педагогів, здатних вести країну до успіху в сучасному світі.

Академічні та теоретичні знання – не єдине мірило професійності педагога XXI століття. Відтак, креативне, критичне, аналітичне, творче та інноваційне мислення, вміння працювати над командними проектами, STEM-грамотність та навички ефективного використання STEM-технологій – це лише частина характеристик сучасного успішного педагога. Педагоги, компетентні у галузі STEM-освіти, мають вміти вирішувати реальні задачі та проблеми, розуміючи й використовуючи наукові STEM-підходи та володіти STEM-технологіями, які допомагають розв'язувати ці проблеми.

У цьому контексті І. Гавриш (2013) зазначає, що будь-яке навчання має починатися з пошуку, адже це перший крок у. Другим кроком є навчання здобувачів освіти формулювати пошукові запити, а третім – є формулювання гіпотези на основі поставленого запиту, і нарешті – порівняння їх з досвідом дослідників минулих років. Крім того, для ефективності навчання після висвітлення гіпотези потрібно дати можливість здобувачам власноруч зробити

проект, що дозволить застосувати отримані знання на практиці що є основою STEM-освіти.

На сьогодні в нашій країні вже започатковано низку ініціатив, спрямованих на впровадження STEM-освіти. Зокрема, в Україні представлено План заходів на 2016-2018 роки, щодо впровадження STEM-освіти (затверджено Міністерством освіти і науки України від 05.05.2016 р.), крім того, з питань поширення STEM-освіти створено робочу групу (протокол №7 від 16.05.2017).

Сьогодні пропонується проект Концепції STEM-освіти в Україні (2017) у якому висвітлені мета та окреслені завдання STEM-освіти, сформульовані структура та зміст STEM-освіти, означена необхідність підготовки майбутніх педагогів до реалізації STEM-освіти, крім того, при Інституті модернізації змісту освіти створено відділ STEM-освіти.

З огляду на вищезгаданий освітній проект, головною метою STEM-освіти є формування і розвиток пізнавальних та творчих якостей здобувачів освіти, зокрема майбутніх педагогів, рівень яких є конкурентно стійким на освітньому просторі; удосконалення STEM-освіти у закладах вищої освіти; підготовка здобувачів до освіти протягом життя і працевлаштування відповідно до вимог XXI-го століття.

У контексті нашого дослідження, упровадження у процес освіти методичних підходів STEM-освіти, сприятиме формуванню у здобувачів освіти не лише ключових характеристик, які визначають компетентне мислення та формування компетентності дослідника, а й забезпечить кращу соціалізацію особистості. Завдяки STEM-освіті здобувачі розвивають навички співпраці, критичного мислення та творчого вирішення проблем, що є фундаментальними для сучасної освіченої людини.

Однією з основних переваг STEM-освіти є розвиток STEM-компетентності, зокрема уміння працювати в команді, що вимагає більшої витривалості та гнучкості, ніж одноосібне виконання поставленого завдання. Плідна співпраця з товаришами по команді є критично важливим аспектом формування STEM-компетентності, оскільки вона дозволяє здобувачам освіти

вчитися спільно приймати рішення, враховувати різні точки зору та ефективно комунікувати. Крім того, методичні рішення STEM-освіти сприяють розвитку у здобувачів освіти здатності адаптуватися до швидко змінюваних умов сучасного світу, розуміти і застосовувати наукові підходи для вирішення реальних проблем. Це не тільки підвищує їхню академічну успішність, але й готує до активної участі в суспільному житті та професійній діяльності, зокрема у роботі майбутніх педагогів, де співпраця і командна робота є невід’ємними складовими успіху (Ревков & Тамкович, 2018).

Таким чином, інтеграція STEM-освіти в навчальний процес є стратегічно важливим кроком, що дозволяє виховувати освічених, інноваційно мислячих та соціально адаптованих фахівців, зокрема майбутніх педагогів готових до викликів сучасного світу.

Сьогодні STEM є одним з ключових напрямів інноваційної освіти. STEM-освіта – це не лише передача знань від педагогів до здобувачів освіти, але й спосіб розширення свідомості та зміни реальності у всіх сферах освітнього простору. Часто STEM-освіту порівнюють з «навчанням навпаки», де ланцюжок «від теорії до практики» зазвичай зворотний: спочатку – експерименти, творчість та майстерність у створенні проєктів, а вже потім – оволодіння теорією та новими знаннями у процесі практичної діяльності. Однак STEM-освіта – це не лише «навчання навпаки» від практики до теорії (Ревков & Тамкович, 2018)..

У рамках дослідження науково-педагогічної літератури, нами було означено, у процесі STEM-освіти, здобувачі освіти можуть отримувати нові знання та вирішувати проблеми, представлені викладачами STEM через проєктні підходи до дослідження, навички критичного мислення, співпраці тощо, але найголовніше, навчання учнів повинно відповідати їхньому повсякденному життю. Діяльність учнів включає соціальні елементи, культурні фактори та фізичну взаємодію між ними в освітньому процесі. Тому освітяни мають впевнено вірити, що за допомогою STEM-освіти можуть виявлятися кваліфіковані і конкурентоспроможні студенти в епоху глобалізації.

Інтегрована STEM-освіта відноситься до інтегрованого підходу до дисциплін, які утворюють його скорочення (наука, техніка, техніка та математика). Його метою є розвиток інтегрованої освіти з раннього віку.

Вона обертається навколо вирішення реальних проблем навколишнього середовища шляхом розслідування та інновацій таким чином, щоб мотивувати учнів. Це допомагає їм стати відповідальними та автономними учасниками власного навчання, виробити необхідні компетенції для прогресу та співіснування в суспільстві, та покращити самоєфективність у дисциплінах STEM.

Отже, це передбачає використання STEM-технологій, серед яких: навчання на основі проведення опитувань, методологія проектування, а також навчальне кодування та робототехніка для розвитку обчислювального мислення. Усі ці STEM-технології орієнтовані на здобувача освіти, а у їх основі – реальні проблеми, вирішення яких, сприяє спільному навчанню на основі здійснення досліджень та практичної діяльності (експериментів), що допомагають у розвитку критичного мислення та творчості, а також самостійності у навчанні. Вищезазначені STEM-технології використовуються з метою для полегшення наукового вивчення та здатні покращити процес формування STEM-компетентності та навичок здобувачів шляхом підвищення їхнього інтересу, та мотивації (García-Carrillo та ін., 2021).

Освіта двадцять першого століття вимагає навичок у галузі науки, техніки, техніки та математики (STEM) для вирішення складних комплексів ситуації, і ці можливості потрібно розвивати ще з початкової школи. Ранній інтерес та відповідний досвід можуть вплинути на розвиток інтересу до STEM. Інтегровані підходи до навчання та навчання і підготовка вчителя – це ключові аспекти, на які слід бути орієнтованими для створення відповідального покоління, яке є зацікавлені та кваліфіковані в STEM (Kurup та ін., 2019).

Під час історичного розвитку STEM-освіти сформувалось таке поняття, що хороший педагог повинен володіти міцними знаннями та навичками перед тим, як проводити заняття в здобувачів освіти. Саме тому, у ході історико-

педагогічного розвитку, було виявлено, що у STEM-інтегрованих підходах педагоги повинні сприяти інноваціям за допомогою проектів та критичної думки з кінцевою метою, що учні самостійно вирішують запропоновані проблеми. Що стосується підготовки до впровадження підходів STEM, то тут є недоліки такі як, дидактична підготовка, та наукові знання педагогів, яких може не вистачати. Деякі дослідження показали, що негативні установки викладачів щодо освітньої реформи зумовлені їх поверхневими та фрагментованими знаннями у цій сфері, відсутністю достатніх знань щодо наукового змісту, а також дефіциту особистого та професійного досвіду та практичного знання того, як найкраще застосовувати цей зміст в освітньому процесі (García-Carrillo, 2021).

З історії розвитку STEM-освіти, стає зрозумілим, що центром освітнього процесу є учень, проте й педагог відіграє важливу роль та має володіти сучасними навичками. Зокрема педагогічна діяльність, в процесі формування та розвитку STEM-технологій зазнавала певних змін, проте незмінними є фундаментальні основи педагогічної діяльності із застосуванням STEM-технологій:

- аналіз керівництвом успіхів педагога, включає створення атмосфери поваги та довіри до нього в колективі, прояв уваги до його потреб і запитів, сприяючи самоствердженню педагога та підвищенню його фахової майстерності у галузі STEM.
- розробка механізмів організації праці, оплати, оцінки та стимулювання, а також знання керівником рівня освіченості, професійної підготовки кожного педагогічного працівника, його інтересів та здібностей (Ревков & Тамкович).

Дослідження та аналіз наукової літератури, дали змогу висвітлити послідовність зростання популярності STEM-технологій у світовому освітньому процесі, прогнозування популяризації STEM в освіті майбутнього.

Аналіз літературних джерел, дав змогу констатувати, що в процесі розвитку STEM-освіти, було виявлено її переваги, які дали поштовх для розвитку та становлення цієї технології в системі освіти.

Нині, для STEM-педагога важливим є володіння навичками сучасної людини, яка має не лише одну вдосконалену здібність, а намагається вдосконалювати в собі всі необхідні здібності, й всебічно розвиватись, для передачі досвіду майбутнім поколінням.

У зв'язку зі швидким розвитком сучасного суспільства, в тому числі й системи освіти, сучасні новаторства існують вже й в Україні. Переїнявши досвід інших держав, наша країна теж стрімко розвивається в напрямку STEM-освіти, впроваджуючи в системи навчання поєднання різних дисциплін (точних наук, математики, інженерії та технологій). Основним недоліком даної системи освіти є те, що не всі, хто навчався за технологією STEM, продовжують життєвий шлях в напрямку STEM. Проте, сучасна система освіти направлена на мотивацію та удосконалення, для того щоб збільшити кількість кваліфікованих та конкурентоспроможних спеціалістів в області STEM, які б продовжували працювати в цьому ж напрямку й по закінченню навчання.

Нами було проведено обширний історико-педагогічний аналіз впровадження STEM-технологій у педагогічну систему. Результати аналізу свідчать про те, що STEM-підходи засновані на інтеграції наукових дисциплін (науки, технології, інженерії та математики), що дозволяє створити більш глибоке та цілісне розуміння предметів навчання, сприяє розвитку критичного мислення, проблемного та творчого підходів до вирішення завдань.

Крім того, аналіз науково-педагогічних джерел показав, що процес впровадження STEM-технологій у освіту був пов'язаний з численними викликами і перешкодами, такими як відсутність кваліфікованих педагогів, нестача матеріально-технічної бази, а також відсутність відповідного методичного забезпечення. Проте, не зважаючи на ці складнощі, існують приклади успішної імплементації STEM-підходів у різних країнах (описані нами у п. 1.1), які демонструють ефективність цього методу навчання.

Проаналізувавши наукові дослідження, варто відзначити, що впровадження STEM-технологій у педагогічну систему є перспективним напрямком розвитку освіти, оскільки воно сприяє підвищенню якості навчання,

розвитку ключових компетентностей учнів та підготовці їх до успішної адаптації у сучасному інформаційному суспільстві. Для успішної імплементації цих підходів необхідно забезпечити комплексний підхід, враховуючи індивідуальні особливості кожної освітньої установи та потреби сучасного ринку праці.

Аналіз досліджень у цій області дають змогу вивчати стратегії впровадження STEM-підходів та ідентифікації оптимальних практик для досягнення максимальних результатів. Крім того, з урахуванням історико-педагогічного розвитку STEM-освіти, важливо враховувати сутність та структура STEM-технологій у системі вищої освіти України при розробці та реалізації програм з впровадження STEM-технологій у педагогічну практику.

1.2. Сутність та структура STEM-компетентності у процесі підготовки майбутніх педагогів

Сучасна вища освіта стикається з необхідністю постійного вдосконалення та адаптації до вимог сучасного світу, який характеризується швидким темпом технологічного розвитку, появою нових викликів та можливостей. У цьому контексті ключовим стає впровадження STEM-технологій у систему вищої освіти, що має на меті поєднати навчання у галузях точних наук, інноваційних технологій, інженерії, проектування та дизайну, наук гуманітарного спрямування та світоглядних цінностей, для формування STEM-компетентності, необхідної для успішної підготовки майбутніх педагогів.

На сучасному етапі розвитку системи вищої освіти України, зокрема галузі підготовки майбутніх педагогів, основним є розвиток таких методологій навчання, які б розвивали критичне мислення, вміння самостійно вирішувати проблеми, використовуючи навички пошуку інформації, а також методик, які б були зорієнтовані на всебічний розвиток особистості майбутнього педагога. Тобто, наразі відбувається відходження від репродуктивного відтворення

алгоритму дій, і навпаки розвивається самостійність здобувача освіти, що є основою STEM-компетентності.

З огляду на це процес формування STEM-компетентності майбутніх педагогів, сьогодні, знаходиться на перетині різноманітних викликів, які диктуються швидкими темпами технологічного прогресу, змінами в суспільних цінностях та глобалізаційними процесами. Відповідно до досліджень, традиційні методи навчання, які колись здавалися ефективними, нині часто не відповідають потребам сучасного суспільства та освітнього середовища. В умовах сучасного освітнього розвитку, коли на перший план виходять цифровізація, автоматизація та використання STEM-технологій, виникає нагальна потреба у впровадженні інноваційних підходів до освіти, зокрема до підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

Сутність та структура STEM-компетентності активно досліджується у науково-педагогічному просторі. Відтак, сутність STEM-компетентності включає не лише застосування STEM-технологій, але й переформатування освітнього процесу, створення інтерактивних та гнучких програм, які сприяють розвитку критичного мислення, креативності та здатності до адаптації майбутніх педагогів до інноваційного освітнього середовища. Важливою складовою сучасної STEM-освіти стає інтеграція міждисциплінарних підходів, що дозволяють студентам бачити зв'язки між різними галузями знань і розвивати комплексне розуміння світу.

У ході аналізу наукових досліджень, було означено, що одним із ключових напрямів модернізації процесу підготовки майбутніх педагогів є формування у них STEM-компетентності, яка орієнтована на розвиток наукових, технологічних, інженерних та математичних знань. Відтак, формування у майбутніх педагогів STEM-компетентностей є фундаментальним у процесі підготовки майбутніх педагогів.

Сучасна освіта дедалі більше вимагає фахівців, які мають знання і навички у сферах STEM. Для підготовки таких фахівців необхідні педагоги, які не лише розуміють основи наук та технологій, але й здатні ефективно передавати ці

знання своїм студентам. Майбутні педагоги повинні бути здатні інтегрувати STEM-підходи у навчальний процес, створюючи тим самим сприятливі умови для розвитку у студентів відповідних компетентностей.

У контексті нашого дослідження STEM-освіта сприяє розвитку у студентів таких важливих якостей, як критичне мислення, вміння вирішувати проблеми, командна робота та креативність. Ці навички є важливими не лише у професійній діяльності, але й у повсякденному житті. Відтак, майбутні педагоги, які оволодіють STEM-компетентністю, зможуть стати наставниками, які допомагатимуть студентам розвивати ці якості, тим самим готуючи їх до викликів сучасного світу.

Інтеграція STEM у освітній процес сприяє підвищенню інтересу студентів до науки та техніки, що є особливо важливим у контексті підготовки майбутніх педагогів. Адже майбутні педагоги, які здатні ефективно викладати STEM-дисципліни, можуть стимулювати інтерес до цих сфер, сприяючи таким чином розвитку науково-технічного потенціалу країни.

Отже, сучасні освітні виклики вимагають від майбутніх педагогів постійного вдосконалення та впровадження новаторських підходів до навчання. Формування STEM-компетентності у майбутніх педагогів є ключовим фактором у забезпеченні якісної освіти, яка відповідає потребам сучасного суспільства. Таким чином можна забезпечити підготовку студентів, здатних успішно адаптуватися до швидкозмінного світу та робити внесок у розвиток науки, техніки та суспільства в цілому.

У результаті вивчення сутності та структури STEM-компетентності у системі вищої освіти означено глибоке розуміння сутності та можливостей STEM-технологій у системі вищої освіти України, що, в свою чергу, може послужити основою для подальшого розвитку та вдосконалення освітніх програм та педагогічних підходів у цій галузі.

У контексті нашого дослідження, це твердження має ключове значення та підкреслює необхідність інтеграції STEM-освіти з соціальним та гуманітарним контекстом, щоб забезпечити цілісний підхід до підготовки майбутніх педагогів.

Для забезпечення ефективності STEM-освіти важливо збалансувати технологічний прогрес з увагою до потреб і бажань суспільства. Інвестиції в освіту та дослідження повинні враховувати соціальні та етичні аспекти розвитку технологій. Таким чином, інтеграція STEM-освіти з соціальним та гуманітарним контекстом відображає сучасні потреби суспільства та підкреслює важливість цілісного підходу до підготовки майбутніх педагогів.

У контексті нашого дослідження, особливої уваги сьогодні набуває проблема формування самостійності здобувачів освіти, здатності отримувати та синтезувати інформацію, приймати рішення і використовувати новітні інформаційні технології у практичній діяльності є ключовими компетентностями. Включення наскрізних ліній ключових компетентностей у навчальні програми спрямоване на формування у студентів умінь та навичок застосовувати набуті знання в реальних життєвих ситуаціях.

У контексті нашого дослідження нами був проведений аналіз науково-педагогічної літератури, та наведено тлумачення понять STEM, STEM-освіта STEM-технології та STEM-компетентність.

А. Адаменко (2021), визначає STEM, як дин із сучасних напрямків у світовій освіті полягає у створенні змішаного навчального середовища та показує здобувачам освіти, як інтегрувати науку, технології, інженерію та математику в повсякденне життя.

Відтак, визначальною тенденцією напрямку формування STEM-компетентності є інтеграція. Її актуальність продиктована безпосереднім запитом суспільства. Вона сприяє формуванню цілісної наукової картини світу. І не завжди, щоб сформувати таку картину чи допомогти знайти практичне застосування знанням, потрібно створювати спеціальні предмети, які синтезують знання з різних галузей (Дзьоба, 2021).

STEM – це сучасна освітня методика, яка інтегрує кілька предметних галузей, слугуючи інструментом для розвитку критичного мислення, дослідницьких здібностей та командної роботи. Цей підхід сприяє формуванню STEM-компетентності у майбутніх педагогів, що дозволяє їм використовувати

наукові методи, технічні програми, математичне моделювання та інженерний дизайн. У результаті цього підходу в учнів розвивається інноваційне мислення, а також уміння і навички, необхідні для успішної діяльності у XXI столітті (Іванова, 2022).

Відповідно до наукових досліджень було визначено, що STEM-компетентність майбутніх педагогів, як широкий вибір можливостей професійного розвитку та надання доступу до нових освітніх технологій, а діагностику сформованості рівнів готовності майбутніх педагогів застосовувати STEM-технології у власній педагогічній практиці варто здійснювати у відповідності до критеріїв та показників (Васюк, 2018).

Ми погоджуємось із думкою автора про STEM-компетентність, як невід'ємну якість майбутніх педагогів, адже це великий вибір можливостей для майбутніх фахівців у галузі педагогічної діяльності з кількох причин. По-перше, сфера STEM (наука, технологія, інженерія та математика) надає широкий спектр можливостей для кар'єрного зростання через постійний розвиток технологій і наукових відкриттів. По-друге, робота в області STEM може бути стимулюючою та захопливою завдяки можливості вирішувати складні проблеми та сприяти інноваціям. Нарешті, кар'єра в STEM може бути дуже вигідною з фінансової точки зору, оскільки попит на фахівців у цих галузях постійно зростає, що відкриває широкі можливості для професійного зростання та успіху.

Саме тому важливо розуміти доцільність розвитку STEM-компетентності у майбутніх педагогів, оскільки набуття цієї якості готує молоде покоління до успішної кар'єри в сучасній освіті, де технології та інновації є ключовими факторами розвитку.

STEM-компетентність належить до інноваційних освітніх якостей майбутніх педагогів, що повністю відповідають загальносвітовим тенденціям розвитку сучасної освіти. Відтак, Н. Перерва (2022) зазначає, що процес набуття майбутніми педагогами STEM-компетентності має бути неперервним й тривати протягом життя.

Розвиток у майбутніх педагогів STEM-компетентності передбачає формування критичного мислення та навичок дослідницької діяльності. Процес формування STEM-компетентності – це створення умов щодо збалансованого гармонійного формування науково-орієнтованої освіти на основі модернізації математично-природничої та гуманітарних профілів освіти (Васюк, 2018).

Виходячи із зазначених нами вище визначень, процес формування STEM-компетентності у майбутніх педагогів має забезпечити здобувачам обізнаність у природничих науках, технологіях (насамперед ІТ), інженерії, проектуванні, дизайні і точних науках. Важливим є те, що процес такої освіти має бути креативним (включаючи духовну складову, здібності та талант) і творчим (бути прагматичним) – без вищезазначеного усі отримані знання і вміння не відповідатимуть сутності STEM-освіти (Вороненко, 2020).

Отже, STEM-компетентність передбачає оволодіння майбутніми педагогами навичками креативності та адаптивності. Відтак, креативність, як складова STEM-компетентності – формує і розвиває творчі здібності майбутніх педагогів до практичного впровадження цих нестандартних рішень поставлених задач та вміння творчо застосовувати у реальному житті отримані знання. Крім того, STEM-компетентність – покликана сформувати соціальні норми поведінки особистості майбутніх педагогів в стандартних ситуаціях (Вороненко, 2020).

STEM-компетентність майбутніх педагогів є фундаментальною для реалізації єдиної мети підготовки майбутніх педагогів, здатної швидко адаптуватись до соціальних й технічних змін, а також критично мислити в будь-яких життєвих ситуаціях (Кравченко, 2018).

Відтак впровадження STEM-компетентності у вищій школі у процесі підготовки майбутніх педагогів допомагає досягнути студентам практичні навички, які будуть корисні в майбутній педагогічній кар'єрі. Майбутні педагоги отримають можливість вирішувати реальні проблеми, працюючи з сучасними інструментами та технологіями, що підготовлює їх до вимог сучасного ринку праці у сфері освіти.

STEM-компетентність, як якість студентів, ставить перед майбутнім педагогом завдання міждисциплінарної інтеграції дисциплін для забезпечення тісного взаємозв'язку наук різного спрямування у процесі навчання (Граб, 2017).

Одне з основних завдань формування STEM-компетентності, за визначенням О. Граб (2017) є організація та підтримка цілеспрямованої пізнавальної діяльності здобувачів, формування у них здатності здійснювати наукові відкриття та дослідження. Відтак, ми погоджуємось із думкою автора, що головною метою формування STEM-компетентності є створення цілісної системи навчання в основі якого – компетентнісний підхід, який орієнтована на самореалізацію особистості майбутнього педагога у галузі STEM-освіти.

Аналіз наукової літератури з проблеми нашого дослідження підводить нас до думки про те, що модель STEM-компетентності для професійної підготовки майбутніх педагогів включає чотири наступні компоненти: вирішення проблем та задач близьких до реального життя, співпраця типу людина-людина, оволодіння сучасними технологіями, робота з організаційною системою. В свою чергу зазначені вище компоненти поділяються на три сфери STEM-компетентностей майбутніх педагогів: навички, знання, практична діяльність.

Т. Іванюк (2017) зазначає, що STEM-компетентність – це низка чи послідовність формування костей, які готують майбутніх педагогів до успішного працевлаштування у сфері освіти, що у свою чергу вимагає міждисциплінарних та технічно складних навичок, зокрема із застосуванням.

Крім того, у структурі STEM-компетентності у контексті нашого дослідження науковці виокремлюють такі складові:

- науково-дослідницьку, що включає рівень наукових знань, а також сформованості у майбутніх педагогів дослідницьких умінь та навичок;
- проєктно-конструкторську – здатність майбутніх педагогів проєктувати на основі практичного використання STEM-технологій і засобів;
- інформаційну – розуміння процесу дослідження, засвоєння, опрацювання та синтезу інформації, яка дають змогу прогнозувати, генерувати та реалізовувати практичні рішення у галузі педагогічної діяльності;

- організаційно-управлінську – здатність майбутніх педагогів до створення необхідних умов для діяльності, організації практичної роботи та командної взаємодії, оцінювання якості отриманого результату тощо;
- технологічну – здатність майбутніх педагогів застосовувати основні закони та сучасні види практичної діяльності, що зорієнтовані на застосування STEM-технологій (Поліхун та ін., 2019).

Враховуючи контекст нашого дослідження, ми зазначаємо, що STEM-компетентність сприяє розвитку комунікативних навичок та здатності до співпраці, саме у майбутніх педагогів, оскільки проекти зазвичай вимагають групової роботи та обміну ідеями. Студенти навчаються слухати думки інших, висловлювати свої ідеї та досягати спільних цілей. Це важливо для підготовки до майбутньої педагогічної практики, де комунікація та співпраця з колегами та здобувачами важливі для успіху у професійній сфері.

Працюючи за основними напрямками розвитку STEM-компетентності майбутніх педагогів було визначено основні характеристики, які визначають STEM-компетентного педагога:

- уміння виявити швидко проблему або задачу;
- уміння виокремити у знайденій проблемі максимальну кількість можливих сторін, граней і зв'язків;
- уміння сформулювати дослідницько-пошукове запитання і шляхи та способи його вирішення;
- уміння гнучко розтлумачити нову точку зору та стійкість у відстоюванні власні позиції;
- уміння мислити оригінально, відходячи від шаблону;
- здатність до зміни власної думки за потреби;
- здатність до абстрагування та самоаналізу;
- здатність до конкретизації, уточнення та синтезу;
- здатність до самооцінки та рефлексії.

Згідно з дослідженнями Я. Доманової (2021), STEM-компетентність дає можливість формувати у майбутніх педагогів критичне, оригінальне та

алгоритмічне мислення, що включає навички оброблення та синтезу інформації й аналізу отриманих даних, STEM-грамотність, навички креативності та інноваційності, навички командної роботи та комунікації.

Відтак, STEM-компетентність забезпечує залучення здобувачів до проектів та творчих завдань, виконання інтерактивних завдань, використання інформаційних технологій, інтернет-ресурсів, завдань в режимі реального часу або використання завчасно готових матеріалів (Доманова, 2021).

Спираючись на наукові джерела, слід зазначити, що процес формування STEM-компетентності у майбутніх педагогів дозволяє проводити модернізацію методологічних основ, змісту та обсягу навчального матеріалу предметів природничо-математичного циклу, а також впроваджувати технологізації процесу навчання для формування навчальних компетентностей якісно нового рівня. Це сприятиме більш ефективній підготовці молоді до успішного працевлаштування та подальшої освіти, що потребують різноманітних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань та наукових понять. Відповідні зміни не лише підвищують якість освіти, але й забезпечать конкурентоспроможність випускників на сучасному ринку праці, де затребувані високі технічні та аналітичні здібності (Міністерство освіти і науки України, 2017).

Освіта сьогодні має випереджати час, відповідати тенденціям розвитку суспільства в майбутньому, а також окреслювати завдання: проведення наукових досліджень та пошуку, вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду. Це наблизить зміст освіти до навчального процесу, орієнтованого на STEM. При такому освітньому процесі постає необхідність у STEM-компетентних педагогах. Відтак, майбутніх педагогам слід володіти STEM-компетентністю, яка допоможе сучасним здобувачам освіти, зокрема майбутнім педагогам в майбутньому стати новаторами, творчими особистостями, цілеспрямованими у житті. Навчаючись та оволодіваючи STEM-компетентністю майбутні педагоги отримують більше автономності. Вони навчаться самостійно приймати

обмірковані рішення та брати за них на себе відповідальність та досягати професійних успіхів у галузі освітньої діяльності (Смерека, 2017).

Н. Поліхун, К. Постова, І. Сліпухіна, Г. Онопченко і О. Онопченко (2017) визначають STEM-компетентність інтегрованою якістю майбутніх педагогів, та одним із інноваційних напрямів в освіті, яка передбачає поєднання природничих наук, використання їх технологій для розвитку та навчання. Відповідно до нашого дослідження, це міждисциплінарна єдність наук природничого та технічного характеру, соціально-гуманітарних наук, що формується шляхом застосування спільного математичного апарату, STEM- технологій, дизайну, моделювання та міждисциплінарної взаємодії.

У контексті нашого дослідження, слід відмітити такі переваги STEM-компетентності у процесі підготовки майбутніх педагогів:

- у центрі освітнього процесу за STEM методикою, знаходиться практичне завдання чи проблема. Майбутні педагоги навчаються знаходити шляхи вирішення поставленої задачі не в теорії, а шляхом спроб і помилок у реальному часі;
- STEM-компетентність – це можливість для творчого простору та розширення світогляду особистості майбутнього педагога, де він не лише реалізовує власні потреби, а й готується до реального життя у соціумі, роблячи усвідомлений вибір майбутньої освітньої професійної діяльності.

У своїх дослідженнях А. Кух (2017) називає STEM-компетентність, як інноваційний напрям професійної підготовки майбутніх педагогів має на меті сформувати у них компетентності з використання інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій, а також робототехнічних систем. Цей підхід спрямований на збалансоване та гармонійне формування науково орієнтованої освіти. Він ґрунтується на модернізації освітніх профілів, включаючи математично-природничий та гуманітарні напрями, що дозволяє підготувати педагогів до викликів сучасного освітнього середовища та сприяти їх професійному розвитку відповідно до новітніх тенденцій.

Відтак, STEM-компетентність дозволяє не лише вивчати теоретичний матеріал, але й закріплювати отримані знання шляхом можливостей практичного застосування реальних завдань у педагогічній практиці.

Застосування STEM-технологій у процесі формування STEM-компетентності майбутніх педагогів сприяє розвитку навичок критичного мислення та пізнавальних інтересів здобувачів; спонукає проявляти творчість та креативність; розвиває вміння у майбутніх педагогів швидко аналізувати ситуацію. Адже педагог зобов'язаний власноруч створити комфортні умови освітнього процесу, за яких здобувач відчуватиме власну успішність, інтелектуальну досконалість, що зробить освітній процес продуктивним (Граб, 2017).

За класифікацією Н. Перерви (2022), структура STEM-компетентності включає наступні компоненти:

- розвиток пізнавального інтересу та дослідницьких навичок у здобувачів;
- навчання здобувачів освіти співпрацювати у груповій роботі;
- ознайомлення із STEM професіями;
- розвиток пізнавального інтересу до природничих дисциплін;
- розвиток навичок спілкування.

Як зазначає учена К. Іванова (2022), головна мета формування STEM-компетентності в освітньому процесі вищої школи – виховати особистість майбутнього педагога, здатну самостійно обробляти великі масиви нової інформації, користуватися STEM-технологіями та творчо підходити до пошуку складних рішень. Відтак, STEM-компетентний педагог може використовувати як класичні методи роботи, так і може вигадати власні. Усе вищезазначене дає можливість майбутнім педагогам створювати та презентувати власні унікальні проекти, працюючи в команді.

У контексті нашого дослідження у вищій школі, впровадження STEM-компетентності може бути ключовим чинником у вихованні всебічно розвиненої особистості майбутніх педагогів. Варто відзначити, це те, що STEM-компетентність, як ключова якість майбутніх педагогів це – не лише знання, а й

розвиток критичного мислення, проблемного та творчого підходу до розв'язання завдань. Здобувачі освіти, зокрема майбутні педагоги, залучаються до реальних проектів, де вони використовують свої знання з науки, технологій, інженерії та математики для вирішення реальних проблем.

Як зазначає С. Горбенко (2022), STEM-компетентність у процесі підготовки майбутніх педагогів має таку основу:

- інтегрований освітній процес, стурктурований за темами, а не за дисциплінами;
- використання у реальному житті науково-технічних знань;
- розвиток навичок критичного мислення майбутніх педагогів для розв'язування STEM-проблеми;
- підвищення впевненості та мотивації;
- активна комунікація, лідерство та командна робота;
- розвиток інтересу до STEM-технологій;
- інноваційні підходи до освітніх проектів, пов'язаних із розв'язанням завдань, схожих до реального життя;
- міждисциплінарний зв'язок між освітою і кар'єрою;
- підготовка здобувачів освіти до технологічних інновацій життя (Горбенко та ін., 2022).

Таким чином, формування STEM-компетентності у вищій школі не лише розширює навчальну програму, але і сприяє формуванню всебічно розвиненої особистості майбутнього педагога, яка готова до викликів сучасного освітнього середовища.

Згідно із дослідженнями М. Ростокі (2017), STEM-компетентності у контексті підготовки майбутніх педагогів є одним із пріоритетних напрямів професійної підготовки та має широкий інформаційно-комунікаційний спектр у процесі професійного становлення та інтелектуального розвитку майбутніх педагогів, а також відкриває для студентів доступ до вивчення та застосування сучасних технологій; передбачає створення мотиваційної атмосфери для підвищення активності майбутніх педагогів в налагодженні освітніх, а в

майбутньому – професійних комунікацій; сприяє впливу на усвідомлення майбутніми педагогами необхідності та потреби у безперервній самоосвіті, самовдосконаленні та спрямовує їхню самосвідомість на саморозвиток та самореалізацію протягом життя, як у професійному соціумі, так і в повсякденному житті; забезпечує тривалий розвиток здатностей майбутніх педагогів до критичного мислення, мобільності та креативності, а також проектного бачення дійсності.

Відтак процес формування STEM-компетентності у підготовці майбутніх педагогів відповідає вимогам сучасного ринку праці та сприяє формуванню конкурентоспроможного педагога, здатного ефективно впроваджувати інноваційні методики навчання та виховання у навчальний процес. Таким чином, інтеграція STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів є актуальним та перспективним напрямком розвитку вищої педагогічної освіти в Україні, спрямованим на формування професійно компетентних фахівців, готових до викликів сучасності.

Характеристиками STEM-компетентності В. Шарко (2016) називає політехнізм і профорієнтацію, інтеграцію, інформатизацію, технологізацію, дослідну діяльність. Це дає змогу сформувати у здобувачів, як майбутніх педагогів, такі якості, які визначають компетентного фахівця:

- Здатність аналізувати проблему і виявляти всі можливі аспекти і зв'язки. Це означає, що майбутній педагог може глибоко досліджувати ситуацію, розуміти всі взаємозв'язки і знайти корисні інсайти.
- Здатність постановки дослідного завдання і вибір шляхів для його вирішення. STEM-компетентний педагог вміє чітко формулювати завдання для дослідження і вибирати ефективні методи інтервенції.
- Гнучкість у застосуванні знань в різних ситуаціях. Це означає, що педагог може успішно застосовувати свої знання і навички в різноманітних контекстах і адаптуватися до змінних умов.
- Розуміння можливості інших точок зору щодо розв'язання проблем і стійкість у відстоюванні своєї позиції. STEM-компетентний педагог

відкритий до різних підходів до вирішення проблем і вміє ефективно аргументувати і відстоювати свої рішення.

- Оригінальність у думках і підходах. Це означає, що педагог може висувати новаторські ідеї, розвивати креативні підходи до вирішення проблем і вносити внесок у власну галузь.

Ці якості разом формують образ STEM-компетентного педагога, який здатний ефективно працювати в складних умовах і досягати успіху у своїй професійній діяльності (Шарко, 2016).

Розглядаючи сучасні вимоги до підготовки майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України, необхідно визнати ключову роль STEM-компетентності у цьому процесі. Прагнення до інтеграції STEM-компетентності у навчальні програми вищих навчальних закладів обумовлене не лише актуальністю цих технологій у сучасному світі, але й їхнім потенціалом у покращенні якості навчання майбутніх педагогів. Варто зазначити, що STEM-компетентності сприяють не лише засвоєнню технічних аспектів, але й розвитку критичного мислення, творчих навичок та здатності до колаборації – які є невід’ємними складовими успішної педагогічної діяльності.

Т. Дядик (2021), зазначає, що процес формування STEM-компетентності у майбутніх педагогів передбачає впровадження та розвиток міждисциплінарних науково-освітніх умов у вигляді науково-освітніх центрів, орієнтованих на створення STEM-середовища, придатного для ефективної міждисциплінарної проектної роботи здобувачів над задачами, ініційованими реальними виробниками. Однією з основних ролей таких науково-освітніх умов є роль інтеграторів наукового, освітнього та STEM-середовища, що забезпечують на власній території поєднання знань, теорії, практики та досвіду різних сфер. Тому, однією з ключових проблем є інтеграція таких умов у стандартний освітній процес. Важливо визначити, чи «творчий простір» вважається необхідною складовою основної структури всього навчального процесу, чи він є скоріше частиною «вільного практикуму», який лише допомагає усвідомленню навчальних планів і не є обов’язковим. Це питання залишається спірним і може

мати багато різних відповідей. Для університетів України з низькою самостійністю студентів перспективним може бути введення таких центрів як обов'язкових структур навчання, де самостійність стане необхідною умовою. Найбільш ефективно такі умови можуть працювати в рамках програм магістратури, зокрема для спеціальності «Педагогіка вищої школи», коли базові освітні основи вже засвоєні на рівні бакалаврату. Впровадження таких науково-освітніх центрів, заснованих на міжнародному досвіді, дозволить поступово реформувати вищу школу і зробить цей процес менш болісним для всіх учасників. Навчання в галузях STEM передбачає необхідність виходити за рамки когнітивних завдань, здатність до базового розуміння матеріалу, що сприяє ширшому та масштабному мисленню.

Аналізуючи наукові дослідження учених, слід зазначити, що процес формування STEM-компетентності у процесі підготовки майбутніх педагогів – це широка сукупність заходів, практик і методик, спрямованих на підготовку суспільства загалом і майбутніх педагогів до майбутнього. В даний час ці практики знаходяться на стадії розробки, і ще не існує остаточної концепції, яка чітко визначала б обмеження і рамки впровадження STEM-освіти. Проблемою залишається відсутність перспективних навчальних програм, які б відповідали сучасним потребам (Балик & Шмигер, 2021).

Таким чином, STEM-компетентність на сьогоднішній день для сучасної освіти є однією із пріоритетних якостей майбутніх педагогів. Сучасні вимоги до підготовки та кваліфікації майбутніх педагогів постійно зростають. Успішним фахівцем вважається той, хто володіє навичками роботи зі STEM-технологіями і великими обсягами даних, здатний швидко знаходити та грамотно обробляти необхідну інформацію. Відтак, процес формування STEM-компетентності майбутніх педагогів передбачає, що знання можна отримати активним навчанням, то навички, вміння і ключові уміння потребують систематичного мотиваційного підходу для досягнення успіху у майбутньому. Тому важливим аспектом підготовки STEM-компетентних майбутніх педагогів є розуміння можливих шляхів подальшого освітнього розвитку, оцінка власних здібностей і

усвідомлене прийняття рішень щодо вибору напрямку навчання. STEM-компетентність визначається як важливий вимір розвитку сучасної освітньої системи, а не лише як популярний освітній тренд (Дядик, 2021).

Підкреслюючи взаємозв'язок між різними предметами і заохочуючи студентів до використання міждисциплінарних підходів, STEM-компетентність сприяє формуванню широкого спектру навичок, які є критичними для успіху майбутніх педагогів у XXI-му столітті.

Однією з ключових переваг STEM-компетентності є її спроможність стимулювати творчість та інноваційний розвиток майбутніх педагогів. Завдяки практичному й експериментальному підходу, майбутні педагоги вчаться розв'язувати складні проблеми та шукати нові шляхи досягнення поставлених цілей. Крім того, STEM-компетентність надає студентам можливість розвивати навички комунікації, співпраці та критичного мислення, що є важливими як у навчальному, так і у професійному житті.

Описуючи структуру STEM-компетентності, згідно із дослідженнями В. Василенко (2021) її можна класифікувати за способами застосування в освітньому процесі. Можна виокремити три основних типи впровадження STEM-компетентності у процес підготовки майбутніх педагогів:

- робототехніка;
- мейкерство;
- інтегровані STEM-заняття.

Робототехніка є найяскравішим і найпопулярнішим напрямком розвитку STEM-компетентності. У даний час робототехніка є одним з перспективних освітніх напрямів, в якому проблеми розвитку STEM-технологій займають ключове місце. Розвиток цього напрямку в рамках освітнього процесу підготовки майбутніх педагогів, відбувається в галузі STEM-технологій. Тому особливе значення зараз має впровадження навчальних роботів у освітній процес.

Ці заняття набули великої популярності завдяки можливості використовувати спеціальне обладнання та методичні матеріали для проведення ідеальних STEM-занять. Наприклад, заняття з робототехніки дозволяють

студентам не лише вивчати фізику, математику, інформатику та інші науки, а й навчати працювати в команді, маніпулювати технологічним обладнанням, електронікою та датчиками, дотримуючись як стандартних планів, так і креативних підходів. Однією з ключових переваг робототехніки є можливість створювати готові проекти протягом одного або декількох занять.

У випадках, коли спеціального обладнання для робототехніки не вистачає або виникає потреба в інших види діяльності, педагоги часто звертаються до мейкерства.

Мейкерство часто включає творчу діяльність, майбутніх педагогів під час якої студенти створюють речі власноруч, наприклад, електронні пристрої, виготовлені з дерева або надруковані на 3D-принтері. Ця форма навчання дозволяє працювати з різноманітним матеріалом та обладнанням, а також реалізовувати власні або групові проекти.

Особливістю мейкерства є значна свобода творчості як для здобувачів освіти, так і для педагогів. Творчі педагоги часто не обмежуються власним предметом, а намагаються забезпечити максимально доступні знання, навіть в співпраці з іншими педагогами, за допомогою інтегрованих занять та STEM-підходів. (Пилипенко, 2021).

Узагальнюючи, STEM-компетентність є ключовим інструментом у формуванні здатності майбутніх педагогів до адаптації до швидко змінюючогося світу та досягнення успіху в ньому. Її переваги полягають у тому, що вона сприяє розвитку широкого спектру навичок, які є критичними у сучасному світі, та стимулює творчий інтелект та інноваційний розвиток.

Отже, узагальнюючи дослідження учених та спираючись на наш власний педагогічний досвід, ми робимо наступний висновок, що описана нами сутність та структура STEM-компетентності у процесі підготовки майбутніх педагогів є ключовою для подальшого розвитку освіти в країні. Систематизація та розуміння сутності STEM-компетентності дозволить ефективно впроваджувати розвиток цієї якості у процес підготовки майбутніх педагогів, сприяючи підготовці

кваліфікованих кадрів, готових до викликів сучасного суспільства та ринку праці.

Структура STEM-компетентності в процесі підготовки майбутніх педагогів має базуватися на комплексному підході до навчання, що враховує інтеграцію наукових, технічних, інженерних та математичних знань. Це передбачає не лише включення в навчальні плани та програми відповідних предметів, а й створення спеціалізованих лабораторій, центрів технологій, інноваційних кластерів та інших інфраструктурних об'єктів, що сприятимуть практичній реалізації отриманих знань.

Успішне впровадження STEM-компетентності у процес підготовки майбутніх педагогів потребує підтримки та співпраці між університетами, урядовими органами, науковими установами. Тільки шляхом спільних зусиль можна створити сприятливі умови для інноваційного розвитку та підготовки конкурентоспроможних фахівців, здатних до впровадження сучасних технологій та розв'язання складних завдань у різних галузях життя.

Отже, розуміння сутності та правильна організація структури розвитку STEM-компетентності у студентів педагогічних спеціальностей є важливим кроком у напрямку модернізації освітнього процесу та підготовки майбутніх педагогів до успішної діяльності в умовах постійних змін і викликів сучасної системи освіти.

1.3. Сучасні підходи до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів

Сучасна парадигма освіти визначає необхідність адаптації навчального процесу до вимог сучасного суспільства, де інформаційні технології та наукові досягнення займають центральне місце. У цьому контексті, застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів виступає як ключовий фактор у

підготовці кваліфікованих, технологічно компетентних вчителів, готових ефективно впроваджувати інноваційні методи навчання.

Розглядаючи сучасні підходи до застосування STEM-технологій у підготовці педагогічних кадрів, варто звернутися до інтеграції цих підходів у навчальні програми закладів вищої освіти. Забезпечення доступу до новітніх технологій, впровадження інтерактивних методик навчання та створення спеціалізованих практичних курсів є лише деякими з інноваційних підходів, які сприяють розвитку STEM-освіти серед майбутніх педагогів.

Крім того, важливо враховувати потреби сучасного ринку праці та розвиток новітніх технологій у підготовці майбутніх педагогів. Нові методи навчання, використання віртуальної реальності, розробка спеціалізованих програмного забезпечення та впровадження ефективних форм самостійної роботи – все це сприяє підвищенню якості педагогічної освіти.

Сучасні закони освіти відіграють ключову роль у створенні умов для формування впевненості майбутніх педагогів на ринку праці. Враховуючи динамічні зміни в суспільстві та технологічний прогрес, ці законодавчі акти спрямовані на створення стійкого фундаменту для підготовки кваліфікованих та конкурентоспроможних фахівців у галузі освіти.

Для досягнення цієї мети потрібні нові освітні підходи, які забезпечують майбутнім педагогам не лише необхідні знання і навички, але й впевненість у своїх можливостях на ринку праці. Такі підходи повинні враховувати потреби сучасного ринку праці, здатність до креативного мислення та розвитку міжособистісних навичок та забезпечити:

- інтерактивні методи навчання, що сприяють активній участі здобувачів у освітньому процесі та розвитку їхньої впевненості та мотивації;
- використання технологій у навчанні, що дозволяють майбутнім педагогам оволодіти цифровими навичками та пристосуватися до вимог сучасного технологічного середовища;

- підтримку кар'єрного розвитку, включаючи практику та стажування в сфері освіти, що допомагають майбутнім педагогам здобути необхідний досвід та впевненість у своїх професійних здібностях;
- розвиток міжособистісних навичок, таких як комунікація, співпраця та лідерство, що дозволяють майбутнім педагогам ефективно працювати в колективі та впевнено виступати перед аудиторією.

Загалом, сучасні освітні закони сприяють створенню умов, що допомагають майбутнім педагогам здійснити успішну кар'єру та забезпечують їм впевненість у своїх можливостях на ринку праці.

Українські заклади вищої освіти виконують важливі завдання у суспільстві, проте зміна умов і вимог сучасного світу вимагає постійного адаптування та вдосконалення їхньої діяльності. Сучасні технологічні та культурні зрушення ставлять перед вищою освітою нові виклики і можливості, які потребують системних змін у підходах до навчання, викладання та дослідницької роботи (Kuzminskyi та ін., 2018).

Зокрема, сьогоднішні заклади вищої освіти успішно забезпечують формування професійних знань та навичок у студентів, а також проводять дослідження у різних наукових галузях. Однак, щоб залишатися конкурентоспроможними та відповідати потребам сучасного суспільства, вони повинні вдосконалювати свої програми, методи навчання та наукові підходи (Kuchai та ін., 2022).

Адаптація до стрімких змін означає впровадження новітніх технологій, зокрема впровадження освітніх STEM-технологій.

Однією з таких технологій є активне використання STEM-технологій в освітньому процесі сучасного ЗВО у професійній підготовці майбутніх педагогів, що орієнтує сучасних педагогів на надання студентам не готової системи інформації, а створення умов для пізнавальної діяльності самих студентів, отримання знань шляхом активної пошукової діяльності (Shuliak та ін., 2022).

Інтерактивні технології навчання майбутніх педагогів, як сучасні підходи до застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, включають як методи неситуативного (діалогового) характеру, так і ситуативного (ігрового), включаючи імітаційні та неімітаційні інтерактивні методи, такі як аналіз та моделювання педагогічних ситуацій. Інтерактивне навчання сприяє взаємонавчанню, де як студенти, так і викладачі є рівноправними учасниками навчання. Викладач у цьому процесі виступає як організатор і консультант, спрямовуючи взаємодію та співпрацю між учасниками (Puhach та ін., 2021).

Центральними аспектами такого сучасного підходу до застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів є активна взаємодія студентів, спільне зусилля учасників для досягнення навчальних результатів та взяття на себе відповідальності за своє навчання. У процесі комунікації майбутні педагоги навчаються аналізувати інформацію, вирішувати складні завдання, висловлювати альтернативні думки, приймати обґрунтовані рішення та брати участь у дискусіях. Вони також моделюють соціальні ситуації, збагачують власний соціальний досвід через участь у життєвих ситуаціях, вчать будувати конструктивні відносини в групі, розв'язувати конфлікти, шукати компроміси та спільно знаходити рішення проблем. Крім того, вони розвивають навички проектної діяльності, самостійної роботи та виконання творчих завдань (Ягоднікова, 2009).

Наступним підходом до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є кооперативна (групова) навчальна діяльність – це форма (модель) організації навчання майбутніх педагогів у малих групах, які об'єднані спільною освітньою метою. У цій організації навчання викладач спрямовує діяльність групи через завдання, які він надає студентам, опосередковано керуючи роботою кожного учасника. Кооперативне навчання надає студентам можливість співпрацювати зі своїми однолітками, що відповідає їх природнім потребам у спілкуванні і сприяє досягненню вищих результатів в освоєнні знань і формуванні вмінь. Ця модель легко і ефективно поєднується з традиційними

формами і методами навчання і може бути застосована на будь-якому етапі освітнього процесу (Гончаров, 2007).

Інтерактивне навчання та кооперативне навчання є ключовими елементами сучасних освітніх підходів, які відкривають широкі можливості для покращення якості освіти майбутніх педагогів. Ці підходи забезпечують низку переваг, які сприяють не лише ефективному засвоєнню знань, але й розвитку ключових навичок у студентів (Oseredchuk та ін., 2022).

Інтерактивне навчання полягає в активній участі студентів у навчальному процесі, що включає в себе діалог, обмін ідеями, вирішення проблем та практичні вправи. Основними перевагами цього підходу є: залучення студентів до активного мислення та аналізу: через співпрацю та взаємодію з викладачем та одногрупниками студенти збагачують свій досвід та розуміння навчального матеріалу; створення сприятливого середовища для розвитку критичного мислення та творчих навичок: інтерактивні вправи та обговорення сприяють розвитку у майбутніх педагогів аналітичного мислення та здатності до самостійного мислення; підвищення зацікавленості студентів у навчанні: можливість активної участі у навчальному процесі стимулює інтерес до предмету та підвищує мотивацію до навчання (Plakhotnik та ін., 2023).

Кооперативне навчання, у свою чергу, передбачає спільну роботу групи студентів над розв'язанням завдань та вирішенням проблем. Основні переваги цього підходу до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів включають: розвиток співпраці та комунікаційних навичок: спільна робота у групах допомагає студентам вчитися слухати інших, висловлювати свої думки та приймати спільні рішення; сприяння розвитку лідерських якостей: участь у кооперативному навчанні дає студентам можливість виступати в ролі лідера групи та вчитися керувати колективними процесами; стимулювання взаємодопомоги: спільна робота над завданнями сприяє взаємному навчанню та обміну знаннями між учасниками групи (Polishchuk та ін., 2022).

Узагальнюючи, інтерактивне та кооперативне навчання є ефективними методами, які сприяють покращенню процесу застосування STEM-технологій у

підготовці майбутніх педагогів, адже вони активізують навчальний процес, сприяють розвитку ключових навичок та підвищують мотивацію студентів до навчання (Stratan-Artyshkova та ін., 2022).

Іншими підходами до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є проблемне навчання та проектне навчання.

У контексті нашого дослідження, проблемна навчальна технологія, як спосіб застосування STEM у підготовці майбутніх педагогів. Освоєння конкретного навчального матеріалу в рамках певного навчального предмета, теми або питання вимагає спеціальної організації навчального змісту, відповідних форм і методів навчання. Існує можливість підходу, коли методи навчання вибираються залежно від змісту і потреби або коли до методів підбираються відповідні форми і структурується навчальний процес.

Наприклад, це можуть бути такі технології навчання, як проблемне навчання, ігрові технології, використання інформаційних технологій, застосування опорних схем і конспектів, класичне лекційне навчання, використання аудіовізуальних засобів або книжок, система "консультант", індивідуальне навчання за системою "репетитор", дистанційне навчання і комп'ютерне навчання. Кожна з цих методик має свої унікальні особливості і може бути використана для досягнення конкретних освітніх цілей залежно від контексту і завдань навчального процесу (Вітвіцька, 2003).

У контексті сучасних підходів до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів З. Курлянд (2005) розрізняє чотири форми проблемного навчання як сучасного підходу до застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів:

- Проблемний виклад теоретичного навчального матеріалу може здійснюватися в різних форматах і режимах навчання:
- Монологічний режим лекції чи діалогічний режим семінару: Викладач пояснює проблемні аспекти навчального матеріалу, запропоновані у формі монологу під час лекції або в процесі діалогічного обговорення на семінарі.

- Проблемний виклад на лекції з вирішенням проблемних питань: Викладач ставить проблемні питання та завдання, а потім самостійно їх вирішує. Студенти можуть уявно підключатися до процесу пошуку рішень.
- Частково-пошукова діяльність у процесі експерименту, лабораторних робіт, проблемних семінарів, евристичних бесід: Викладач визначає проблему, що базується на знаннях студентів, і ставить питання, які стимулюють їхнє інтелектуальне мислення та пошук рішень.
- Самостійна дослідна діяльність: Студенти самостійно формулюють проблему і розв'язують її в рамках курсової або дипломної роботи. Викладач забезпечує контроль і підтримку процесу.

Кожен з цих методів має свої особливості і може бути використаний залежно від мети навчання, характеру навчального матеріалу та вимог освітньої програми для підготовки майбутніх педагогів.

Наступним сучасним підходом до застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів є проектне навчання. Виконання проектів за такого підходу, має ґрунтуватися на реальній інформації, що відповідає принципам STEM-освіти. Таким чином, підвищується рівень професійної компетентності майбутніх педагогів (Кулалаєва, 2016).

Використання проектного навчання як сучасного підходу до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів сприяє:

- здатності майбутніх педагогів працювати самостійно, без постійного керівництва;
- здатності брати на себе відповідальність щодо власної ініціативи;
- здатності проявляти власну ініціативу, не спираючись на вплив інших, чи слід робити певні дії;
- готовності бачити та визначати проблеми та шукати способи їх розв'язання;
- умінню аналізувати нові ситуації і застосовувати вже наявні;
- здатності співпрацювати з іншими;
- умінню приймати рішення на основі здорових суджень;

- здатності засвоювати теоретичні знання за власною ініціативою (тобто, враховуючи власний життєвий досвід і зворотний зв'язок з реальним життям) (Кулалаєва, 2016).

Іншим підходом до застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів є метод кейсів, що являє собою вивчення, аналіз і ухвалення рішень відповідно до ситуації (проблеми), яка виникла в результаті подій, що відбулися, або може виникнути за певних обставин. Розрізняють польові ситуації, засновані на реальному фактичному матеріалі, і крісельні (вигадані) ситуації, кейси. Студенти повинні проаналізувати ситуацію, розібратися в суті проблем, запропонувати можливі рішення і вибрати найкраще з них (Голева, 2023).

Метод кейсів є одним з найефективніших для формування STEM-компетентності студентів, зокрема у майбутніх педагогів. У межах використання цього методу, студентам необхідно розв'язати реальну проблему у сфері освітньої діяльності, розробивши власний проєкт, який відповідає вимогам завдання. У цьому випадку, студенти повинні вирішити такі завдання, які є схожими до реальної педагогічної практики (Коваль & Руденко, 2021).

Відповідно до нашого дослідження, І. Леонт'єва (2019) визначає навчальний кейс – як опис реальної ситуації (у педагогічній практиці); події, які відбулися в освітньому середовищі та описані автором для того, щоб спровокувати дискусію серед здобувачів освіти та стимулювати студентів до детального аналізу ситуації та продуктивного обговорення й прийняття рішення.

Метод кейсів, який широко використовується в освіті, є ефективним інструментом для застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів. Цей метод передбачає вивчення реальних ситуацій або проблем, з якими майбутні педагоги можуть зіткнутися у своїй майбутній педагогічній практиці, і аналіз їх з використанням наукових знань та STEM-технологій.

Переваги методу кейсів у застосуванні STEM-технологій для підготовки майбутніх педагогів включають: практичне застосування наукових знань, відтак студенти мають можливість застосовувати теоретичні знання з областей науки,

технології, інженерії та математики для аналізу реальних ситуацій та пошуку рішень; метод кейсів сприяє розвитку навичок критичного аналізу, оцінки та прийняття обґрунтованих рішень, що є важливими для майбутніх педагогів у вирішенні проблем та викликів у навчальному процесі; через обговорення кейсів у групах студенти активно взаємодіють між собою та з викладачем, обмінюються думками та досвідом, що сприяє поглибленню розуміння матеріалу; метод кейсів надає студентам можливість шукати альтернативні шляхи вирішення проблеми та розвивати свою творчу думку; аналіз кейсів допомагає майбутнім педагогам зазирнути в майбутнє та підготуватися до можливих викликів, з якими вони зіткнуться у власній педагогічній діяльності.

Отже, метод кейсів як сучасний підхід до застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів відкриває широкі можливості для застосування STEM-технологій у підготовці фахівців, сприяючи їхньому розвитку як викладачів та підготовці до ефективного використання сучасних технологій у навчальному процесі.

Розглянуті підходи до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є ключовими для підвищення якості їхньої підготовки. Використання інтерактивного навчання, кооперативного навчання та методу кейсів дозволяє ефективно поєднати теоретичні знання з практичними навичками та стимулювати розвиток критичного мислення, творчості та інноваційного підходу до розв'язання проблем.

Ці підходи сприяють активній участі студентів у навчальному процесі, сприяючи їхньому залученню до вирішення реальних проблем та викликів. Вони також сприяють розвитку міжособистісних навичок, які необхідні для успішної роботи в колективі та взаємодії зі здобувачами освіти.

Крім того, застосування STEM-технологій у професійній підготовці майбутніх педагогів допомагає майбутнім фахівцям зрозуміти сутність і важливість цих технологій у сучасному світі та підготувати їх до ефективного використання їх у своїй професійній діяльності.

С. Шевчук (2023) називає однією з ключових умов успішної реалізації вищезазначених підходів до застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів завдань підвищення якості їхньої професійної освіти – вдосконалення системи підходів до їх навчання, зокрема підходів до застосування STEM-технологій, що надає можливість підтримувати відповідну професійну майстерність педагогічних працівників враховувати їхні індивідуальні особливості та задовольняти освітні потреби, сприяючи зростанню рівня цих потреб та мотивації до творчої педагогічної діяльності у процесі впровадження освітніх інновацій, зокрема STEM-технологій у професійну підготовку майбутніх педагогів.

Отже, розглянуті підходи є важливими елементами у підвищенні якості підготовки майбутніх педагогів, сприяючи розвитку їхніх компетенцій та готовності до викликів сучасного освітнього середовища та сприяє підвищенню якості підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій. Узагальнюючи, історико-педагогічний аналіз впровадження STEM-технологій у педагогічну систему свідчить про поступовий розвиток цього напрямку, його значущість для підготовки майбутніх педагогів та потребу у постійній підтримці та модернізації освітньої галузі.

Висновки до першого розділу

Отже, підсумовуючи теоретичні основи підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій, нами сформовано ряд висновків, які дають змогу відобразити важливість вивчення та розуміння теоретичних аспектів застосування STEM-технологій у педагогічній освіті, а також підкреслити ключові висновки, що впливають з аналізу цього розділу.

1. Окреслено становлення історико-педагогічних основ STEM-освіти, означено поняття STEM, STEM-технології та STEM-компетентність, а також проаналізовано роль та значення STEM-технологій у підготовці майбутніх

педагогів. За допомогою аналізу наукової літератури та сучасних підходів до освіти, було встановлено, що інтеграція STEM-технологій у педагогічну практику сприяє покращенню якості освіти, розвитку критичного мислення, творчості та інноваційного мислення у майбутніх педагогів. У ході дослідження було виявлено, що інтеграція STEM-технологій у педагогічну практику має значний потенціал у покращенні якості освіти, зокрема процесу підготовки майбутніх педагогів. Так як, цей процес активно сприяє розвитку критичного мислення, сприяє формуванню творчих здібностей та стимулює інноваційне мислення у майбутніх педагогів. Означено, що інтеграція STEM-технологій в освітній процес дозволяє студентам не лише засвоювати концепції на практиці, але й навчає їх застосовувати здобуті знання в реальних ситуаціях. Отже, це важливо для підготовки майбутніх педагогів, здатних ефективно вирішувати завдання сучасного освітнього середовища, яке швидко змінюється і вимагає гнучкості та інноваційної готовності.

У світлі отриманих результатів висновок підкреслює важливість нашого дослідження і розробок в області STEM-освіти, спрямованих на інтеграцію новітніх технологій і методик у освітній процес. Це сприятиме підвищенню ефективності навчання, формуванню STEM-компетентностей майбутніх педагогів та забезпеченню їхньої готовності до викликів сучасної освіти.

2. Здійснено історико-педагогічний аналіз впровадження STEM-технологій у педагогічну систему, що дає змогу розуміння того, що STEM-технології відіграють важливу роль у підготовці майбутніх педагогів, сприяючи їхньому професійному зростанню та підвищенню якості навчання. Описано теоретичні основи застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, що є фундаментальними для розуміння сутності цього процесу та розвитку ефективних педагогічних практик.

Виявлено, що інтеграція науково-технічних, інженерних і математичних аспектів в освітню практику не лише розширює академічний контекст, але й сприяє розвитку критичного мислення та проблемного підходу у майбутніх педагогів, що є основою їхньої STEM-компетентності. Отже, це дозволяє

майбутнім педагогам збагачувати свої методичні підходи і впроваджувати інноваційні методи навчання, що забезпечує підвищення мотивації студентів до здобуття знань.

Підкреслено, що STEM-освіта стимулює творчий розвиток і сприяє формуванню у майбутніх педагогів готовності до впровадження сучасних технологій і методик у навчальний процес. Висновок зазначає на необхідність подальшої наукової експлорації цієї теми та розробки стратегій інтеграції STEM-підходів у практичну діяльність майбутніх педагогів для досягнення максимальних педагогічних результатів і підвищення якості освіти.

3. Охарактеризовано сутність та структуру STEM-технологій у системі вищої освіти України та означено, що інтеграція STEM-технологій у педагогічний процес сприяє активізації освітнього процесу, стимулює інтерес майбутніх педагогів до навчання. Охарактеризовано сутність STEM-освіти, як комбінації наукових дисциплін з метою стимулювання інновацій, технологічного розвитку та підготовки STEM-компетентних майбутніх педагогів. Означено структура STEM-технологій у вищій освіті України, що включає курси, спеціалізовані програми і проекти, які спрямовані на поглиблене вивчення базових наукових дисциплін, їх практичне застосування та міждисциплінарний підхід до вирішення складних проблем, що охоплює не лише теоретичне навчання, але й лабораторні роботи, проекти з реальними задачами, стажування в промислових підприємствах та дослідницьких установах.

Зазначено, що важливим елементом структури STEM-технологій є розвиток критичного мислення, творчих інженерних навичок та здатності до колаборації в міждисциплінарних командах майбутніх педагогів. Отже, STEM-технології у процесі підготовки майбутніх педагогів не лише підвищують якість освіти, а й сприяють створенню умов для інноваційного розвитку та впровадження нових технологій у процес освіти.

4. Описано сучасні підходи до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, що включає методи та форми, що забезпечують ефективність професійної підготовки майбутніх педагогів.

Таким чином історико-педагогічний аналіз літератури дозволяє зрозуміти еволюцію STEM-освіти та її вплив на педагогічну практику від початкових етапів впровадження STEM у освіту до сучасних тенденцій, які відображають важливість інтеграції наукових дисциплін у освітній процес, цей аналіз створює базу для подальшого дослідження і застосування STEM-технологій у педагогічній практиці. Означено, що інтеграція STEM-дисциплін у освітній процес здійснюється з метою підготовки майбутніх педагогів до викликів сучасного світу. Визначено, що STEM-освіта стала каталізатором для змін у педагогічній практиці, сприяючи розвитку критичного мислення, творчих навичок та проблемного підходу серед майбутніх педагогів.

Таким чином, сучасні дослідження підкреслюють, що впровадження STEM-технологій у навчальні програми підготовки майбутніх педагогів дозволяє не лише підвищити мотивацію здобувачів освіти, але й покращити їхні навички у сферах науки, технологій, інженерії та математики. Крім того, такий підхід стимулює співпрацю між студентами, що у свою чергу, сприяє розвитку комунікативних вмінь та навичок розв'язання проблем.

Відтак, історико-педагогічний аналіз літератури не лише підкріплює важливість інтеграції STEM-підходів у навчальний процес, але і визначає його перспективи для майбутнього, надаючи фундамент для подальших досліджень і практичного застосування в освітній сфері.

Отже, розділ надає теоретичний фундамент для подальшого дослідження та практичного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, підкреслюючи їхню важливість у сучасній освіті та педагогічній практиці.

Список використаних джерел у першому розділі

1. Адаменко, А. М. (2021). STEAM-освіта як шлях інтеграції навчальних предметів (с. 15-20). У *Інноваційні практики наукової освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (8–11 грудня 2021, Київ)*. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України.
2. Бабійчук, С. (2018). STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині: науковий журнал*, 1(8), 12-17.
3. Балик, Н., & Шмигер, Г. (2021). STEM-освіта в контексті підготовки майбутніх педагогічних кадрів. *Наукові записки Тернопільського*

- національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. *Серія: Педагогіка*, 2, 67-74.
4. Валько, Н. В. (2018). STEM-освіта вчителів у країнах Сходу та Австралії. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*, 61, 36-47.
 5. Валько, Н. В. (2018). Досвід впровадження STEM-освіти у США та Канаді. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету*, 3, 9-20.
 6. Василенко, В. М. (2021). STEM-освіта в сучасній українській школі. У *Інноваційні практики наукової освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 4(5), 64.
 7. Васюк, О. В. (2018). Діагностика готовності до професійної діяльності у майбутніх викладачів закладів вищої освіти. *Науковий вісник МНУ імені В. О. Сухомлинського «Педагогічні науки»*, 2(61), 52-56.
 8. Вітвицька, С. С. (2003). *Основи педагогіки вищої школи: Методичний посібник для студентів магістратури*. Київ: Центр навчальної літератури.
 9. Вороненко, Т. І. (2020). STEM-освіта – її реальність у сьогоденні України (с. 6-12). У *Всеукраїнська науково-практична конференція: "Інноваційна діяльність педагога в умовах реформування освітньої галузі: з досвіду впровадження ідей Нової української школи" (10 червня 2020 року)*, 2. Херсон: КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти».
 10. Вяткіна, Н. Б. (2015). STEM-освіта: етапи становлення в Україні. *Інформаційний збірник для директора школи та завідуючого дитячим садочком*, 18(41), 47-52.
 11. Гавриш, І. В., & Кириленко, С. В. (2017). *Розбудуємо Нову Українську школу: інструктивно-методичні матеріали для учасників науково-педагогічного проекту «Інтелект України»*. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти».
 12. Гавриш, І., & Кириленко, С. (2013). Інноваційні освітні проекти – кроки до світових стандартів освіти (науково-педагогічний проект «Інтелект України»). *Рідна школа*, 10, 3-8.
 13. Гончаров, С. М. (2007). *Форми, методи і організація навчального процесу в кредитно-модульній системі*. НУВГТТ.
 14. Гончарова, Н. О. (2017). STEM-освіта в Україні: реалії та перспективи. *Гуманітарний вісник Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка*, 1, 89-96.
 15. Горбенко, С. Л., Гущина, Н. І., Булавська, Л. Г., Василяшко, І. П., & Коршунова, О. В. (Уклад.). (2022). *Збірник матеріалів "STEM-школа – 2022"*. Київ: Видавничий дім "Освіта".
 16. Граб, О. М. (2017). STEM-освіта як засіб підвищення творчого потенціалу учнів. *STEM-освіта: шляхи впровадження, актуальні питання та перспективи*, 11, 20-23.
 17. Дзьоба, В. М. (2021). STEM-уроки – шлях до різнобічного розвитку, виховання і соціалізації учня як особистості (с. 142-144). У *Інноваційні практики наукової освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної*

- конференції (8–11 грудня 2021, Київ). Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України.
18. Доманова, Я. (2023). STEM-освіта в умовах дистанційного навчання (с. 157-164). У *Інноваційні практики наукової освіти : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 6-12 грудня 2023 р.)*. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України.
 19. Дядик, Т. В. (2021). STEM-освіта – сучасний освітній феномен (с. 73-75). У *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти: матеріали всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації, 18 жовтня – 26 листопада 2021 р.* Одеса: Видавничий дім «Гельветика».
 20. Жижко, Т. А. (2005). Педагогічна система один із чинників впровадження ідеї інтенсифікації у професійній підготовці майбутніх фахівців. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова (Серія 11: Соціологія. Соціальна робота. Соціальна педагогіка. Управління)*, 3, 144-151.
 21. Іванова, К. (2022). Впровадження STEM-технологій в освітній процес у початкових класах (с. 39). У *Актуальні проблеми навчання і виховання молодших школярів: матеріали наукової конференції студентів факультету початкової освіти: збірник тез наукових доповідей*. Харків: ХНПУ.
 22. Іванюк, Т. (2017). STEM як освітній ресурс XXI століття (с. 14-18). У *STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес*. Тернопіль.
 23. Ігнатуша, А. Л. (2016). Підходи до підготовки майбутніх вчителів у світлі вимог сучасної освіти. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка (педагогічні науки)*, 6(303), 64-70.
 24. Ігнатуша, А. Л. (2018). Загальні положення розвитку STEM-освіти в сучасному світі. *Перспективи впровадження STEM-навчання в сучасній освіті: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 2, 27-28.
 25. Коберник, О. М. (2000). *Психолого-педагогічне проектування виховного процесу в сільській загальноосвітній школі* [Неопубл. дис. д-ра пед. наук]. Центральний інститут післядипломної педагогічної освіти АПН України.
 26. Коваль, М. С., & Руденко, Л. А. (2021). Підготовка майбутніх менеджерів до професійної комунікативної взаємодії. *Науковий вісник Львівської академії*, 10, 27-33.
 27. Кравченко, О. А. (2018). STEM-освіта: проблеми та перспективи впровадження в початковій школі. *Науково-педагогічний вісник*, 33(2), 33.
 28. Кузьменко, О. (2016). Сутність та напрямки розвитку stem – освіти. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*, 9(3), 188-190.
 29. Кулалаєва, Н. (2016). Проектне навчання як умова набуття досвіду безпечної праці майбутніми будівельниками. *Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України (Професійна педагогіка)*, 12, 69-77.

30. Курлянд, З. Н. (2005). *Педагогіка вищої школи*. Київ: Академія.
31. Кух, А. М., & Кух, О. М. (2017). STEM-освіта та технологія уточнення компетентностей. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*, 12(2), 170-179.
32. Кучай, О. В. (2017). Хмарні технології як провідний інструмент інформатизації вищої освіти. *Вісник Черкаського Університету*, 7, 47-51.
33. Кучай, О., & Дем'янюк, А. (2021). Сучасні технології дистанційного навчання. *Гуманітарні студії : історія та педагогіка*, 2, 77-85. <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/45452/1/2-2021-77-85.pdf>
34. Кучай, О.В. (2010). *Формування професійної компетенції вчителів інформатики у вищих навчальних закладах Польщі: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів і вчителів інформатики*. Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького.
35. Левківський, К.М., Ямковий, В.А., & Івлєва, Л.М. (2016). *Інформаційно-аналітичні матеріали про діяльність Інституту модернізації змісту освіти у 2015 році*. Київ: ІМЗО.
36. Леонтьєва, І. В. (2019). Педагогічний кейс як засіб розвитку критичного мислення майбутніх викладачів. *Педагогічна освіта: Теорія і практика. Психологія. Педагогіка*, 32, 29-38.
37. Міністерство освіти і науки України. (2017). Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. Лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.17 року. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1470777-17#Text>
38. Міністерство освіти і науки України. (2019). Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2019/2020 навчальному році: лист ІМЗО № 22.1/10-2876 від 22 серпня 2019 року. Osvita.UA. https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/65463
39. Морзе, Н. В., Струтинська, О. В., & Умрик, М. А. (2018). Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*, 5, 178-187.
40. Перерва, Н. С. (2022). STEM-освіта в проєкті "Інтелект України" для учнів початкової школи. *Світ наукових досліджень*, 31. <https://www.economy-confer.com.ua/full-article/3871/>
41. Пилипенко, О. (2021). STEM-компетентності: сутність та структура. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету*, 3, 142-149.
42. Подлесний, С. В., & Тарасов, О. Ф. (2019). Актуальність використання STEM-STEAM-STREAM-технологій в сфері інженерно-технічної освіти для сталого розвитку економіки України. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, 2, 123-131.
43. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпучіна І. А., Онопченко Г. В. & Онопченко О. В. (2019). *Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної*

- і неформальної освіти обдарованих учнів.* Інститут обдарованої дитини НАПН України.
44. Поліхун, Н. І., Постова, К. Г., Сліпухіна, І. А., Онопченко, Г. В., & Онопченко, О. В. (2019). *Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформального світу обдарованих учнів: методичні рекомендації.* Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України.
 45. Поліхун, Н. І., Постова, К. Г., Сліпухіна, І. А., Онопченко, Г. В., & Онопченко, О. В. (2019). *Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації.* Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України.
 46. Поліхун, Н. І., Сліпухіна, І. А., & Чернецький, І. С. (2017). Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*, 3, 5-9.
 47. Проект концепції STEM-освіти в Україні. (2017). <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqVM0APKT0d3R29PbWZwUnM/view>
 48. Прошкін, В. В. (2015). Педагогічна система як предмет наукового дослідження. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*, 4(45), 7-12.
 49. Пшенична, Н. С. (2019). *Формування професійних компетентностей майбутніх учителів у процесі вивчення хімії* [Неопубл. дис. канд. пед. наук]. Національна академія педагогічних наук України.
 50. Рєвков, О. В., & Тамкович, І. О. (2018). *Шляхи впровадження STEM-освіти в позашкілля.* Запоріжжя: «КЗ ЗОЦ НТТУМ «Грані» ЗОР.
 51. Ростока, М. (2017). STEM-підхід у контексті формування інтелектуального потенціалу України. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки*, 10, 60-67.
 52. Сліпухіна, І. А., Чернецький, І. С., Меньяйлов, С. М., Рудницька, Ж. О., & Матеїк, Г. Д. (2016). Сучасний фізичний експеримент у дидактиці STEM орієнтованого навчання. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка*, (22), 325-328.
 53. Смерека, Г. І. (2017). Завдання і умови впровадження STEM-освіти. *STEM в освіті: проблеми і перспективи.* http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4573/1/07_Smereka.pdf
 54. Соколовська, Н. (2022). Нова школа – простір освітніх можливостей. *Педагогічний факультет, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка.* <https://ped.kpnu.edu.ua/2022/04/22/nova-ukrainska-shkola-prostir-dlia-osvitnikh-mozhlyvostei/>
 55. Шарко, В. Д. (2016). Модернізація системи навчання учнів STEM-дисциплін як методична проблема. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*, 10(3), 160-165.
 56. Шевчук, С. С. (2023). Вектори підвищення якості професійної підготовки фахівців у сучасних умовах. *Імідж сучасного педагога*, 3(192), 5-10.

57. Ягоднікова, В. В. (2009). *Інтерактивні форми і методи навчання у вищій школі: Навчально-методичний посібник*. Київ: ДП “Видавничий дім «Персонал»”.
58. García-Carrillo, C., Greca, I. M. & Fernández-Hawrylak, M. (2021). Teacher perspectives on teaching the STEM approach to educational coding and robotics in primary education. *Educ. Sci.*, 11, 64
59. Guo, L. (2012). New Curriculum Reform in China and its Impact on Teachers, Canadian and International Education. *Education canadienne et internationale*, 41(2), 98-101.
60. Kuchai, O., Hrechanyk, N., Pluhina, A., Chychuk, A., Biriuk, L., & Shevchuk I. (2022). World Experience in the Use of Multimedia Technologies and the Formation of Information Culture of the Future Primary School Teacher. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(3), 760-768. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.3.100>
61. Kurup, P., Li, X., Powell, G. & Brown, M. (2019). Building future primary teachers’ capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2-14.
62. Kuzminskyi, A. I., Kuchai O. V., & Bida, O. A. (2018). Use of polish experience in training computer science specialists in the pedagogical education system of Ukraine. *Information Technologies and Learning Tools*, 68(6), 206–217. <https://doi.org/10.33407/itlt.v68i6.2636>
63. Mayes, R. & Rittschof, K. (2021). Development of Interdisciplinary STEM Impact Measures of Student Attitudes and Reasoning. *Frontiers in Education*, 6, 1-2
64. Office of the Chief Scientist. (2013). Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach. <https://www.chiefscientist.gov.au/sites/default/files/STEMstrategy290713FINALweb.pdf>
65. Oseredchuk, O., Mykhailichenko, M., Rokosovyk, N., Komar, O., Bielikova, V., Plakhotnik, O., Kuchai, O. (2022). Ensuring the Quality of Higher Education in Ukraine. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(12), 146-152. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.12.19>
66. Plakhotnik, O., Zlatnikov, V., Strazhnikova, I., Bidyuk, N., Shkodyn, A., & Kuchai, O. (2023). Use of information technologies for quality training of future specialists. *Amazonia Investiga*, 12(65), 49-58. <https://doi.org/10.34069/AI/2023.65.05.5>
67. Polishchuk, G., Khlystun, I., Zarudniak, N., Mukoviz, O., Motsyk, R., Havrylenko, O., & Kuchai, O. (2022). Providing the Practical Component of the Future Specialist with Multimedia Technologies in the Educational Process of Higher Education. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(9), 714-720. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.9.93>
68. Puhach, S., Avramenko, K., Michalchenko, N., Chychuk, A., Kuchai, O., & Demchenko, I. (2021). Formation of Specialists’ Legal Competence in the System of Life Long Education. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 13(4), 91-112. <https://doi.org/10.18662/rrem/13.4/472>

69. Shuliak, A., Hedzyk, A., Tverezovska, N., Fenchak, L., Lalak, N., Ratsul, A., & Kuchai, O. (2022). Organization of Educational Space Using Cloud Computing in the Professional Training of Specialists. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(9), 447-454. DOI: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.9.58>
70. Stratan-Artyshkova, T., Kozak, Kh., Syrotina, O., Lisnevskaya, N., Sichkar, S., Pertsov, O., & Kuchai, O. (2022). Formation of New Approaches to the Use of Information Technology and Search For Innovative Methods of Training Specialists within the Pan-European Educational Space. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(8), 97-104. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.8.13>

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ЗАСОБАМИ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Педагогічні умови ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій

У сучасному освітньому контексті використання STEM-технологій набуває все більшої актуальності як засіб підготовки майбутніх педагогів. Це обумовлено необхідністю адаптації освітнього процесу до вимог сучасного ринку праці та швидкоплинних змін у суспільстві. У зв'язку з цим, важливим аспектом є створення педагогічних умов, які сприятимуть ефективній підготовці майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій.

Проаналізувавши праці О. Гуменного (2023; 2024) слід зауважити, що створення оптимальних умов для успішної реалізації потенціалу STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів сприятиме підвищенню значущості впровадження STEM-освіти у педагогічну практику.

Досліджуючи проблематику ефективності використання STEM-технологій у методиці професійної підготовки майбутніх педагогів, слід зауважити, що однією з важливих характеристик ефективності процесу підготовки майбутніх фахівців, що повинно вивести на новий рівень їх становлення, є виконання відповідних умов (Пріма, 2022).

Дослідження та аналіз поняття «умова», у науковій літературі, знаходить відображення у різних тлумаченнях цього терміну. У науково-педагогічній літературі поняття «умова», здебільшого, розглядається як видове щодо відповідних родових категорій – таких, як «середовище», «обставини», «ситуація» (Підласий, 2004).

У тлумачному словнику української мови зазначається, що умова – це необхідна обставина, яка уможлиблює здійснення, створення або утворення чого-небудь або сприяє чомусь (Яременко & Сліпушко, 1999).

Поняття «умови» у дослідженнях С. Морозова (2002), трактується як категорія, що відповідає за відношення об'єкта до оточуючих подій, без яких він не може існувати, як необхідне підґрунтя для здійснення, формування чи сприяння чомусь.

У контексті нашого дослідження викликають науковий інтерес саме педагогічні умови. У зв'язку із практичним значенням, спрямованістю на поліпшення функціонування педагогічних систем та підвищенням ефективності освітнього процесу, поняття «умови» (основним чином педагогічні та організаційно-педагогічні) є одним із найбільш поширених у дисертаційних дослідженнях у галузі педагогіки. Широкий спектр освітніх та виховних проблем заохочує до різноманітних підходів у розумінні поняття «педагогічні умови» (Литвин, 2023).

А. Литвин (2023) розглядає поняття «педагогічні умови» як:

- сукупність передумов взаємопов'язаних між собою для забезпечення професійної підготовки;
- обставини освітнього процесу, виховання та розвитку майбутніх педагогів, які забезпечують досягнення поставлених освітніх цілей;
- ефективні чинники освітнього середовища професійної підготовки або освітньої системи;
- організаційні та організаційно-управлінські ресурси і заходи для фахової підготовки майбутніх педагогів.

Поняття «педагогічні умови» охоплює різноманітні аспекти всіх етапів навчання, виховання і розвитку, включаючи цілі, зміст, принципи, методи, форми та засоби. Це поняття застосовується для опису як загального навчально-виховного процесу, так і конкретних аспектів або елементів освітньої системи. Часто «педагогічні умови» розглядаються як умови, які свідомо створюються у навчальному процесі з метою поліпшення його ефективності або для впровадження новацій з максимальними перевагами (Литвин, 2023).

Умови навчання формуються через взаємодію педагогів та студентів і проявляються в реалізації освітнього процесу. Ця взаємодія сприяє активізації

навчальних дисциплін, що в результаті підвищує ефективність професійної підготовки майбутніх фахівців (Semenog, 2020).

Для успішного впровадження методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів необхідно визначити такі педагогічні умови, які сприятимуть цьому процесу, та забезпечать досягнення результативності рівнів ефективності застосування методики (Пріма, 2019).

У контексті нашого дослідження для обґрунтування педагогічних умов, які сприятимуть ефективності впровадження методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, слід уточнити, що ми розуміємо під таким поняттям. Слід зазначити, що термін «педагогічні умови» не має універсального наукового визначення. Учені включають різноманітні складові до цього поняття у межах своїх досліджень (Пріма, 2024).

Так, І. Глухов та Т. Шмоніна (2021) педагогічні умови визначає якісною характеристикою основних факторів, а також явищ та процесів освітнього середовища для яких притаманні такі характеристики: створюються цілеспрямовано й організовано та реалізуються в освітньому середовищі; забезпечують вирішення сформованого педагогічного завдання; сприяють планомірності та поступовості наукового пошуку та надають можливість моніторингу його результатів; позитивно впливають на ефективність і результативність освітнього процесу.

Відтак, дослідивши праці Т. Васютіної (2020; 2024), варто зазначити, що створення ефективних педагогічних умов має вирішальне значення для успішного впровадження та результативності методики професійної підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій.

О. Чайка (2018) під педагогічними умовами розуміє спеціально створені обставини застосування яких передбачається сукупністю об'єктивних можливостей змісту, форм, методів та способів, спрямованих на підготовку майбутніх педагогів до організації педагогічного процесу.

За визначенням С. Кубрак (2012) педагогічні умови це – фактори, які у своїй сукупності складають систему організаційних, методичних та технічних

засобів, а також обставин, що формують сприятливу ситуацію для професійного саморозвитку та самовдосконалення майбутнього педагога в умовах закладів вищої освіти.

Автор визначає головні положення, які є вагомими для розуміння поняття «педагогічні умови». Відтак, педагогічна умова є складовою цілісної педагогічної системи а також, педагогічні умови – це сукупність усіх можливостей освітнього середовища (методи, засоби, форми, прийоми) та матеріального наповнення (інформаційні, технічні, навчальні). Крім того, педагогічні умови – це динамічна та гнучка система, а вибір педагогічних умов визначається специфікою структури освіти. Тож, належний вибір педагогічної умови забезпечує ефективність функціонування цілісної педагогічної системи (Грицак, 2019).

Є. Хриков (2022) педагогічні умови трактує як це систему об'єктивних можливостей змісту, форм, засобів, методів, прийомів, педагогічної діяльності. Та більш детально автор окреслює педагогічні умови як об'єктивні можливості матеріально-просторового середовища.

Погоджуючись із думкою автора, слід зазначити, що наявність педагогічних умов у вигляді забезпечення матеріально-просторового середовища є ключовим для успішної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій (Tretko, 2023). Серед таких умов важливе значення мають наявність сучасних STEM-лабораторій з високотехнологічним обладнанням, доступ до комп'ютерів з програмним забезпеченням для роботи з науковими інструментами та відповідний матеріальний базис для проведення практичних занять (Плахотнюк, 2021).

Повертаючись до визначення поняття «педагогічні умови», ми погоджуємось із визначенням дослідника, який визначає педагогічні умови як зовнішні обставини, чинник, що здійснює суттєвий вплив на перебіг педагогічного процесу, тією чи іншою мірою свідомо сконструйований педагогом, такий, що спричиняє, але не гарантує певний результат процесу (Хриков, 2022).

У своїх працях О. Дурманенко (2012) визначає педагогічні умови, як обставини, які пов'язані із організацією освітнього процесу у закладі вищої освіти, з тим зовнішнім освітнім середовищем, у якому здійснюється пізнавальна, освітня, науково-дослідницька і виховна діяльність студентів, зокрема майбутніх педагогів, яка спрямована на формування у здобувачів насамперед професійних знань, умінь і навичок, розвиток їх світоглядної культури, професійної компетентності.

К. Дубич (2007) педагогічні умови розглядає як сукупність взаємозалежних дій педагогічного процесу, які забезпечують досягнення конкретно окресленої мети.

Т. Осипова (2017) розглядає педагогічні умови, як сукупність факторів, таких як, створення сприятливого соціально-психологічного клімату у групі студентів, мотивація майбутніх педагогів до прийняття власної професійної позиції, забезпечення педагогічного наставництва у процесі професійного становлення майбутніх педагогів.

Проаналізувавши праці О. Прохорчука (2023; 2024), було означено, що педагогічними умовами слід вважати діяльність, у якій компоненти освітнього процесу представлені у злагодженій взаємодії, що дає викладачеві змогу результативно працювати та скеровувати освітній процес, а здобувачам – успішно працювати. Відтак, педагогічні умови застосування засобів STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, безпосередньо впливають на результативність процесу фахової підготовки.

О. Попадич (2013) визначає педагогічні умови, як цілеспрямовано сформовані обставини у тісній взаємодії педагогічних, психологічних і соціально-економічних чинників (відносин, засобів тощо), що дозволяють педагогові ефективно та послідовно здійснювати освітню роботу.

У контексті нашого дослідження, до педагогічних умов належать ті, що створюються в освітньому просторі фахової підготовки майбутніх педагогів. Реалізація педагогічних умов забезпечує найефективніше протікання педагогічних процесів підготовки майбутніх педагогів (Pichkur, 2020).

Н. Житник (2002) визначає та досліджує педагогічні умови, що забезпечують якісну професійну підготовку майбутніх педагогів, а саме: реалізацію освітнього змісту; методичне забезпечення освітнього процесу; впровадження інноваційних освітніх технологій, зокрема STEM-технологій; професійну майстерність та обізнаність педагогів у інноваційних навчальних технологіях, таких, як STEM-технології.

Педагогічні умови професійної підготовки майбутніх педагогів визначено як обставини, від яких залежить перебіг цілісного продуктивного педагогічного процесу підготовки фахівців, що опосередковується активністю особистості, групою людей. Встановлено, що педагогічні умови, сприяють вдосконаленню професійної підготовки майбутніх педагогів серед яких зазначив: організацію і системне спрямування педагогічного процесу на формування та розвиток професійної готовності майбутніх педагогів; ліквідація дублювання змісту навчання, шляхом удосконалення та максимального розвитку міжпредметних зв'язків; використання віртуальних методів навчання із застосуванням STEM-технологій (Стасюк, 2003).

Відтак, педагогічні умови – це детермінанти, що забезпечують процес формування знань, умінь і навичок. Набуття студентами теоретичних знань, практичних умінь і навичок є визначальним у процесі підготовки майбутніх педагогів (Пожидаєва, 2012).

Опираючись на наукові дослідження ми інтерпретуємо класифікацією педагогічних умов підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій (Імбер, 2008):

- мотиваційне забезпечення оволодіння студентами засобами STEM-технологій в умовах STEM-орієнтованого навчального середовища;
- алгоритмізація викладачами навчального процесу у ЗВО на основі системного використання STEM-технологій;
- навчання майбутніх педагогів за допомогою методики впровадження STEM-технологій у процес їхньої фахової підготовки.

Ми вважаємо, що описані характеристики педагогічних умов навчання мають достатню повноту та детальність, щоб бути корисними для аналізу різних аспектів педагогічної діяльності, зокрема для впровадження методики використання STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів (Bezliudnyi, 2020).

Під педагогічними умовами ефективного впровадження методики використання STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, з урахуванням думки Є. Гаркавцева (2015), ми розуміємо обставини, реальні ситуації, що свідомо створюються в освітньому процесі, завданням яких є забезпечення найбільш ефективного його перебігу та досягнення конкретної мети, а саме – підвищення якості рівня підготовки майбутніх педагогів засобами STEM -технологій.

Узагальнення теоретичних підходів І. Демченко (2020; 2023; 2024) дають змогу означити, що до визначення та характеристики понять «педагогічні умови» та «педагогічні умови професійної підготовки майбутніх педагогів», дозволило нами визначити та обґрунтувати зміст педагогічних умов підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

На основі аналізу психолого-педагогічної літератури та з метою вдосконалення процесу професійної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій в освітньому процесі визначено такі педагогічні умови (Мірошниченко, 2019):

- формування професійної мотивації майбутніх педагогів за допомогою STEM-методик (створення освітнього середовища, наближеного до реальних умов професійної діяльності);
- підготовка науково-педагогічних кадрів засобами STEM-технологій в освітньому процесі (удосконалення підготовки майбутніх педагогів засобами сучасних педагогічних технологій, у тому числі STEM);
- методичне забезпечення використання STEM-технологій в процесі професійної підготовки майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України (наявність спеціально обладнаних навчальних аудиторій,

сучасних комп'ютерних лабораторій, вільного доступу до наукових бібліотек через електронну мережу).

Порівняльний аналіз наукових визначень та узагальнення різних тлумачень дозволяє педагогічні умови вдосконалення процесу професійної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій, визначити як цілеспрямований відбір, планування та застосування окремої системи з елементів STEM-технологій, прийомів (методів), організаційних форм навчання з метою забезпечення застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів (Плахотнюк, 2021).

Вітчизняні учені виділяють ряд різних трактувань, щодо педагогічних умов саме ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

У процесі наукового пошуку нами встановлено, що підвищенню рівня підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій сприяють такі умови (Нищак, 2017):

- особистісно-мотиваційна складова навчального процесу, що передбачає розвиток у студентів інтересу, потреб, мотивів та переконань до навчання STEM-дисциплін;
- позитивне емоційне середовище навчання, зумовлене атмосферою невимушеності, доброзичливості, толерантності у суб'єкт-суб'єктних стосунках;
- включення студентів у навчальну діяльність, що передбачає активізацію пізнавальних процесів особистості (мислення, уяви, уваги, пам'яті та ін.), що є основою STEM-навчання;
- засвоєння студентами змісту STEM-дисциплін, практично зорієнтованого на розв'язання професійних завдань майбутніми педагогами;
- використання комплексу сучасних форм, методів і засобів навчання (інтерактивні вправи, моделювання педагогічних ситуацій, ділові ігри, робота з електронними навчальними матеріалами та ін.);

- цілеспрямована поза аудиторна самостійна навчально-пізнавальна діяльність студентів;
- систематичний контроль з боку викладача за перебігом навчально-пізнавальної діяльності майбутніх педагогів.

Процес ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій є невід’ємною частиною освітнього процесу в цілому. Відтак, це процес являє собою організовану взаємодію двох суб’єктів (викладачів та студентів), опосередковану об’єктом засвоєння та оволодіння (Рахманіна, 2024). Враховуючи структуру освітнього процесу (мету, зміст, засоби, методи, форми навчання, викладачів та студентів) як основу класифікації, опираючись на дослідження вищезазначених учених щодо педагогічних умов, та з урахуванням особистого педагогічного досвіду ми можемо виділити наступні *педагогічні умови*, які впливають на ефективну підготовку майбутніх педагогів засобами STEM-технологій:

1. Забезпечення стійкої мотивації до активного освоєння майбутньої професії.
2. Ефективна організація застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів.
3. Навчально-методичне забезпечення процесу підготовки засобами STEM-технологій.
4. Використання у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів інтерактивних методів навчання на основі застосування STEM-технологій.

Відповідно до нашого дослідження, доцільний вибір достатніх та необхідних умов, є наступним етапом процесу ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій (Рахманіна, 2022).

Згідно з результатами проведеного нами дослідження, ми більш детально розкриємо умови, які на нашу думку є найбільш сприятливими для ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій, магістрів за спеціальністю «Педагогіка вищої школи».

На нашу думку, важливою педагогічною умовою забезпечення ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій є *забезпечення стійкої мотивації студентів до активного освоєння майбутньої професії*. У сучасній вищій освіті актуальним завданням є підвищення ефективності результатів навчання та покращення навчально-пізнавальної та проектно-пошукової діяльності студентів, що є одним із ключових елементів STEM-освіти (Ляховець & Рахманіна, 2017). Забезпечення ефективності інтеграції STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів можна реалізувати шляхом реалізації умови забезпечення стійкої мотивації до навчального процесу у студентів педагогічних спеціальностей. Це посилює інтерес студентів, як майбутніх педагогів до професійної діяльності, шляхом отримання не лише теоретичних знань, але й навичок практичного застосування, які є ключовими у їхній майбутній професійній діяльності (Рахманіна та ін., 2022).

Крім того, реалізація умови забезпечення стійкої мотивації майбутніх педагогів до навчального процесу сприяє розвитку критичного мислення, проблемного та творчого потенціалу у майбутніх педагогів, що є ключовими компетентностями у сучасному освітньому середовищі та підвищує інтерес студентів до навчальної діяльності (Williams, 2011; Watson, 2006; Trent, 2010).

Реалізація педагогічної умови забезпечення стійкої мотивації майбутніх педагогів можлива за наступних обставин:

- психолого-педагогічна атмосфера навчального колективу, створення сприятливого професійно-педагогічного середовища;
- особистісно орієнтовані підходи до навчання, які враховують індивідуальні потреби та інтереси майбутніх педагогів, сприяючи їхньому особистісному зростанню та самореалізації;
- формування позитивного ставлення до майбутньої професії та активне залучення майбутніх педагогів до практичної діяльності із використанням відкритих діалогів та обговорень професійних аспектів;
- розвиток інформаційно-комунікаційних потреб майбутніх педагогів із забезпеченням доступу до актуальної інформації та технологій, які

допомагають майбутнім педагогам вдосконалювати свої навички та підвищувати інтерес до навчального процесу;

- формування обізнаності у галузі STEM-технологій із наданням можливостей для майбутніх педагогів із ознайомлення з сучасними педагогічними STEM-технологіями та системою впровадження в навчальний процес, що сприяє розвитку інноваційного мислення та насамперед підвищує мотивацію до освоєння професії педагога (Turner, 2015; Crocker, 2008; Su, 2012; Stubbs, 2009).

Ці обставини спрямовані на формування позитивної навчальної мотивації, стимулювання пізнавальної діяльності, сприяння розвитку самовизначення, самоактуалізації та відповідальності, що характеризується результатами навчання особистості та сприяє збагаченню навчальної інформації студенті

Реалізація педагогічної умови щодо забезпечення стійкої мотивації студентів для активного освоєння майбутньої професії також сприяє підвищенню мотивації студентів, оскільки вона дозволяє майбутнім педагогам охопити практичний вигляд своїх навчальних здобутків, а також забезпечити важливість впровадження інновацій у реальному житті. Результатом реалізації цієї умови, є розвиток у майбутніх педагогів інтересу до викликів і вимог сучасного світу та можливості впроваджувати інноваційні методи навчання у майбутній педагогічній практиці (Shin, 2011; Sanders, 2009; Roberts & Cantu, 2012; Priestly & Robinson, 2013).

Оптимальна реалізація педагогічної умови щодо забезпечення стійкої мотивації студентів до активного освоєння майбутньої професії забезпечується використанням наступних методів (метод-кейс; проектно-дослідницький метод; проблемно-пошукові методи), технологій (проблемного та кооперативного навчання) та засобів (онлайн-платформи та курси, мультимедійне оснащення) навчання (Osadchyi, 2017).

Наступною важливою *педагогічною умовою* ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій, є ***ефективна організація***

застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів. Реалізація цієї педагогічної умови передбачає:

- застосування засобів STEM-технологій повинно відбуватись протягом усього періоду навчання майбутніх педагогів у ЗВО. Відтак, організовуючи та плануючи освітню діяльність майбутніх педагогів, слід розробити узгоджений план впровадження та застосування STEM-технологій у різних навчальних модулях, варіюючи обсяг освітніх STEM-технологій протягом усього періоду навчання;
- зміст організації процесу застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів слід вибудувати за інтервальною системою, що передбачає циклічне повторення у процесі навчання застосування засобів STEM-технологій, протягом усього періоду навчання із поступовим ускладненням за формою, структурою та змістом у відповідності до переходу студентів від курсу до курсу;
- у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів, необхідно передбачити широке застосування STEM-технологій, яке передбачає використання отриманих знань у педагогічній практиці та у реальному житті;
- організація процесу застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів, повинна відбуватись на основі вирішення конкретних професійно-педагогічних завдань, пов'язаних із викликами сучасності. Відтак, паралельно із навчальним процесом, студентами повинен здійснюватися аналіз потреб сучасного освітнього середовища, визначення актуальних проблем та вимог, які виникають у сучасному освітньому процесі, що вимагають застосування STEM-технологій. Студенти мають навчитись визначати конкретні цілі та завдання, та створювати детальний план з використанням STEM-технологій, який включає послідовність кроків та методів, необхідних для досягнення поставлених цілей пов'язаних із реальним життям, що є основою STEM-освіти;

- змість підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-освіти слід розробляти на основі загально професійних та спеціальних дисциплін, для того щоб підготувати кваліфікованого педагога, відповідно до вимог сучасного світу, які вимагають інтеграції STEM-технологій у освітній процес, а відтак майбутні педагоги повинні бути компетентними не лише у своїй основній предметній області, але й у засобах сучасних технологій, які стимулюють інтерактивне навчання, дослідження та творчість здобувачів у STEM-сфері. Отже, розробка змісту підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій на основі професійних та спеціальних дисциплін є ключовою для формування кваліфікованих фахівців, здатних ефективно працювати в освітній та сучасних сферах;
- для ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій доцільно передбачити вивчення студентами курсу «Інтеграція STEM-підходів у навчальний процес», що передбачає вивчення студентами методології використання інноваційних методів та технологій для покращення якості навчання. Запровадження даного курсу може відбуватись у вигляді вивчення студентами дисципліни на вибір, факультативного вивчення, або впроваджуватись як один із модулів у будь-яку загально професійну або спеціальну дисципліну в рамках професійної підготовки. Розпочинати вивчення даного курсу доцільно із середини першого семестру першого року навчання ОС «Магістр», оскільки це дозволить студентам, паралельно із початком навчання, ознайомитися з основами освітніх технологій та STEM-підходів до навчання та дасть змогу зрозуміти контекст та важливість інтеграції STEM-елементів у майбутню педагогічну практику. Початок курсу «Інтеграція STEM-підходів у навчальний процес» у середині першого семестру надасть студентам достатньо часу для усвідомлення цілей та завдань курсу, дозволить систематизувати знання, отримані ними раніше а також надасть можливість для активної підготовки до практичних завдань та проектів, які можуть бути частиною програми, це дозволить інтегрувати

знання та навички, отримані під час інших курсів у процес навчання, з застосування STEM-підходів. Даний курс сприятиме збагаченню та поглибленню знань студентів, що відіграє важливу роль у їхньому професійному розвитку з використанням STEM-технологій (Osadchyi, 2015; Loevinger, 1976; Maclean & White, 2007; McLuhan & Fiore, 1967).

Крім того, процес ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій, передбачає використання отриманих знань у реальній педагогічній практиці, що є основою STEM-освіти, у відповідності до особливостей підготовки студентів засобами STEM (табл. 1).

Таблиця 1

Застосування STEM-технологій у педагогічній практиці

Особливості підготовки студентів засобами STEM-технологій	Приклади застосування STEM-технологій у педагогічній практиці
Інтеграція STEM-підходів у зміст навчання	Розробка інтерактивних курсів, які поєднують STEM-дисципліни з іншими предметами
Використання ІКТ у STEM-освіті	Впровадження використання віртуальної реальності для візуалізації навчальних концепцій
Проектна діяльність та проблемне навчання	Організація проблемно-пошукових завдань із вирішенням реальних проблем за допомогою STEM-підходів
Застосування інтерактивних методів навчання	Використання ігрових технологій, рольових сценаріїв
Збільшення командної роботи студентів	Організація спільних проектних робіт, для командної співпраці із використанням STEM-технологій

Джерело: розроблено авторкою

Таким чином, інтеграція STEM-підходів у професійну підготовку майбутніх педагогів є важливим елементом забезпечення якісної освіти відповідно до вимог та реалій сучасного світу (Kuzminska та ін., 2018).

Відтак, для реалізації другої педагогічної умови щодо ефективної організації застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів варто забезпечити інтеграцію STEM-підходів у навчальні

програми, використання сучасних технологій, проектну діяльність, інтерактивні методи навчання та залучення студентів до процесу вивчення та використання STEM-технологій. Ці аспекти відіграє важливу роль у підготовці майбутніх педагогів засобами STEM-технологій, що вимагає відкритості до освітніх інновацій (Johnson, 2003; Beauchamp & Thomas, 2009).

Отже, ефективна організація застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів передбачає комплексний підхід, який поєднує теоретичні знання з практичними навичками та сприяє розвитку креативності, критичного мислення та інноваційного потенціалу у майбутніх освітян (Яцула, 2015; Ягупов, 2002).

Для забезпечення реалізації другої педагогічної умови доцільно використовувати наступні форми навчання: проблемно-пошукові лекції, проектно-пошукові курси, командне проектування, індивідуалізовані проекти; методи: кейс-метод, квест; засоби: мультимедіа, інтернет-ресурси, онлайн-платформи (Юрженко, 2019; Шарко, 2015).

Третьою педагогічною умовою є **навчально-методичне забезпечення процесу підготовки засобами STEM-технологій** дозволяє створити необхідне підґрунтя для найбільш якісної підготовки майбутніх педагогів. Однією з ключових складових успішної підготовки є належне навчально-методичне забезпечення, спрямоване на впровадження інноваційних STEM-підходів у навчальний процес.

Навчально-методичне забезпечення освітнього процесу підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій полягає у взаємозв'язку його цілей та змісту, дидактичного забезпечення й організаційних форм, що являє собою сукупність інформаційних, навчально-методичних та STEM-матеріалів, що призначені забезпечити всі основні його етапи – від надання освітньої інформації, її сприйняття, усвідомлення та систематизації й застосування на практиці з метою оволодіння визначеним обсягом знань умінь та навичок, та переліком визначених компетентностей, зокрема STEM-компетентністю до контролю результатів вивчення навчальної дисципліни (Савельєва, 2017).

Відповідно до нашого дослідження, ми визначаємо педагогічну умову навчально-методичного забезпечення процесу підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій із урахуванням основних етапів:

- перший етап – аналіз потреб у навчально-методичному забезпеченні;
- другий етап – планування та розробка навчальних матеріалів у процесі підготовки засобами STEM-технологій;
- третій етап – використання та адаптація навчальних ресурсів STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів;
- четвертий етап – оцінка ефективності використання навчально-методичного забезпечення засобами STEM-технологій (табл. 1.2).

Відтак, слід наголосити, що загальний процес впровадження навчально-методичного забезпечення засобами STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів складається з чотирьох етапів, які взаємопов'язані і спрямовані на забезпечення високої якості освіти (Чернілевський, 2010; Цехмістрова, 2024). Починаючи з аналізу потреб, через планування та розробку відповідних матеріалів, їх використання та адаптацію, до остаточної оцінки ефективності, кожен етап сприяє досягненню головної мети – підготовці STEM-компетентних, інноваційних та здатних до постійного професійного розвитку педагогів (Хоржевська, 2013; Фурман, 2013).

Використання STEM-технологій забезпечує інтерактивність, залучення та практичну спрямованість навчання, що є ключовими факторами успіху в сучасній освітній системі, зокрема у процесі підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій для формування у майбутніх фахівців ключової STEM-компетентності (Фіцула, 2006; Фільштейн & Журавльов, 2016; Федорук, 2004).

Ця педагогічна умова покликана забезпечити якісну підготовку майбутніх педагогів засобами STEM-технологій шляхом систематичного аналізу потреб здобувачів освіти, розробки адаптованих навчальних та методичних матеріалів та ефективного впровадження їх у освітній процес, для формування у майбутніх освітян STEM-компетентності.

**Основні етапи умови навчально-методичного забезпечення процесу
підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій**

Етапи	Характеристика етапів
1. Аналіз потреб	Перший етап полягає в аналізі потреб студентів і викладачів у навчально-методичному забезпеченні для ефективної підготовки засобами STEM-технологій. Це включає в себе опитування, спостереження та збір інформації про потреби та вимоги до матеріалів та ресурсів.
2. Планування та розробка	На цьому етапі розробляються конкретні навчальні плани, матеріали та ресурси для використання в процесі навчання засобами STEM-технологій. Важливо враховувати не лише теоретичні аспекти, але й практичні вправи та завдання, які сприятимуть активному залученню студентів.
3. Використання та адаптація	На цьому етапі проводиться впровадження розроблених навчальних матеріалів та ресурсів у навчальний процес. Важливо враховувати різноманітність методик та підходів, щоб вони відповідали різним потребам студентів та контекстам навчання.
4. Оцінка та зворотній зв'язок	На останньому етапі проводиться оцінка ефективності використання навчально-методичного забезпечення засобами STEM-технологій. Це включає в себе збір фідбеку від студентів та викладачів, аналіз результатів навчання та внесення необхідних коректив у подальшу роботу.

Джерело: розроблено авторкою

Реалізація цього елемента передбачає використання інноваційних методів STEM-навчання під час професійної підготовки майбутніх педагогів. Педагогічна умова щодо навчально-методичного забезпечення процесу підготовки засобами STEM-технологій полягає в систематичному використанні навчально-методичного забезпечення засобами STEM-технологій у процесі

підготовки майбутніх педагогів (Філіпенко, 2004). Реалізація даної педагогічної умови передбачає: підготовку навчально-методичного забезпечення з урахуванням конкретних потреб та інтересів студентів. Це дозволяє забезпечити більш ефективне засвоєння матеріалу та підвищити мотивацію майбутніх педагогів до професійної діяльності; використання інноваційних навчальних матеріалів та засобів STEM-технологій із залученням студентів до активної пізнавальної діяльності. Це сприяє поглибленню їхніх знань та розвитку критичного мислення майбутніх педагогів; підвищення якості навчання за рахунок використання сучасних STEM-технологій та інноваційних методик, що створює підґрунтя для ефективного навчально-методичного забезпечення процесу підготовки майбутніх педагогів (Трифоновна, 2018; Тимошенко, 2014; Сушенцева, 2011). Це сприяє підготовці висококваліфікованих фахівців у галузі STEM-освіти; використання навчально-методичного забезпечення засобами STEM-технологій, що сприяє створенню сприятливого навчального середовища, для експериментальних досліджень студентами як майбутніми педагогами для забезпечення вирішення проблем та задач, пов'язаних із реальною практикою.

Реалізація цієї педагогічної умови сприяє підвищенню якості підготовки майбутніх педагогів, розвитку їхніх компетентностей у галузі STEM-освіти та підготовці до викликів сучасного світу (Стадніченко, 2015).

Забезпечення реалізації третьої педагогічної умови відбувається за таких форм навчання як лекції, семінари, практичні заняття, лабораторні роботи, навчання у групах; технологій (проектна діяльність, кейс-навчання, тренінги); методів (проблемне навчання, творчі завдання, експериментальні проекти, мультимедіа, онлайн-ресурси, інтерактивні методи) (Співаковський та ін., 2014).

Відповідно до попередньої умови, звідси випливає *четверта педагогічна умова використання у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів інтерактивних методів навчання на основі застосування STEM-технологій.*

У сучасному світі, де стрімко оновлюються технології та вимоги до освіти, важливо забезпечити ефективну підготовку майбутніх педагогів, яка відповідає сучасним викликам. Використання інтерактивних методів та форм навчання на

основі застосування STEM-технологій є одним з ключових напрямів у цьому процесі (Слепкань, 2005; Сакунова & Мороз, 2018).

Ця педагогічна умова передбачає активне залучення студентів до навчання за допомогою інтерактивних методів, які сприяють їхньому активному і поглибленому засвоєнню матеріалу у процесі професійної підготовки до педагогічної діяльності. Застосування STEM-технологій робить процес застосування інтерактивних методів у процесі підготовки майбутніх педагогів більш ефективним, оскільки дозволяє студентам наочно сприймати абстрактні концепції та застосовувати їх на практиці (Романкова, 2017; Прошкін, 2015).

Розглянемо детальніше поняття «інтерактивні методи навчання», та використання таких методів сприяє ефективній підготовці майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

Термін «інтерактивний» – (інтерактив – англ. взаємний акт. інтерактивний – здібність проводити бесіди, діалоги чи взаємодіяти з пристроєм (як наприклад, комп'ютер) або з особою). Передбачає організацію освітніх умов, комфортних для здобувачів, за яких всі студенти мають змогу активно взаємодіяти між собою і педагогом, використовуючи моделювання реальних життєвих і професійних ситуацій, рольових ігор та методу кейсу, що дає змогу створити ситуації пошуку та пізнання, співпереживання, суперечностей, свідомого ризику, сумніву, переконання, задоволення, синтезу та аналізу, рефлексії та самооцінки своїх дій, спільне розв'язання проблем (Ягоднікова, 2009).

Інтерактивне навчання відбувається шляхом взаємодії усіх учасників процесу навчання. Це спілкування (кооперативна співпраця, командна робота, спілкування та взаємодія), у якому і педагог, і студенти є суб'єктами цього процесу. Відтак педагог виконує роль координатора, організатора процесу освіти та пізнання. У процесі інтерактивного навчання моделюються реальні життєві ситуації, кейси пропонуються проблеми, схожі до реального життя, для спільного розв'язання, застосовуються рольові ігри тощо. Використання інтерактивних технологій не є самоціллю (Прокопова & Повх, 2017). Головна мета інтерактивного навчання – засоби створення доброзичливої атмосфери й

порозуміння, зняття з урахуванням особливостей душі студента, усунення почуття страху, та зробити його розкутим, навіяти впевненість у власних силах, налаштувати на успіх, виявити здібності до творчості (Скляр та ін., 2013).

Згідно з провідними дослідженнями у цій галузі, яка провела дослідження інтерактивних методів та форм навчання, зокрема використання інтерактивних технологій у навчанні іноземних мов. Результати дослідження показали, що використання інтерактивних методів підвищує зацікавленість студентів та забезпечує більш ефективне засвоєння матеріалу (Кузів та ін., 2021).

Згідно з дослідженнями В. Ягоднікової (2009), ознаки інтерактивного заняття проявляються у деталях взаємодії суб'єктів освітнього процесу, змісті і структурі, яка передбачає такі форми:

- фізичну – зміна робочого місця, вільний рух у приміщенні, пересаджування, спілкування, листування, комунікація;
- соціальну – активна взаємодія з учасниками, питання-відповідь, , обмін думками;
- пізнавальну – самостійний пошук рішення проблеми, внесення доповнення і правок, виступи (презентації) як набування професійного досвіду.

Н. Гончарова (2017) проводила дослідження інтерактивних методів навчання із використанням STEM-технологій. Авторка досліджувала, що використання інтерактивних STEM-технологій покращує проведення практичних занять зі студентами, а інтерактивні технології дають можливість використовувати сучасні технології, зокрема STEM-технології; експериментувати та вирішувати реальні проблеми; занурювати здобувача в умови, наближені до реальних; знайомлять з процесами та особливостями проектної та пошукової діяльності; дозволяють поєднувати уяву, увагу та пам'ять із інноваціями; сприяють формуванню зацікавленості у освітньому процесі та у подальшому вивченні STEM-дисциплін.

Таким чином, інтерактивне навчання у процесі підготовки майбутніх педагогів ґрунтується на принципах гуманізації та толерантності, демократизації, інтеграції диференціації, а також індивідуалізації, що становить

соціально мотивоване партнерство та командну співпрацю, центром уваги якої є не процес викладання, а організована творча співпраця рівноправних особистостей здобувачів на рівні суб'єкт-суб'єктної взаємодії (Ягоднікова, 2009).

Отже, використання інтерактивних STEM-технологій, ігрових практик, проведення науково-пізнавальних дослідів, застосування методу кейсів в контексті впровадження STEM-освіти у процес підготовки майбутніх педагогів сприятливо впливає на освітній процес та сприяє формуванню основних навичок XXI століття. У студентів, як майбутніх педагогів, розвиваються ініціативність, лідерські якості, впевненість у собі, прагнення до перемоги, командний дух, творчість, креативність, кмітливість та винахідливість, а також прагнення експериментувати та досліджувати, здатність вирішувати складні реальні проблеми, розв'язувати конфліктні ситуації, критично взаємодіяти у процесі використання STEM-технологій, робити висновки тощо (Гончарова, 2017).

Інтерактивне навчання у контексті впровадження засобів STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів спонукає до активного залучення студентів у процес навчання та створює сприятливі умови для їхнього всебічного розвитку. Інтерактивне навчання стимулює студентів до активної участі у навчальному процесі. Студенти беруть участь у вирішенні завдань, експериментах та проектах, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу із використанням STEM-технологій.

Інтерактивне навчання із використанням STEM-технологій дозволяє студентам застосовувати отримані знання та навички у майбутній педагогічній практиці. Студенти вивчають теорію, та мають можливість випробувати її в реальних ситуаціях, що сприяє розвитку практичних навичок і вмінь. Інтерактивне навчання заохочує студентів до творчого мислення та пошуку альтернативних рішень. Студенти опановують уміння думати критично, аналізувати інформацію та розв'язувати складні завдання, що є важливими STEM-навичками для майбутніх педагогів (Пирог, 2010; Пехота, 2011). Під час інтерактивного навчання студенти взаємодіють між собою та з викладачем,

користуються перевагами STEM-технологій, що сприяє розвитку їхніх професійних навичок. Студенти навчаються висловлювати свої думки, слухати інших та працювати у команді, що є важливими навичками для майбутніх педагогів (Петрук, 2011).

Отже, інтерактивне навчання у контексті впровадження засобів STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів спонукає до активної участі студентів у навчальному процесі, розвиває їхні практичні навички, творчість, критичне мислення та комунікаційні вміння, що є необхідними для успішної роботи у сучасному освітньому середовищі.

Реалізація четвертої педагогічної умови відбувається за використання таких форм навчання як, лекційні заняття, практичні та лабораторні завдання, семінарські заняття; методів (кейс-навчання, проектне навчання, індивідуальні творчі завдання); технологій (мультимедіа, інтерактивні заняття, онлайн-курси).

Отже, ми вважаємо, що кожна педагогічна умова має забезпечувати ефективну підготовку майбутніх педагогів засобами STEM-технологій. Педагогічні умови є важливими обставинами, які визначають, здатність майбутніх фахівців розвинути здібності високого рівня професійної підготовки.

Слід зазначити, що кожна педагогічна умова має на меті забезпечити ефективність підготовки майбутніх педагогів, які здатні відповісти на сучасні виклики у галузі освіти та суспільства загалом. Процес підготовки майбутніх педагогів з урахуванням чотирьох умов має бути комплексним та охоплювати різноманітні аспекти, що включають не лише навчальні знання, але й практичні навички, креативне мислення, комунікативні вміння та готовність до постійного самовдосконалення.

У контексті нашого дослідження кожна педагогічна умова є невід'ємною складовою процесу підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій та спрямована на забезпечення їхньої комплексної підготовки до роботи у сучасному освітньому середовищі. Педагогічні умови, запропоновані нами відображають можливості поєднання теоретичних знань з практичними навичками, використання сучасних технологій та інноваційних методів

навчання, а також створення сприятливого середовища для розвитку особистості кожного студента.

2.2. Модель системи ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів

У сучасному освітньому середовищі використання STEM-технологій набуває все більшого значення, оскільки вони не лише розширюють можливості навчання та навчального процесу, але й сприяють підготовці майбутніх педагогів до викликів сучасності. Модель системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є ключовим аспектом, що допомагає оптимізувати цей процес та забезпечити якісну підготовку фахівців у галузі вищої освіти. Відтак, на сучасному етапі розвитку освіти використання STEM-технологій стає все більш невід'ємною частиною навчального процесу, оскільки ці технології мають потенціал удосконалити традиційний підхід до навчання та навчального процесу. Засоби STEM-технологій дозволяють створювати інноваційні навчальні середовища, де студенти можуть активно взаємодіяти з матеріалом, вирішувати реальні проблеми та розвивати креативність та критичне мислення. Ці технології дозволяють перетворити навчальний процес на стимулюючий для студентів, що в свою чергу сприяє покращенню результатів навчання та ефективній підготовці майбутніх педагогів.

Модель системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є важливим інструментом, що допомагає оптимізувати навчальний процес та забезпечує якісну підготовку фахівців у галузі освіти, з урахуванням не лише технологічних аспектів, але й педагогічних принципів, методів та стратегій, які сприяють ефективному використанню STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів. Це зумовлює орієнтованість на створення структурованого та системного підходу до впровадження STEM-технологій у навчання, що дозволяє максимально

підвищити ефективність процесу підготовки майбутніх педагогів та збільшити готовність до викликів сучасного світу.

Для повного розуміння особливостей системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, розглянемо моделювання як метод побудови моделі. Проблема моделювання в наукових дослідженнях присвячено багато праць українських та зарубіжних авторів, переважно моделювання в окремих наукових галузях.

А. Теплицька (2015) визначає термін «модель» як цілісну систему, яка мисленнєво окреслюється або матеріально реалізується, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, що здатна заміщати його так, що її вивчення дає нову інформацію про досліджуваний об'єкт.

Згідно із визначенням моделювання – це процес здійснення відображення або відтворення дійсності для вивчення наявних в ній об'єктивних закономірностей (Єжова, 2016).

В. Кушнір (2003) визначає, що в педагогічному процесі моделювання має гносеологічно-пізнавальний характер, а отримані моделі є «моделями дослідження».

Під моделюванням Н. Хайруліна (2020), розуміє процес аналізу об'єктів пізнання не безпосередньо, а опосередкованим шляхом, тобто через дослідження певних допоміжних об'єктів.

У контексті нашого дослідження ми спираємось на існуючі методи моделювання. Відтак підґрунтям для нашого дослідження, на основі існуючих вчень є чотири етапи проектування моделей:

- 1) використання інтуїції дослідника для пошуку моделей на евристичній основі;
- 2) перевірка моделі через поняття;
- 3) прагматична перевірка моделі;
- 4) застосування моделі.

О. Сорока (2016) стверджує, що модель є графічною системою, яку можна коригувати та вдосконалювати відповідно до змін умов і вимог суспільства

Із проведеного аналізу досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених можна зробити висновок, що процес моделювання включає як теоретичний так і практичний аспекти, а його характеристика може використовуватися як експериментальна апробація.

У контексті нашого дослідження важливим залишається визначення моделі системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів.

За визначенням науковців О. Спіріна і Т. Вакалюк (2023) та інших, модель системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів це процес відстеження, синтезу, збирання, опрацювання кількісних і якісних показників оприлюднення, аналізу, розповсюдження і використання наукових результатів педагогічних досліджень засобами STEM-технологій для оцінювання їх практичної значущості та соціальної цінності в галузі освіти і науки.

У ході нашого дослідження ми створювали модель, яка представляє системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів як систему візуалізації, за допомогою якої спрощується представлення інформації про об'єкт дослідження.

У процесі створення моделі нами враховувалися фактори та умови, за яких система ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів буде максимально результативною та ефективною. Модель системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів слугує системним уявленням про стан і зміст професійної підготовки майбутніх педагогів, що дозволяє досягти бажаних результатів в освітній діяльності.

Модель системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів включає кілька ключових параметрів, які визначають її ефективність: єдність, що означає взаємозв'язок інтеграції STEM-підходу у всі аспекти підготовки майбутніх педагогів; багаторівневість, системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів; гнучкість, що характеризує зміну в формуванні системи ефективного використання STEM-

технологій у підготовці майбутніх педагогів, результатом чого є позитивна динаміка рівнів підготовки майбутніх педагогів.

Ці параметри допомагають створити структуровану та системну модель, що сприяє ефективному впровадженню STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів та забезпечує підвищення якості освіти в цілому.

Для побудови системи моделі ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів важлива цілісність, що охоплює кілька ключових аспектів: мету, створення оптимальних педагогічних умов, розробку ефективних напрямів та стратегій, спрямованих на досягнення поставленої мети, дотримання етапів їх реалізації та застосування сучасних діагностичних методів. Цілісність моделі є важливою складовою нашого дослідження, оскільки вона дозволяє створити комплексний підхід до впровадження STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, що сприяє досягненню якісних результатів та підвищенню рівня освіти.

На основі аналізу досліджень В. Бикова (2019), О. Спіріна (2023), та безпосередньо під час створення моделі системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів було визначено структурно-функціональні блоки моделі, а саме: науково-методологічний; організаційно-діяльнісний; оцінювально-результативний (рис. 1).

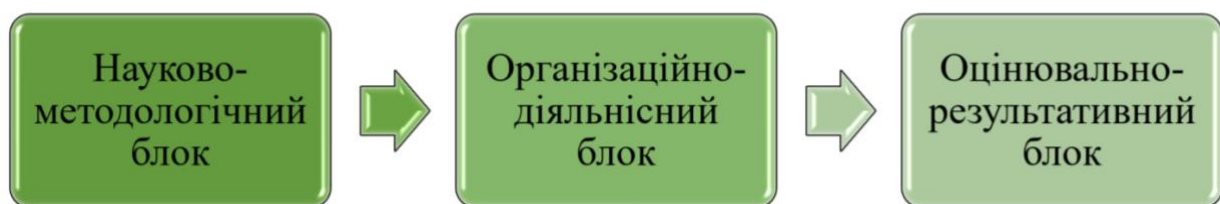


Рис. 1. Структурно-функціональні блоки моделі системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів

Джерело: сформовано авторкою

Кожен із окреслених блоків моделі спрямований на формування відповідного компонента системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів. Це забезпечує системну цілісність

компетентності як наслідок функціонування моделі в системі професійної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

Ефективність функціонування окресленої моделі забезпечується рядом наступних передумов:

- чітке формування у студентів мотивації до навчання із застосування STEM-технологій;
- цілеспрямоване включення студентів у процес навчання із застосуванням засобів STEM-технологій;
- залучення студентів до створення STEM-проектів;
- розвиток у студентів здатності до саморефлексії у контексті STEM-навчання.

Науково-методологічний блок окресленої нами моделі представлений методологією формування системи ефективного використання STEM-технологій у професійній підготовці майбутніх педагогів.

У процесі підготовки майбутніх педагогів цей блок моделі необхідний для обізнаності майбутніх педагогів у: предметі STEM-освіти, плануванні STEM-проектів, керуванні STEM-навчанням, участі у ньому.

Слід зазначити, що важливо оцінити рівень володіння студентами знаннями та навичками у сфері STEM-освіти перед початком навчального процесу, а також прогнозувати зміни, які відбудуться до завершення цього етапу, з урахуванням аналізу можливостей та перспектив розвитку взаємодії між учасниками. Цілі повинні бути сформульовані так, щоб вони збігались із вимогами та потребами, що виникають з аналізу педагогічної ситуації та комплексу умов, в яких вони встановлюються, приймаються та втілюються.

У рамках нашого дослідження при створенні моделі системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, у науково-методологічному блоці було досліджено наступні обставини:

1. Педагогічна діяльність: мета, завдання, результати роботи, вимоги до рівня педагогічного професіоналізму.

2. Організація процесу професійної підготовки майбутніх педагогів: вивчення стандартів, нормативно-правових документів, навчально-методичних матеріалів, навчальних програм та освітньо-професійних програм.
3. Етапи формування системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів.
4. Діагностика та перевірка рівнів ефективності методики застосування STEM-технологій у процес підготовки майбутніх педагогів.

Реалізація описаних нами педагогічних умов у підрозділі 2.1 у контексті досліджуваних обставин, описаних вище, сприяє формуванню ефективної системи використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів. Спираючись на раніше проведені дослідження та на окреслені нами педагогічні умови, у контексті нашого дослідження при побудові моделі ми підсумували, що у процесі підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій слід застосовувати комплексне поєднання підходів, таких як: системний, методологічний, компетентнісний та інтегрований підходи.

Системний підхід у контексті пропонованої моделі означає розгляд підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій як комплексної та інтегрованої системи. Цей підхід покладається на ідею того, що всі компоненти цієї системи пов'язані та взаємодіють між собою, утворюючи єдину цілісну структуру, спрямовану на досягнення конкретних цілей і завдань.

Системний підхід передбачає чітке визначення цілей та завдань підготовки майбутніх педагогів у контексті використання STEM-технологій. Ці цілі повинні бути зорієнтовані на забезпечення якісної підготовки фахівців, що відповідають вимогам сучасного освітнього середовища. У системному підході вивчаються всі компоненти системи підготовки майбутніх педагогів, такі як навчальні програми, методичні матеріали, кваліфікація педагогічних кадрів, доступність необхідного обладнання тощо. Системний підхід передбачає аналіз взаємозв'язків та взаємодії між різними компонентами системи. Наприклад, як впливає навчальний план на вибір методів навчання з використанням STEM-

технологій, або як кваліфікація педагогічних кадрів впливає на якість підготовки студентів. У контексті описаної нами моделі, системний підхід передбачає інтеграцію різних компонентів системи у єдину цілісну структуру. Це може включати розробку єдиної методичної системи, яка об'єднує різні аспекти підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій.

Системний підхід допомагає розглядати підготовку майбутніх педагогів як складну та взаємопов'язану систему, що вимагає комплексного підходу та взаємодії всіх її компонентів для досягнення успішних результатів.

Звідси випливає, що другим важливим підходом є методологічний підхід.

Відповідно до пропонованої моделі, методологічний підхід може бути трактований на різних рівнях:

- 1) структурний рівень: на цьому рівні методологічний підхід орієнтується на створення структурованих методик і процедур для підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій. Він визначає загальні принципи організації навчального процесу та розробки навчальних матеріалів;
- 2) функціональний рівень: на цьому рівні у методологічному підході ми акцентуємо увагу на функціональних аспектах навчання, визначаючи ролі та обов'язки різних учасників навчального процесу, а також розподіл завдань та відповідальності між ними;
- 3) методичний рівень: на цьому рівні методологічний підхід спрямований на розробку конкретних методик, технік та інструментів для забезпечення ефективності підготовки майбутніх педагогів. Він включає в себе розробку навчальних програм, планування навчальних занять, методичні матеріали тощо;
- 4) стратегічний рівень: на цьому рівні у методологічному підході ми визначаємо стратегічні напрямки розвитку підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій. Він включає в себе визначення основних цілей та завдань, стратегій розвитку, а також аналізу потреб та перспектив розвитку освіти в галузі STEM.

Кожен з цих рівнів визначає підхід до методології в контексті підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій на різних рівнях організації навчального процесу.

Методологічний підхід виступає як засіб реалізації відповідних методологічних підстав наукового аналізу STEM-освіти у контексті підготовки майбутніх педагогів.

Компетентнісний підхід в освіті М. Рудь (2006) визначає як системоутворювальну освітню мету із визнанням формування у здобувачів освіти здатності до ефективної взаємодії, заснованої на загальнолюдських етичних нормах.

Компетентнісний підхід гарантує високий рівень і результативність підготовки спеціаліста, зокрема майбутнього педагога.

Компетентнісний підхід є інтегративним поняттям, що визначає зв'язок між ними, що є складовими життєвої компетентності особистості, яка і визначає її життєву позицію здобувача, зокрема майбутнього педагога (Рудь, 2006).

Відтак, оскільки компетентнісний підхід прямо пов'язаний з ідеєю всебічної підготовки й виховання індивіда майбутнього педагога не лише як спеціаліста, професіонала своєї справи, а і як особистості, члена колективу й соціуму, що відповідає принципам STEM-освіти компетентнісний підхід можна розглядати як механізм приведення його у відповідність до вимог сучасності, а не лише як засіб оновлення змісту сучасної освіти (Побірченко, 2012)

Компетентнісний підхід у контексті пропонованої моделі передбачає акцент на розвитку компетентностей у майбутніх педагогів для успішної реалізації їхньої професійної діяльності у сфері STEM-освіти.

Компетентнісний підхід спрямований на досягнення конкретних результатів, які відображають рівень розвитку не лише знань, але й вмінь і навичок у майбутніх педагогів. Важливим аспектом компетентнісного підходу є розвиток ключових компетентностей, таких як комунікаційні, критичного мислення, проблемного розв'язання, співпраці та інших, які є необхідними для успішної професійної діяльності в сучасному освітньому середовищі.

Компетентнісний підхід передбачає інтеграцію теоретичних знань і практичних навичок у навчальний процес, так щоб студенти могли застосовувати їх у реальних ситуаціях майбутньої педагогічної практики.

У контексті нашого дослідження, компетентнісний підхід сприяє використанню активних методів навчання, таких як проектна діяльність, проблемне навчання, проблемно-пошукові дослідження тощо, що стимулює активну участь студентів у навчальному процесі. Крім того, компетентнісний підхід передбачає використання різноманітних форм оцінки, які оцінюють не лише знання, але й здатність студентів застосовувати їх у реальних ситуаціях.

Компетентнісний підхід дозволяє створити умови для розвитку у студентів компетентностей, необхідних для успішної практичної педагогічної діяльності в сфері STEM-освіти, та забезпечує їхню готовність до викликів сучасного освітнього середовища.

На думку В. Радкевич (2012), компетентнісний підхід є важливим методом реалізації системи принципів визначення навчальних цілей, побудови навчальних матеріалів, організації освітнього процесу та оцінювання його результатів з метою досягнення високого рівня знань, здатностей, досвіду та обізнаності майбутніх фахівців щодо здійснення професійної діяльності.

Реалізація компетентнісного підходу забезпечить досягнення якісної професійної підготовки, результатом якої є педагог сформований, творчий, ініціативний та професійний, як особистість, готовий формулювати та реалізовувати різноманітні професійні завдання, компетентний та здатний до постійного самовдосконалення та саморозвитку, який пов'язаний також із інтегрованим підходом (Голева, 2023).

Інтегрований підхід у контексті запропонованої нами моделі системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів передбачає поєднання різних аспектів підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій в єдину, цілісну систему.

І. Козловська (1999) визначає цей термін як процес зближення й міждисциплінарного зв'язку наук різного спрямування, який діє поряд з

процесом диференціації та інтеграції, що являє собою вищу форму втілення міжпредметних зв'язків на якісно новому рівні освіти.

Сутність цього підходу у контексті нашого дослідження полягає у тому, що він сприяє не лише інтеграції різних дисциплін та методів навчання, але й поєднанню різних аспектів підготовки, таких як теоретичні знання, практичні навички, комунікативні вміння та інші, у єдину систему.

Відповідно до визначення М. Іванчук (2001) інтегрований підхід являє собою систему взаємозв'язків між знаннями, уміннями та навичками, які формуються в процесі послідовного відображення в засобах, методах та змісті навчальних предметів, тих об'єктивних зв'язків, що існують в реальному світі.

Роль інтегрованого підходу полягає у оптимізації процесу підготовки майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій. Тобто інтегрований підхід дозволяє створити зв'язки між різними дисциплінами і предметами, що сприяє більш глибокому розумінню матеріалу і підвищує мотивацію студентів (Паламарчук, 2000).

Для ефективної реалізації інтегрованого підходу необхідні наступні умови:

- цілісне визначення об'єкту дослідження та ретельний відбір змісту освіти;
- творчу співпрацю викладачів і студентів, як майбутніх педагогів при підготовці до освітнього процесу;
- включення самоосвіти студентів у галузі STEM у навчальний процес;
- використання методів проблемного навчання, як елементу STEM-освіти активізація розумової діяльності на всіх етапах підготовки майбутніх педагогів;
- продумане поєднання індивідуальних і групових форм роботи.

Спираючись на вище описані умови, інтегрований підхід сприяє розвитку у студентів здатності думати комплексно та розуміти взаємозв'язки між різними аспектами педагогічної практики з використанням STEM-технологій.

Інтегрований підхід дозволяє оптимізувати використання ресурсів та часу, що сприяє підвищенню ефективності навчального процесу та досягненню кращих результатів. Крім того, інтегрований підхід допомагає студентам

розвивати навички та компетентності, які є необхідними для успішної реалізації професійної діяльності в сучасному освітньому середовищі, де інтеграція різних аспектів педагогічної практики є ключовою.

Отже, інтегрований підхід є важливим елементом пропонованої моделі, який допомагає оптимізувати підготовку майбутніх педагогів з використанням STEM-технологій шляхом поєднання різних аспектів педагогічної практики у єдину, цілісну систему.

Використання усіх окреслених підходів забезпечує новизну дослідження, яка пов'язана із визначенням системи застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, та визначенням критеріїв, показників та рівнів ефективності методики застосування STEM-технологій у процес підготовки майбутніх педагогів. Запропонована методологічна позиція є призмою системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, яка є методологічною основою STEM-підходів у рамках освітнього середовища професійної підготовки майбутніх педагогів.

Організаційно-діяльнісний блок у моделі системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів визначає структуру та процеси, необхідні для успішної реалізації цієї моделі. Він охоплює такі аспекти, як організаційна підтримка, розподіл ресурсів, планування та впровадження програм, моніторинг та оцінка результатів. Організаційно-діяльнісний блок забезпечує стабільність та системність у впровадженні STEM-технологій у педагогічну освіту, що дозволяє досягати поставлених цілей ефективно.

Невід'ємною частиною представленої моделі системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є виділені нами та відповідно сформовані критерії.

У ході нашого дослідження, у рамках організаційно-діялісного блоку, нами було окреслено педагогічні умови, які обґрунтовувалися за результатами аналізу наукових досліджень провідних вчених та наукової літератури (див. п. 2.1).

Організаційно-діяльнісний блок визначає зміст професійної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-освіти через кілька ключових аспектів. Даний блок визначає теоретичні основи, на яких ґрунтується професійна підготовка майбутніх педагогів у контексті STEM-освіти, що включає знання про сучасні підходи до навчання та викладання STEM-предметів, технології навчання, психологічні та педагогічні аспекти освіти. Організаційно-діяльнісний блок визначає процес підбору та створення навчального матеріалу для майбутніх педагогів. Це може включати розробку освітніх програм, підручників, дидактичних матеріалів, відео-уроків та інших ресурсів, що відповідають вимогам сучасної STEM-освіти.

Крім того, організаційно-діяльнісний блок охоплює аспект змісту методичної підготовки, що передбачає розробку методичних матеріалів та інструментів, для ефективного використання майбутніми педагогами STEM-підходів у педагогічній практиці. Це може включати методи навчання та оцінювання, використання STEM-технологій у навчальному процесі, а також способи інтеграції STEM-змісту в інші предмети та педагогічні практики.

Організаційно-діяльнісний блок забезпечує системність та послідовність у підготовці майбутніх педагогів засобами STEM-освіти, що дозволяє їм отримати необхідні знання, вміння та компетенції для успішної роботи у сучасному освітньому середовищі.

Основними ідеями організації освітнього процесу підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій є:

- інтеграція STEM-підходів у освітній процес, що має ґрунтуватися на інтеграції STEM-дисциплін, для забезпечення комплексного підходу до навчання та розвитку майбутніх педагогів;
- організація освітнього процесу майбутніх педагогів, що сприяє активному залученню студентів до самоосвіти, та стимулює їх до самостійного дослідницького діалогу та вирішення проблем з використанням STEM-технологій;

- практична орієнтованість освітнього процесу, що базується на практичних завданнях, проєктах та реальних сценаріях, які дозволяють майбутнім педагогам засвоювати знання та вміння з використанням STEM-технологій у реальних ситуаціях;
- стимулювання співпраці та комунікації між студентами та викладачами, для взаємодії, обміну досвідом та вирішення завдань у команді, що сприяє розвитку STEM-навичок та роботі у команді;
- рефлексія та постійне вдосконалення організація освітнього процесу підготовки майбутніх педагогів, що стимулює процес рефлексії, аналізу та постійного вдосконалення педагогічної практики, для підвищення рівня професіоналізму майбутніх педагогів з високим рівнем компетентності у використанні STEM-технологій.

Отже, основними ідеями організації освітнього процесу підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій є інтеграція STEM-підходів, активне навчання та дослідницький підхід, практична орієнтованість, навчання роботі у команді, рефлексія та безперервне вдосконалення. Ці ідеї спрямовані на створення структурованого та ефективного навчального середовища, яке сприяє розвитку компетенцій та навичок майбутніх педагогів у використанні STEM-технологій. Ми вважаємо, що це дозволить підготувати майбутніх педагогів, здатних успішно впроваджувати інноваційні методи навчання та стимулювати розвиток STEM-освіти в Україні.

Оцінювально-результативний блок визначає критерії оцінювання результативності впровадження системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, методика та діагностичні характеристики. У моделі системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів оцінювально-результативний блок має наступні завдання: визначення ефективності впровадження STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів шляхом оцінки результатів навчання та розвитку учасників експериментальних груп; систематичний контроль знань, умінь і навичок майбутніх педагогів, проведення регулярних оцінок та тестувань.

практичних завдань з метою визначення рівня освоєння STEM-змісту та педагогічних STEM-компетенцій; врахування варіацій оцінки експериментальних результатів з використання методів та критеріїв для оцінки ефективності впровадження STEM-технологій, включаючи кількісні та якісні показники, аналіз порівняння з контрольними групами та оцінку стану розвитку впровадження пропонованої системи; проведення систематичного моніторингу та діагностичного аналізу процесу впровадження STEM-технологій у навчальний процес з метою виявлення переваг, недоліків та можливостей подальшого удосконалення системи підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

Створена нами модель дозволяє наочно уявити процес впровадження системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів (рис. 1.2). Для створення моделі системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, ми визначили мету та підходи, а також вихідні методичні положення та педагогічні умови освітнього процесу, розкрили етапи впровадження пропонованої педагогічної системи, запропонували форми, методи, засоби, методику навчальної та самостійної роботи, набір ключових педагогічних умов, розробили цілісну систему оцінювання результатів та набір необхідних діагностичних засобів, обґрунтували рівні ефективності впровадження досліджуваної системи підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій. Модель системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, ми спиралась на структуру моделей в у процесі професійної підготовки за Л. Риковою (2009). Пропонована нами модель не є сталою системою, а є динамічною структурою, який підтримує процес внесення змін, а також передбачає варіанти його впровадження в освітній процес.

Модель системи ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є важливим інструментом для вдосконалення якості освіти та підготовки кваліфікованих вчителів для сучасного освітнього середовища. Дана модель ґрунтується на комплексному підході до навчання майбутніх

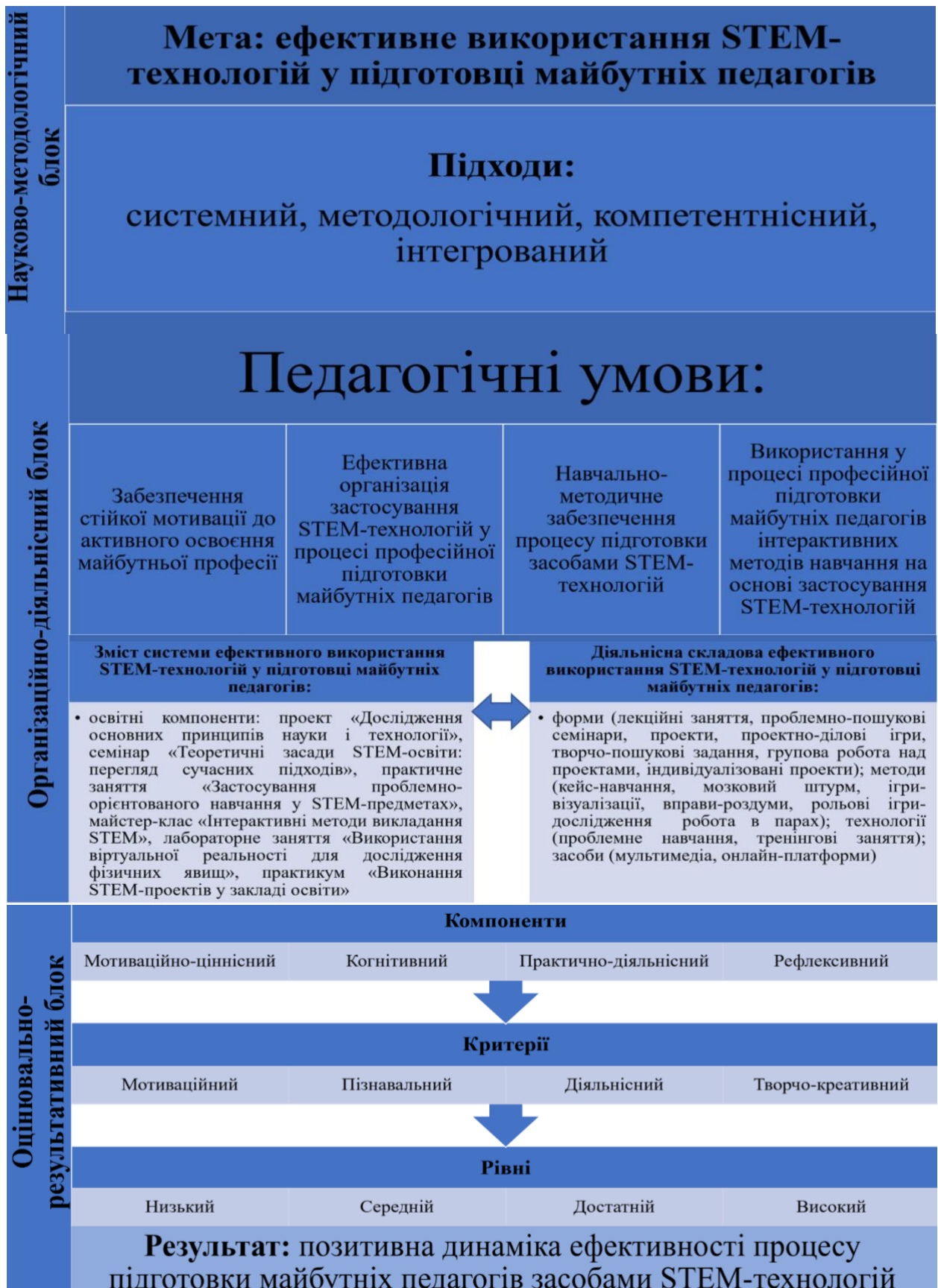


Рис. 1.2. Модель системи ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів

Джерело: сформовано авторкою

Впровадження STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів дозволяє створити стимулююче навчальне середовище, що сприяє активній участі студентів у процесі навчання, розвитку критичного мислення, творчості та інноваційного потенціалу. Ця модель підвищує мотивацію студентів до вивчення STEM-предметів та прагнення досягти успіху в сфері освіти.

Крім того, модель системи ефективного застосування STEM-технологій сприяє розвитку педагогів, які володіють не лише глибокими науковими знаннями, але й вміють ефективно використовувати сучасні технології у своїй педагогічній практиці. Це дозволяє у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів, розвинути у них здатність ефективно відповідати викликам сучасного світу та підготувати наступне покоління здобувачів до успішної соціальної та професійної діяльності. Отже, модель системи ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є ключовим інструментом для формування STEM-компетентності та підвищення якості освіти, розвитку інноваційних педагогічних підходів та підготовки вчителів до сучасних вимог освітнього середовища. Повнота моделі дозволяє повноцінно зрозуміти процес впровадження пропонованої системи у процес підготовки майбутніх педагогів, визначити вихідний стан рівень і ступінь ефективності.

Отже, метою нашого дослідження є теоретичне обґрунтування й експериментальна перевірка ефективності педагогічних умов підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій. А результатом є формування STEM-компетентності у майбутніх педагогів в освітньому середовищі.

Окреслена нами модель системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є комплексною системою, що орієнтована на інтеграцію STEM-дисциплін у професійну підготовку майбутніх педагогів. Запропонована нами модель характеризується повнотою та системністю, відповідністю до окресленої мети, підходів та методик, спрямованих на підвищення якості освіти та розвиток ключових компетенцій майбутніх педагогів у сфері STEM-освіти; має функціональний зміст, тобто наявність інваріантних (мета, умови, принципи) і варіативних (методи, форми,

засоби) компонентів; цілісність, а також відповідність педагогічним умовам; має нерозривний зв'язок із освітнім середовищем, адже забезпечуючи за допомогою досягнення окресленої мети, дозволяє отримати позитивну динаміку у процесі ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів.

2.3 Методика застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів

На сучасному етапі розвитку освітнього середовища перехід від традиційної системи навчання до інноваційної освіти у сучасних закладах вищої освіти вимагає оновлення підходів до організації процесу професійної підготовки майбутніх педагогів, виділення процесу впровадження інноваційних освітніх STEM-технологій у процес професійної підготовки майбутніх педагогів. У контексті дослідження процесу підготовки майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України з використанням STEM-технологій, методика застосування таких технологій у процесі навчання має велике значення. Саме тому актуальності набуває вивчення та аналіз практичних методик та стратегій, які використовуються для ефективного впровадження STEM-підходів у навчальний процес з метою підготовки майбутніх педагогів.

У ході нашого дослідження, нами було здійснено визначення актуальності теми, обґрунтування важливості дослідження методики застосування STEM-технологій у підготовці педагогів, а також огляд попередніх досліджень та наявних підходів у цій сфері.

З огляду на стрімкий розвиток сучасних технологій та зростаючу потребу у висококваліфікованих педагогах у галузі STEM, методика застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів стає актуальним об'єктом дослідження. Обґрунтування важливості даного дослідження полягає в його потенційній здатності до покращення якості освіти, збагачення навчального

процесу новими підходами та технологіями, а також в підготовці майбутніх педагогів до викликів сучасного світу.

В даному контексті важливо провести аналіз попередніх досліджень у цій області, визначити їхні результати для подальших досліджень.

Методика впровадження педагогічної системи у процес професійної підготовки вимагає комплексного підходу, поєднання теоретичного навчання з практичним досвідом та використанням спеціалізованого програмного забезпечення (Голева, 2023).

Провідну роль в організації процесу підготовки майбутніх педагогів до засобами STEM-технологій відіграє комплексно-методичне забезпечення, що потребує визначення нормативно-правової основи, інформаційного та матеріально-технічного забезпечення освітнього процесу.

Насамперед відбувається ознайомлення студентів з «Типовим переліком засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення» необхідного для впровадження STEM-освіти (Міністерство освіти і науки України, 2016).

Крім того, важливим є ознайомлення майбутніх педагогів з методичними рекомендаціями щодо впровадження STEM-освіти у закладах освіти України, підготовленими Інститутом модернізації змісту освіти. Відповідно до цих рекомендацій, одним із найбільш поширених і перспективних засобів реалізації STEM-освіти є конструктори та робототехнічні системи, а також моделі, вимірювальні комплекси та датчики, лабораторні пристрої, електронні прилади (комп'ютери, 3D-принтери, цифрові проектори та проекційні екрани різноманітних моделей, інтерактивні дошки, проекційні столики документ-камери тощо) (Міністерство освіти і науки України, 2017).

У контексті нашого дослідження визначення майбутніми педагогами перспектив розвитку STEM-освіти в Україні відбувається на основі ознайомлення зі «Стратегією розвитку інформаційного суспільства в Україні» (Кабінет міністрів України, 2013).

Окрім ознайомлення із нормативно-правовими документами, у процесі підготовки майбутніх педагогів, відбувається опанування студентами STEM-дисциплін з дидактичним забезпеченням STEM-технологій.

Для реалізації ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, необхідно поговорити про конкретну методика застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, що входить до складу загальної системи їх професійної підготовки і підпорядковується її функціональній структурі.

Згідно з визначенням О. Пометуна і Г. Фремана (2006) методика – це шлях досягнення мети для розв’язання конкретного завдання, система правил і прийомів підходу до дослідження явищ і закономірностей природи, суспільства і мислення.

С. Гончаренко (1997), визначає поняття «методика» як галузь педагогічної науки, яка займається дослідженням закономірності вивчення певного навчального предмета.

У ході аналізу педагогічних досліджень, нами було виявлено, що у розробці методики виділяються такі дидактичні принципи: науковість, інтерактивність, наочність, адаптивність, доступність та професійна спрямованість змісту (Потапчук, 2019).

У процесі розвитку сучасної освіти методика застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів є актуальною проблемою.

У магістратурі студенти, як майбутні педагоги мають можливість розвивати свої знання в обраній сфері шляхом вивчення спеціалізованих дисциплін та поглибленого аналізу теоретичних та практичних аспектів обраної галузі. Однак для успішного педагогічного досвіду в майбутньому студентам також необхідно розвивати відповідні навички та компетентності у сфері застосування STEM-технологій у навчальному процесі.

У процесі впровадження методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, необхідно зауважити специфіку перебігу освітнього процесу. Для досягнення цієї цілі, слід використовувати різні

методи, форми та технології, такі як кейс-навчання, гра-візуалізація, рольові вправи, інтерактивні ігри, заняття-квести, проблемно-пошукові завдання тощо.

Незважаючи на різноманітність наукових досліджень, які присвячені окремим аспектам вивчення даної проблеми, застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів у процесі професійної підготовки недостатньо розглянуті.

Це стало основою для наступного етапу дослідження, який спрямований на обґрунтування методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів.

Ми визначаємо, що методика застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів передбачає використання STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, має свої вагомі переваги та обґрунтованість. По-перше, дана методика сприяє поглибленню знань студентів у галузі STEM-технологій та підвищенню їхньої компетентності у викладанні. Дослідження показують, що інтеграція STEM-підходів у навчальний процес сприяє підвищенню мотивації студентів, їхній активній участі та поглибленню знань.

По-друге, навчання за пропонованою методикою дозволяє студентам виробити навички роботи з сучасними технологіями, що є необхідними для сучасного педагогічного процесу. Розвиток навичок використання STEM-технологій у навчальному процесі допоможе майбутнім педагогам стати більш компетентними та впевненими у власних знаннях та навичках.

Отже, враховуючи важливість розвитку компетенцій у галузі STEM-технологій для майбутніх педагогів, застосування відповідної методики навчання у магістратурі має стратегічне значення для підготовки висококваліфікованих педагогів, готових до викликів сучасного освітнього середовища.

Нами було проведено аналіз навчальних планів експериментальних закладів вищої освіти, для магістрів спеціальності «Педагогіка вищої школи» з яких ми зробили висновки, що процес ефективного застосування STEM-

технологій у підготовці майбутніх педагогів здійснювався протягом всього періоду навчання у 3 етапи (Рис. 1.3.).



Рис. 1.3. Етапи ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів

Джерело: сформовано авторкою

Кожен із трьох етапів відповідає перебігу навчального семестру: етап планування та підготовки відбувається у першому семестрі; основний етап охоплює другий семестр; етап оцінки та моніторингу результатів – третій семестр.

У перебігу кожного з етапів ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів нами було виділено наступні фази: первинна, професійного зростання і узагальнююча.

Первинна фаза є важливим етапом у процесі впровадження STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів. На цій фазі проводиться аналіз потреб і можливостей, визначаються основні цілі та завдання, які необхідно досягти. Також визначаються ресурси, які будуть використані для успішної реалізації пропонованої методики. Крім того на цій фазі відбувається розробка плану дій на наступні фази. Передбачається залучення керівництва, викладачів та студентів для спільного визначення стратегії та напрямків розвитку.

На фазі професійного зростання відбувається активне інтеграція STEM-технологій у процес професійної підготовки майбутніх педагогів. Основною метою цієї фази є оволодіння необхідними навичками та знаннями майбутніми педагогами для ефективного використання STEM-підходів у професійній діяльності. Студенти отримують можливість активно залучатися до практичних

занять, проектів та лабораторних робіт, де вони можуть застосовувати отримані знання на практиці. Також на цій фазі відбувається постійний моніторинг та оцінка результатів, що дозволяє коригувати та вдосконалювати навчальний процес.

Узагальнююча фаза є завершальним етапом впровадження STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів. На цій фазі проводиться аналіз отриманих результатів та визначення ефективності використання STEM-підходів. Вивчаються різні аспекти програми, включаючи студентську активність, якість отриманих знань та рівень задоволення від навчання. Здійснюється підбиття підсумків та визначення подальших напрямків розвитку програми, а також можливостей для її подальшого удосконалення.

Узагальнююча фаза дозволяє зробити висновки щодо ефективності застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів та визначити кращі практики для майбутніх програм.

Підготовка майбутніх педагогів має базуватися на комплексі методичних прийомів і педагогічних підходів, спрямованих на розвиток кожного компонента програмового потенціалу.

Процес ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів здійснюється неперервно під час усього навчання у магістратурі, так як діяльність у ході написання кваліфікаційної магістерської роботи припускає застосування STEM-технологій. Орієнтовна тематика кваліфікаційних магістерських робіт представлена у навчальних планах і програмах підготовки магістрів зі спеціальності «Педагогіка вищої школи».

Під час дослідження ми визначили перелік дисциплін під час вивчення яких доцільно застосовувати пропоновану методику для формування STEM-компетентності у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів: «Технології-STEM-освіти» та «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті»

На етапі планування та підготовки ефективного застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, впровадження STEM-технологій

здійснювалось під час лекцій, практичних або лабораторних занять, а також під час самотійної роботи.

Згідно з розробленою моделлю формування STEM-компетентностей у майбутніх педагогів на початковому етапі педагогічного експерименту були визначені структурні компоненти STEM-компетентності майбутніх педагогів: когнітивний, рефлексивно-аналітичний, операційно-діяльнісний та ціннісно-мотиваційний. Ці компоненти створюють умови для здійснення збалансованої науково-орієнтованої освіти майбутніх педагогів шляхом модернізації математично-природничого та гуманітарного профілів навчання. Для оцінки рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів були обґрунтовані критерії (п. 3.1): когнітивний, рефлексивний, діяльнісний, мотиваційний. Розробка цих критеріїв і їх показників дозволила встановити рівні сформованості STEM-компетентностей: високий, середній, низький та проаналізувати динаміку рівнів сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів.

Висновки до другого розділу

Вивчення методологічних аспекти підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій дало підстави зробити охарактеризувати основні напрями застосування STEM-технологій у процесі їх професійної підготовки.

1. Зокрема виділено та описано оптимальні умови для успішної реалізації потенціалу STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів сприятиме підвищенню значущості впровадження STEM-освіти у педагогічну практику. виділити наступні *педагогічні умови*, які впливають на ефективну підготовку майбутніх педагогів засобами STEM-технологій: забезпечення стійкої мотивації до активного освоєння майбутньої професії; ефективна організація застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів; навчально-методичне забезпечення процесу

підготовки засобами STEM-технологій; використання у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів інтерактивних методів навчання на основі застосування STEM-технологій.

Отже, відповідно до нашого дослідження, доцільний вибір достатніх та необхідних умов, є наступним етапом процесу ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій.

2. Сформовано модель формування STEM-компетентності майбутніх педагогів через засоби STEM-технологій, що дозволяють створювати інноваційні навчальні середовища, де студенти можуть активно взаємодіяти з матеріалом, вирішувати реальні проблеми та розвивати креативність та критичне мислення. Ці технології дозволяють перетворити навчальний процес на стимулюючий для студентів, що в свою чергу сприяє покращенню результатів навчання та ефективній підготовці майбутніх педагогів.

Модель системи ефективного використання STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів є важливим інструментом, що допомагає оптимізувати навчальний процес та забезпечує якісну підготовку фахівців у галузі освіти, з урахуванням не лише технологічних аспектів, але й педагогічних принципів, методів та стратегій, які сприяють ефективному використанню STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів. Це зумовлює орієнтованість на створення структурованого та системного підходу до впровадження STEM-технологій у навчання, що дозволяє максимально підвищити ефективність процесу підготовки майбутніх педагогів та збільшити готовність до викликів сучасного світу.

3. Окреслено методику застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів. Означено, що з огляду на стрімкий розвиток сучасних технологій та зростаючу потребу у висококваліфікованих педагогах у галузі STEM, методика застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів стає актуальним об'єктом дослідження. Висвітлено та означено обґрунтування важливості даного дослідження полягає в його потенційній здатності до покращення якості освіти, збагачення навчального процесу новими

підходами та технологіями, а також в підготовці майбутніх педагогів до викликів сучасного світу.

Отже, забезпечення ефективності інтеграції STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів можна реалізувати шляхом реалізації окреслених педагогічних умов, відповідно до побудованої моделі формування STEM-компетентності.

Список використаних джерел у другому розділі

1. Биков, В. Ю., Вернигора, С. М., Гуржій, А. М., Новохатько, Л. М., Спирін, О. М., & Шишкіна, М. П. (2019). Проєктування і використання відкритого хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладу вищої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 74(6), 1-19. <https://doi.org/10.33407/itlt.v74i6.3499>
2. Васютіна Т., Коханко О., & Золотаренко Т. (2020). Методика організації занурень у початковій школі як приклад міждисциплінарної інтеграції в STREAM-освіті. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*, 34(1), 242-248.
3. Васютіна, Т. (2024) Використання STEM-технологій у підготовці майбутніх фахівців. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*, 73(1), 329-334.
4. Васютіна, Т.М. (2024) Освітні медіаресурси та цифрові застосунки як засоби реалізації STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 7, 18-24.
5. Гаркавцев, Є. І. (2015). *Педагогічні умови формування професійної надійності майбутніх працівників органів внутрішніх справ України* [Неопубл. дис. канд. пед. наук]. ПВНЗ «Дніпропетровський університет ім. Альфреда Нобеля».
6. Голева, М. С. (2023). *Формування проєктної компетентності майбутніх менеджерів у процесі професійної підготовки* [Неопубл. дис. ступеня доктора філософії]. Національний університет біоресурсів і природокористування України.
7. Гончаренко, С. У. (1997). *Український педагогічний словник*. Київ: Либідь.
8. Гончарова, Н. О. (2017). Ігрові технології в STEM-освіті (с. 30-33). У *STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 10*. Київ: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти».
9. Грицак, Н. Р. (2019). Поняття «педагогічні умови» в сучасних педагогічних студіях (с. 15-18.) У *Проблеми реформування педагогічної науки та*

- освіти: матеріали науково-практичної конференції (м. Ужгород, 15-16 лютого 2019 року). Херсон: Видавництво «Молодий вчений».
10. Гуменний, О. Д. (2023). STEM-підхід до підготовки майбутніх техніків-електриків у фахових коледжах. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 10(134), 3-18.
 11. Гуменний, О. Д. (2024). Застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів: перспективи та виклики. *Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)*, 3(37), 187-198.
 12. Гуменний, О. Д. (2024). *Розвиток цифрової культури керівників закладів професійної освіти Монографія*. Київ: Інститут професійної освіти НАПН України.
 13. Демченко, І. & Білан, В. (2024). Формування інклюзивної комунікативної культури у здобувачів освіти засобами тренінгових технологій. *Актуальні питання у сучасній науці*, 4(22), 869-880.
 14. Демченко, І. І., Максимчук, Б. А., Протас, О. Л., Предик, А. А., Височан, Л. М., Плетеницька & Л. С. Максимчук, І. А. (2020). Структурне різноманіття педагогічних здібностей учителя початкової школи. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*, 2(122), 40-46.
 15. Демченко, І., & Калиновська, І. (2024). Інтеграція STEM-технологій у процес підготовки вчителів професійної діяльності в умовах інклюзивної освіти. *Вісник науки та освіти*, 3(21), 420-430.
 16. Демченко, І., & Калиновська, І. (2024). Підготовка майбутніх педагогів до використання STEM-технологій в інклюзивному освітньому середовищі. *Журнал перспективи та інновації науки*, 3(37), 29-38.
 17. Демченко, І., Григоренко, Т., Ревнюк, Н., & Іващенко, К. (2023). Вплив освітнього середовища закладів вищої освіти на формування ключових компетентностей та соціальних навичок здобувачів. *Наукові інновації та передові технології*, 2(16), 271-283.
 18. Дубич, К. В. (2007). *Особистісно орієнтоване виховання студентів в умовах соціокультурного середовища вищого навчального закладу* [Неопубл. дис. канд. пед. наук]. Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля.
 19. Дурманенко, О. (2012). Теоретичний аналіз поняття педагогічні умови” в контексті моніторингу виховної роботи у вищому навчальному закладі. *Молодь і ринок*, 7, 135-138.
 20. Єжова, О. В. (2016). Класифікація моделей в педагогічних дослідженнях. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*, 2(5), 202-207.
 21. Житник, Н. В. (2002). *Організаційно-педагогічні умови підготовки бакалаврів економіки у коледжі II рівня акредитації* [Неопубл. дис. канд. пед. наук]. Криворізький державний педагогічний університет.

22. Іванчук, М. Г. (2001). *Основи технології інтегрованого навчання в початковій школі: навч.-метод. посібник*. Чернівці: Рута.
23. Імбер, В. І. (2008). *Педагогічні умови застосування мультимедійних засобів навчання у підготовці майбутнього вчителя початкових класів* [Неопубл. дис. канд. пед. наук]. Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.
24. Кабінет Міністрів України. (2013). *Про схвалення Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 травня 2013 р. № 386-р.* <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/386-2013%D1%80?find=1&text=%F5%EC%E0%F0#w11>
25. Козловська, І. М. (1999). *Теоретико-методологічні аспекти інтеграції знань учнів професійно-технічної школи: дидактичні основи : монографія*. Львів: Світ.
26. Кубрак, С. В. (2012). *Педагогічні умови проблеми професійного саморозвитку майбутнього вчителя філологічного профілю засобами інформаційних технологій* [Неопубл. дис. канд. пед. наук]. Житомирський державний університет імені Івана Франка.
27. Кузів, М. З., Юрчишин, Т. В., & Полигач, І. О. (2021). Використання інтерактивних технологій на занятті з іноземної мови. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: "Педагогічні науки"*, 2, 48-53. <https://ped-journal.cdu.edu.ua/article/view/4263>
28. Кушнір, В. А. (2003). *Теоретико-методологічні основи системного аналізу педагогічного процесу вищої школи* [Неопубл. дис. доктора пед. наук]. Ін-т педагогіки і психології професійної освіти АПН України.
29. Литвин, А. В. (2023). *Методологічні засади поняття «педагогічні умови»*. *Педагогіка і психологія професійної освіти*, 13, 43-63.
30. Ляховець, О. О., & Рахманіна, А. С. (2017). Генеза та концептуальні засади загальнолюдських моральних цінностей особистості. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогічні науки*, 2, 93-99.
31. Міністерство освіти і науки України. (2016). *Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів.* <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1050-16>
32. Міністерство освіти і науки України. (2017). *Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік.* https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/
33. Мірошниченко, В. І. & Ставицький, О. М. (2019). Педагогічні умови формування готовності майбутніх офіцерів до використання STEM-технологій в освітньому процесі вищих військових навчальних закладів. *Освітній простір України*, 17, 310-317.

34. Морозов, С. М. (2002). *Словник іношомовних слів*. Наук. думка.
35. Нищак, І. Д. (2017). Педагогічні умови реалізації методичної системи навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій. *Науковий вісник ужгородського університету*, 1(40), 175-177.
36. Осипова, Т. (2017). Мультиплікативність педагогічних умов, що сприяють професійному розвитку майбутнього вчителя. *Наука і освіта*, 4, 166-171.
37. Паламарчук, Л. С. (2000). *Словник української мови (СУМ)*. У *Українська мова: енциклопедія*. Київ: Українська енциклопедія.
38. Петрук, В. А. (2011). *Формування базового рівня професійної компетентності у майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інтерактивних технологій: монографія*. Вінниця: ВНТУ.
39. Пехота, О. М. (2011). Формування технологічної культури сучасного викладача. *Науковий вісник Миколаївського державного університету імені В. О. Сухомлинського. Серія: Педагогічні науки*, 33, 37-43.
40. Пирог, О. В. (2010). Довгі хвили економічного та соціального розвитку. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки*, 26(1), 52-58.
41. Підласий, І. П. (2004). *Практична педагогіка або три технології*. Видав. дім «Слово».
42. Плахотнюк Г., Любченко І., Прохорчук О., Юзик О., Турчак А., Маркова О. (2021). Формування інформаційної компетентності майбутніх спеціалістів. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 13(2), 57-77.
43. Плахотнюк, Г., Любченко, І., Прохорчук, О., Юзик, О., Турчак, А., & Маркова, О. (2021). Формування інформаційної компетентності майбутніх спеціалістів. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 13 (2), 57-77.
44. Побірченко, Н. С. (2012). Компетентнісний підхід у вищій школі: теоретичний аспект. *Освіта та педагогічна наука*, 3, 24-31
45. Пожидаєва, О. В. (2012). Педагогічні умови підготовки майбутніх соціальних педагогів до консультативної діяльності. *Наукові записки : зб. Сер. Психолого-педагогічні науки*, 6, 133-139.
46. Пометун, О. І. & Фрейман, Г. О. (2006). *Методика навчання історії в школі*. Київ: Генеза.
47. Попадич, О. (2013). Педагогічні умови правового виховання майбутніх фахівців комп'ютерної галузі. *Педагогіка і психологія професійної освіти*, 1, 175-182.
48. Потапчук, О. (2019). Особливості проектної діяльності студентів в навчальному процесі закладів вищої освіти. *Молодь і ринок*, 2(169), 59-63.
49. Пріма, Р. М. (2019). Професійна підготовка майбутнього вчителя початкової школи: стратегія змін. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського. Педагогічні науки*, 2, 237-241.

- 50.Пріма, Р. М., & Пріма, Д. А. (2024). Потенціал STEM-технологій у професійній підготовці майбутніх педагогів. *Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», «Психологія», «Медицина»)*, 5(39), 419-425.
- 51.Пріма, Р. М., Пріма, Д. А., & Рославець, Р. М. (2022). Проблема аксіологізації професійної підготовки майбутнього вчителя початкової школи в наукових студіях. *Наукові записки. Серія Педагогічні науки*, 207, 43-47.
- 52.Пріма, Р., & Герасимчук, А. (2024). Steam-освіта як елемент навчання молодших школярів. *Acta Paedagogica Volynienses*, 1, 52–56.
- 53.Прокопова, О. П., & Повх, О. Г. (2017). Формування культури спілкування студентів вищого навчального закладу. *Професійно-прикладні дидактики*, 3, 196–202.
- 54.Прохорчук, О. (2023). Застосування штучного інтелекту у викладанні дисциплін гуманітарного циклу. *Гуманітарні студії: педагогіка, психологія, філософія*, 14(1), 79-84.
- 55.Прохорчук, О. М. (2024). Застосування засобів STEM-освіти для навчання студентів-магістрантів педагогічних спеціальностей. *Наукові інновації та передові технології*, 4(32), 1097-1105.
- 56.Прохорчук, О. М. (2024). Застосування STEM-середовища для підвищення рівня використання сучасного програмного забезпечення магістрантами гуманітарних спеціальностей під час проведення навчально-науково-дослідної діяльності. *Наука і техніка сьогодні*, 5(33), 859-866.
- 57.Прошкін, В. В. (2015). Педагогічна система як предмет наукового дослідження. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*, 4, 7-12.
- 58.Радкевич, В. О. (2012). Компетентнісний підхід до розроблення державних стандартів професійно-технічної освіти. *Професійно-технічна освіта*, 3, 8-1.
- 59.Рахманіна А. С. (2024). Розвиток особистості майбутнього педагога через формування STEM-компетентностей. *Науковий журнал «Гуманітарні студії: педагогіка, психологія, філософія»*, 15(1).
- 60.Рахманіна, А. С. (2022). Особливості LEGO-технологій, як засобу розвитку учнів початкової школи. *Наукові записки*, 200, 207-212.
- 61.Рахманіна, А. С. (2022). Реалізація STEAM-освіти в початковій школі шляхом проєктної діяльності. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка*, 3(50), Ч. 1, 186-193.
- 62.Рикова, Л. Л. (2009). Структурні і функціональні моделі, що використовуються у викладанні природничих і математичних наук *Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку*, 3, 259.
- 63.Романкова, Л. (2017). Особливості спілкування та взаємодії із сучасними дітьми. *Актуальні проблеми професійної підготовки студентів-філологів до роботи в сучасному освітньому просторі: збірник статей*, 1, 154-166.
- 64.Рудь, М. (2006). Компетентнісний підхід в освіті. *Вісник Львівського університету (Серія: Педагогіка)*, 21, 73-82.

65. Сакунова, Г. В., & Мороз, І. О. (2018). Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики через призму STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*, 1, 285–289.
66. Скляр, О. Г., Скляр, А. Г., Скляр, Р. В., & Скляр, Р. В. (2013). Технологія інтерактивного навчання. *Збірник науково-методичних праць «Удосконалення навчально-виховного процесу в вищому навчальному закладі»*, (17), 155-158.
67. Слепкань, З. І. (2005). *Наукові засади педагогічного прогресу у вищій школі: навчальний посібник*. Київ: Вища школа.
68. Сопівник, Р. В., Рахманіна, А. С. & Санченко, О. В. (2023). *Лідерологія*. Київ: Компринт.
69. Сорока, О. В. (2016). Теоретичні і методичні засади підготовки майбутніх учителів початкової школи до використання арт-терапевтичних технологій [Неопубл. дис. доктора пед. наук]. Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка.
70. Співаковський, О. В., Петухова, Л. Є., & Коткова, В. В. (2014). Філософія трисуб'єктної дидактики в системі підготовки майбутнього вчителя початкових класів. *Комп'ютер у школі та сім'ї*, 3, 7–11.
71. Спирін, О. М., Вакалюк, Т. А., Олексюк, В. П., Іванова, С. М., Мінтій, І. С., & Кільченко, А. В. (2023). Модель використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень. *Open educational e-environment of modern University*, 14, 50-62.
72. Стадніченко, С. М. (2015). Міжпредметні зв'язки як дидактична основа розвитку природничо-наукової освіти майбутніх учителів фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, 21, 89–92.
73. Стасюк, В. Д. (2003). *Педагогічні умови професійної підготовки майбутніх економістів у комплексі “школа-вищий заклад освіти* [Неопубл. дис. канд. пед. наук]. ДЗ «Південноукраїнський державний педагогічний університет ім. К. Д. Ушинського».
74. Сушенцева, Л. Л. (2011). *Формування професійної мобільності майбутніх кваліфікованих робітників у професійно-технічних навчальних закладах: теорія і практика*. Кривий Ріг: Видавничий дім.
75. Теплицька, А. О. (2015). Модель і моделювання в професійній освіті майбутніх учителів. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*, 6, 181-191.
76. Тимошенко, Д. В. (2014). Шляхи гармонізації вікового фактору в контексті тимблдіну. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки*, 5 (3), 72-79.
77. Трифонова, О. М. (2018). STEM середовище навчання фізико-технічних дисциплін. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*, 24, 37-40.
78. Федорук, П. І. (2004). Використання інтелектуальних агентів для інтенсифікації процесу навчання. *Штучний інтелект*, 3, 379–384.

79. Філіпенко, А. С. (2004). *Основи наукових досліджень: конспект лекцій*. Київ: Академвидав.
80. Фільштейн, Л. М., & Журавльов, В. М. (2016). Професійна культура в аспекті підготовки фахівців. *Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки*, 29, 12–18.
81. Фіцула, М. М. (2006). *Педагогіка вищої школи: навчальний посібник*. Київ: Академвидав.
82. Фурман, А. В. (2013). *Методологія парадигмальних досліджень у соціальній психології: монографія*. Тернопіль: Економічна думка.
83. Хайруліна, Н. Ф. (2020). Поняття «Модель» як літературознавча дефініція (с. 303-308). У *The 7th International scientific and practical conference "Modern science: problems and innovations*. Stockholm: SSPG Publish.
84. Хоржевська, І. М. (2013). Професіоналізм та професійний розвиток особистості. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». Серія: Державне управління*, 214(202), 110–113.
85. Хриков, Є. (2022). Педагогічні умови в структурі наукового знання. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія:» Педагогічні науки*», 4, 5-10.
86. Цехмістрова, Г. С. (2004). *Основи наукових досліджень: навчальний посібник*. Київ: Слово.
87. Чайка, О. В. (2018). *Підготовка майбутніх учителів-філологів до організації позакласної творчої діяльності учнів загальноосвітніх закладів*. [Неопубл. дис. канд. пед. наук]. Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського».
88. Чернілевський, Д. В. (2010). *Методологія наукової діяльності: навчальний посібник* (2-ге вид., доп.). Вінниця: Вид-во АМСКП.
89. Шарко, В. Д. (2015). Компетентнісно-орієнтоване навчання учнів фізики як методична проблема. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*, 21, 158–161.
90. Шмоніна, Т. & Глухов, І. (2011). Сучасні підходи до розуміння поняття «Педагогічні умови». *Збірник наукових праць. Педагогічні науки*, 59, 65-69.
91. Юрженко, В. В. (2019). Технологічна освіта і STEM-освіта: їх протилежності й феноменологічні паралелі. *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Педагогічні науки*, 177 (2), 163–167.
92. Ягоднікова, В. В. (2009). *Інтерактивні форми і методи навчання у вищій школі*. Київ: ДП «Вид. дім «Персонал».
93. Ягупов, В. В. (2002). *Педагогіка: навчальний посібник*. Київ: Либідь.
94. Яременко, В., & Сліпушко, О. (1999). *Новий тлумачний словник української мови, 2*. Київ: Аконіт.
95. Яцула, Т. В. (2015). Теоретичні підходи до визначення сутності особистісної взаємодії вчителя як його педагогічної компетентності.

Збірник наукових праць Херсонського державного університету. Педагогічні науки, 67, 285-289.

96. Beauchamp, C., & Thomas, L. (2009). Understanding teacher identity: An overview of issues in the literature and implications for teacher education. *Cambridge Journal of Education*, 39(2), 175-189.
97. Bezliudnyi, O., Bevzyuk, M., Demchenko, I., Tsymbal-Slatvinska, S., Babii, I., Kozii, O. & Kolesnik, L. (2020). Psycho-Pedagogical Conditions for Preparing Future Teachers for Their Interaction with Students' Parents in Inclusive Practice in Primary Schools. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 11(2), 160-177.
98. Crocker, R. K., et al. (2008). *Teacher education in Canada: A baseline study*. Kelowna, B.C.: Society for the Advancement of Excellence in Education.
99. Johnson, J. (2003). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, 7(1-2), 16-21.
100. Kuzminska, O., Mazorchuk, M., Morze, N., Pavlenko, V., & Prokhorov, A. (2018). Study of digital competence of the students and teachers in Ukraine (pp. 148-169). In *International Conference on Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications*. Springer, Cham.
101. Loevinger, J. (1976). *Ego development: Conceptions and theories*. San Francisco: Jossey-Bass.
102. Maclean, R., & White, S. (2007). Video reflection and the formation of teacher identity in a team of pre-service and experienced teachers. *Reflective Practice*, 8, 47-60.
103. McLuhan, M., & Fiore, Q. (1967). *The medium is the message: An inventory of effects*. New York: Random House.
104. Osadchyi, V. V., & Osadcha, K. P. (2015). Modern realities and trends of information and communication technologies development in education. *Information Technologies and Learning Tools*, 48(4), 47-57.
105. Osadchyi, V. V., Osadcha, K. P., & Eremeev, V. S. (2017). The model of the intelligence system for the analysis of qualifications frameworks of European countries. *International Journal of Computing*, 16(3), 133-142.
106. Pichkur, M., Oliiar, M., Rozman, I., Petrenko, O., Demchenko, I., & Ryabovol, L. (2020). Explanon of Paradigm Methodology of Specialists in Higher Education System Vocational Training. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 1(12), 267-292.
107. Priestly, G. B., & Robinson, S. (2013). Teachers as 'agents of change': Teacher agency and emerging models of curriculum (pp. 187-206). In M. Priestley & G. J. J. Biesta (Eds.), *Reinventing the curriculum: New trends in curriculum policy and practice*. London: Bloomsbury Academic.
108. Rakhmanina, A., Pinchuk, I., Vyshnyk, O., Tryfonova, O., Koycheva, T., Sydorko, V., & Iliencko, O. (2022). The usage of robotics as an element of STEM education in the educational process. *International Journal of Computer Science & Network Security*, 22(5), 645-651.
<https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.5>

109. Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum. *Technology Education in the 21st Century (the PATT 26): materials of the conference*. Stockholm: Linköping University electronic press, 111-118.
110. Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
111. Semenog, O., Semenikhina, O., Oleshko, P., Prima, R., Varava, O., & Pykaliuk, R. (2020). Formation of media educational skills of a future teacher in the professional training. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 12(3), 219-245.
112. Shin, Y. J., & Han, S. K. (2011). A study of the elementary school teachers' perception in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 514-523.
113. Stubbs, K. N., & Yanco, H. A. (2009). STREAM: A workshop on the use of robotics in K–12 STEM education. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 16(4), 17-19.
114. Su, S., Ortony, A., & Revelle, W. (2012). Activity matters: Understanding student interest in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 515-537.
115. Trent, J. (2010). Teacher education as identity construction: Insights from action research. *Journal of Education for Teaching*. 36(2), 53-168.
116. Tretko, V., Vasiutina, T., Kolomiets, I., Iievliev, O., & Kramar, V. (2023). Functions and principles of creating quality information support for the educational space of higher education institution. *Amazonia Investiga*, 12(69), 51-60
117. Turner, A. (2015). Generation Z: Technology and social interest. *The Journal of Individual Psychology*, 71(2), 103-113.
118. Watson, C. (2006). Narratives of practice and the construction of identity in teaching. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 12(5), 509-526.
119. Williams, J. P. (2011). STEM education: proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26-35.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ

3.1. Критерії, показники та рівні ефективності системи використання STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів

Професійна підготовка майбутніх педагогів за STEM-підходом за своєю суттю сприяє особистості студентів, як майбутніх педагогів, а також стимулює студентів до кар'єри, пов'язаної з наукою та освітою, для досягнення глобальних цілей (Nguyen та ін., 2020).

В сучасних умовах розвитку освітнього процесу підготовки майбутніх педагогів, освітня діяльність має бути спрямована насамперед на розвиток і виховання особистості студента. Тому завданням професійно-педагогічної підготовки майбутніх педагогів слід вважати формування і розвиток особистості педагога, який має творчу індивідуальність і володіє науковим методом дослідження. Саме тому, на сучасному етапі суспільного розвитку України особливого значення надають культурологічному аспекту підготовки майбутніх педагогів, переносючи акцент з традиційного засвоєння відповідної інформації на міждисциплінарний підхід: розвиток загальної світобачення, їх почуттів, навичок поведінки, обізнаності у інноваціях, що утворюють центр, навколо якого об'єднуються знання і вміння, формуючи неповторну індивідуальність особистості майбутнього педагога і визначаючи особливості її діяльності у реальному житті (Хомич, 2012).

Система STEM-освіти є міждисциплінарною, з власною основною цілісною системою, яка є не просто окремим навчальним підходом, який використовується для викладання окремих галузей, а є одночасним об'єднанням

кількох дисциплін щоб висвітлити їх взаємозалежність у процесі розвитку особистості майбутніх педагогів (Salcedo та ін., 2024).

Майбутні педагоги, які мають позитивні погляди на STEM-освіту, рекомендують як потенційних педагогів для впровадження STEM-компетентностей у майбутній педагогічній практиці (Nguyen та ін., 2020).

Серед основних підходів до впровадження STEM-підходу у процесі розвитку особистості майбутніх педагогів виділяють такі:

- методичне забезпечення: розроблення і впровадження навчальних програм з методиками STEM-освіти;
- фахове забезпечення: удосконалення підготовки педагогічних працівників та забезпечення їх професійного розвитку;
- професійна орієнтація: стимулювання майбутніх педагогів професійної діяльності (Масюк, 2023).

Повністю реалізувати основну мету STEM-освіти у процесі підготовки майбутніх педагогів, означає відійти від традиційної програми окремих предметів STEM. Це вимагатиме нових способів осмислення навчання майбутніх педагогів, його мети, а також організації та подачі навчання та формування особистості майбутнього педагога. Для того, щоб інтегровані навчальні програми були найбільш ефективними, має бути чіткий зв'язок між тим, що студенти, як майбутні педагоги, вивчають з одного предмету, з тим, що вони вивчають з інших пов'язаних предметів, можливо, в іншому місці та в інший час. Це вимагає постійних, тісних робочих стосунків між викладачами та студентами на основі рефлексивного навчання (Salcedo та ін., 2024).

В умовах впровадження STEM – освіти в Україні все більше зростає потреба у підготовці висококваліфікованого, креативного, творчого педагога, котрий володіє своїм предметом, готовий підвищувати рівень своїх професійних знань, обізнаний з питань функціонування педагогічної системи загальноосвітнього навчального закладу, може забезпечити умови для інтеграції передових ідей та інноваційних технологій; організувати науково-дослідну діяльність здобувачів освіти, шляхом створення динамічної системи

взаємозв'язків з оточуючим середовищем, що сприяє поглибленню знань, формуванню соціального досвіду здобувача, розширенню та розвитку її інтелектуальних пізнавальних інтересів та творчих здібностей (Стрижак та ін., 2017).

Серед різних видів компетенцій, якими повинні володіти майбутні педагоги доцільно виділити саме ті, що характеризують їх готовність до інноваційних перетворень, тобто STEM-компетентності:

- вміння використовувати нові ідеї та інновації для досягнення мети;
- знання щодо використання всього нового (наприклад, сучасних засобів і обладнання);
- упевненість у позитивному ставленні суспільства до нововведень; наполегливість;
- ініціативність у прийнятті рішень;
- персональна відповідальність;
- здатність до командної роботи;
- спроможність йти на компроміс та до розв'язання конфліктів (Стрижак та ін., 2017).

Серед основних принципів компетентнісного підходу в освіті варто виділити: підготовку майбутніх педагогів до успішного професійного життя, їх соціалізації у суспільстві, особистісного формування і розвитку; планування власних освітніх результатів та їх удосконалення; власна мотивація та відповідальність за результат самостійної діяльності.

Перехід до компетентнісної моделі навчання майбутніх педагогів та формування у них ключових компетентностей передбачає:

- принципово нове цілепокладання у педагогічному процесі;
- зміщення акцентів у навчальній діяльності з вузькопредметних на загальнодидактичні, оновлення структури й змісту навчальних предметів спецкурсів тощо;
- визначення та оцінювання результатів навчання через ключові й предметні компетентності здобувачів освіти;

- компетентнісно орієнтовані форми та методи навчання;
- діяльнісно-системний підхід;
- інноваційні, ігрові та STEM-технології навчання;
- технології case-study;
- інтерактивні методи групового навчання;
- проблемні методики з розвитку критичного і системного мислення тощо;
- корегування змісту окремих тем навчальних предметів з акцентом на особистісно-розвивальні, ігрові методики навчання;
- створення оптимальних педагогічних умов для здобуття досвіду STEM-компетентності;
- наскрізне STEM-навчання.

STEM-навчання реалізується шляхом формування відповідних STEM компетентностей. У контексті підготовки майбутніх учителів STEM компетентності розглядають як динамічну систему знань і умінь, навичок і способу мислення, цінностей і особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності: готовність до розв'язання комплексних задач, критичне мислення, креативність, організаційні здібності, уміння працювати в команді, емоційний інтелект, оцінювання і прийняття рішень, здатність до ефективної взаємодії, уміння домовлятися, когнітивна гнучкість (Проект концепції STEM-освіти в Україні, 2017).

Узагальнюючи вищевказані визначення, розглядаємо STEM-компетентність майбутнього педагога як динамічну систему знань, умінь, навичок, особистісних індивідуально-психологічних особливостей та якостей, необхідних для ефективного впровадження STEM-освіти в освітній педагогічний процес.

У складі STEM-компетентностей майбутніх педагогів, також слід виділити характерні специфічні компоненти, до яких належать такі: **когнітивний** як характеристика особистості майбутнього педагога в контексті пізнавальної та творчої активності; **рефлексивно-аналітичний**, який відображає готовність до аналізу власної діяльності й оцінювання досягнених результатів, здатність

здійснювати добір найбільш ефективних технологій, оцінювати ступінь ризиків тощо; *операційно-діяльнісний* як здатність до добору засобів, способів і технологій конструювання, моделювання та проєктування розв'язання практичних завдань відповідно до специфіки цілей і змісту певної професійної діяльності; *ціннісно-мотиваційний* – здатність до стійкої внутрішньої мотивації, цілеспрямованої активності, ставлення до майбутньої професійної діяльності, творчого саморозвитку тощо (Пилипенко, 2021).

STEM-освіта є одним із важливих трендів розвитку української освітньої системи. Вона дає можливість реалізувати інтегрований, міждисциплінарний і проєктний підхід до навчання, формувати ключові компетентності у підростаючого покоління. Новий підхід до навчання посилює дослідний і науковотехнологічний потенціал школярів та студентів, розвиває навички критичного, інноваційного та творчого мислення, вирішення проблем, комунікації та командної роботи.

Впровадження STEM-освіти у педагогічному університеті у процесі підготовки майбутніх педагогів потребує подальшої апробації та методичного супроводу.

В Україні STEM-компетентності особистості майбутнього педагога є динамічною системою знань і умінь, навичок і способу мислення, цінностей і особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності. STEM-компетентності виявляються в здатності визначити проблему, умінні логічно розмірковувати, обґрунтовувати свої дії, розуміти та аналізувати різні точки зору у вирішенні проблем, вмінні нетрадиційно вирішувати проблему, здійснювати аналіз та оцінку отриманих результатів, формулювати дослідницьке завдання та визначати шляхи його вирішення, застосовувати знання в різних життєвих ситуаціях (Пилипенко, 2021).

Реалізація компетентнісного підходу у процесі розвитку особистості майбутнього педагога підвищує ефективність навчання та викладання. Компетентнісний підхід, на відміну від традиційного, забезпечує розвиток особистісних якостей, творчих здібностей здобувачів освіти, умінь самостійно

здобувати нові знання та розв'язувати проблеми, працювати в команді, знаходити правильні рішення у конкретних навчальних, життєвих, професійних ситуаціях, орієнтуватися в житті суспільства (Лящук & Федчишин, 2023).

Серед важливіших концептуальних характеристик компетентної парадигми – спрямованість на комплексне опанування узагальнених знань, умінь та способів практичної діяльності; інтеграція узагальнених знань, способів практичної діяльності, креативних, комутативних, світоглядних та інших якостей особистості. Компетентна парадигма освіти передбачаю пріоритетну орієнтація здобувачів на самовизначеність, самоосвіту, саморозвиток, самореалізація.

Отже, для забезпечення належної якості STEM-підготовки в галузі професійної освіти в Україні необхідним є підвищення рівня STEM-компетентностей майбутніх педагогів через впровадження інноваційних технологій навчання у ЗВО, модернізації навчально-методичної та матеріально-технічної бази STEM-лабораторій закладів освіти, упровадження в освітній процес цифрових технологій, популяризація STEM-грамотності та STEM-творчості (Масюк, 2023).

Залучення майбутніх педагогів до STEM-освіти може впливати на розвиток наступних навичок:

- співробітництво (для досягнення інноваційних результатів і розв'язування складних завдань в команді потрібно працювати особистостям з різним науковим і технічним досвідом);
- комунікативність (навчання в галузі STEM надає широкі можливості для спілкування «один на один» й «один до багатьох»);
- творчість (із використанням креативних вмінь можна покращити науковий і технологічний проект, показати його потенційні можливості);
- критичне мислення (здатність осмислити, вдумливо й обґрунтовано проаналізувати факти та застосовувати знання для вирішення проблеми).

STEM-освіта передбачає створення умов для збалансованої гармонійної науково-орієнтованої освіти майбутніх педагогів на основі модернізації математично-природничого та гуманітарного профілів навчання (Весела, 2017).

Найважливішим основоположним, дидактичним принципом фундаменталізації базової математичної підготовки є принцип генералізації знань. Взагалі генералізація знань являє собою чітке виокремлення стержневої основи науки, її перспективних ідей і методів, які створюють каркас відповідних навчальних курсів. Генералізація математичних знань здобувачів передбачає, з одного боку, виокремлення стержневої основи математичних дисциплін, яка має забезпечити розуміння й засвоєння основоположних і перспективних природничо-наукових, технологічних та інженерних ідей. З іншого боку, генералізація математичних знань покликана вирішити низку протиріч сучасної математичної освіти: між змістом і стилем викладання класичних і прикладних математичних дисциплін та інформаційними перевантаженнями, а також можливостями використання сучасних інформаційних технологій, потребою в подальшому самостійному підвищенні рівня математичної компетентності, у самоосвіті та самовдосконаленні STEM передбачає інтегрований підхід до навчання, у рамках якого академічні науково-технічні концепції вивчаються у контексті реального життя. Основною метою такого підходу є створення міцних зв'язків між школою, університетом та суспільством, що сприятимуть розвитку STEM-грамотності (Коломієць & Кобися, 2017).

Стрімкий розвиток ІТ-галузі, робототехніки, нанотехнологій виявляє потребу у досвідчених фахівцях, а отже, виникає гостра освітня потреба у якісному навчанні сьогоденних учнів природничим та технічним дисциплінам – математиці, фізиці, хімії, інженерії, програмуванню. Освіта має відповідати сучасним тенденціям розвитку суспільства і сприяти підвищенню конкурентоспроможності національної науки (Коломієць & Кобися, 2017).

У процесі вивчення цих навчальних дисциплін студенти навчаються організовувати проектну діяльність за методиками проблемного навчання, розробляти дидактичні і методичні матеріали для здійснення проектного

навчання, оформляти дидактичні матеріали, проектувати навчальну, пошукову, дослідницьку діяльність учнів, оформлення результатів навчальних досліджень, формулювання висновків і узагальнення результатів навчальної дослідницької діяльності.

Використовуючи можливості сучасної комп'ютерної техніки, мережевих технологій, соціальних сервісів і навчальних ресурсів Інтернет навчальна діяльність учнів реалізується на прикладі веб-квесту, у якому описано поставлене завдання, визначено головні ролі для дослідницької роботи, детально описано план роботи учнів та очікувані результати реалізації проекту.

Студенти, виконуючи навчальні справи і завдання для самостійної роботи, навчаються організовувати дослідницьку роботу в малих групах, визначати лідерів, формулювати завдання дослідження, прогнозувати і узагальнювати результати навчальної діяльності (Коломієць & Кобися, 2017).

Модель підготовки майбутніх педагогів на основі розвитку у них STEM-компетентностей включає три складові: формальна, неформальна та інформальна. Формальна: навчальні заняття з елементами STEM, передбачені навчальним планом підготовки магістрів. Неформальна: Заходи, які відбуваються із застосуванням STEM-технологій. Інформальна: Самоосвіта, наукові контакти з питань STEM-освіти.

Шляхом поєднання цих трьох моделей у майбутніх педагогів розвиватимуться наступні STEM-компетентності та вміння:

- розрізняти поняття STEM-освіта, STEM-грамотність, наукова грамотність, STEM-спеціальність, інновація, стартап, STEM-проект та використовувати їх для пошуку інформаційних матеріалів, розробки проектів, планування стартапів у сфері STEM;
- розробляти інформаційні матеріали про STEM-проекти, які реалізовані в світі чи країні та придатні для адаптації в своїй громаді;
- здійснювати пошук ІК-інструментів підтримки STEM-освіти, які дотичні до своєї професійної спрямованості;

- використовувати сучасні інформаційні технології для підтримки міжпредметних досліджень та навчання в галузі: віртуальні лабораторії, віртуальні світи, тренажери, емулятори;
- застосовувати інноваційні засоби для підтримки наукових та навчальних досліджень: робототехніка, інструменти для досліджень, 3D моделювання та друк, програмування складних біологічних та екосистем, суспільної поведінки тощо;
- розробляти інструкції щодо використання ІКТ для здійснення STEM-освіти в галузі;
- здійснювати оцінювання та прогнозування потреб громади, які можна реалізувати засобами STEM;
- розробляти міжпредметні проекти в галузі STEM-освіти;
- навчати з використанням технології кейс стаді, методу проектів (Барна та ін., 2017).

Окреслені підходи до STEM-підготовки майбутніх педагогів в умовах сучасної університетської освіти посилює дослідний і науково технологічний потенціал студентів, розвиває навички критичного, інноваційного та творчого мислення, вирішення проблем, комунікації та командної роботи (Барна та ін., 2017).

Виокремлення, аналіз, характеристика когнітивного, рефлексивно-аналітичного, операційно-діяльнісного та ціннісно-мотиваційного компонентів у структурі STEM-компетентностей майбутніх педагогів обґрунтовує потребу у конкретизації критеріїв і показників, за якими здійснюватиметься діагностика динаміки у рівнях сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

Дослідники виокремлюють вимоги, відповідно до яких слід обґрунтовувати критерії. Зокрема зазначається, що критерії повинні чітко відображати основні тенденції розвитку та функціонування аналізованих явищ і процесів; через критерії забезпечується взаємозв'язок між усіма складовими аналізованого явища; вони мають бути визначені через показники, що дозволяють оцінити ступінь вираженості явища; повинні відображати динаміку

якості в часі та просторі; і визначати якість у поєднанні з кількісними та якісними показниками, доповнюючи один одного.

Беручи до уваги здобутки методології сучасної педагогічної науки, погоджуємося, що «визначення критеріїв – одне зі складних завдань педагогічної науки, оскільки питання критеріїв пов'язані із заходами підвищення ефективності професійної діяльності. Це питання про те, які параметри даного процесу необхідно вимірювати. Водночас вони є актуальними і щодо визначення якості професійної діяльності».

На основі аналізу літератури з питань методології науки, вважаємо за доцільне послуговуватися поняттям «критерій», як таким, що відображає суть результату реалізації **STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів**, який можливо запрограмувати, схарактеризувати та виміряти, послуговуючись визначеними показниками.

Таке визначення поняття «критерій» обґрунтовує потребу у конкретизації системи показників, що відобразатимуть зміни у якісній структурі STEM-компетентностей майбутніх педагогів, а їх визначення здійснюватиметься за допомогою відповідних інструментів діагностики.

З вищезазначеного критеріями обґрунтованих компонентів STEM-компетентностей майбутніх педагогів обрано такі: *когнітивний (когнітивний компонент), рефлексивний (рефлексивно-аналітичний компонент), діяльнісний (операційно-діяльнісний компонент) та мотиваційний (ціннісно-мотиваційний компонент)*.

Показники будемо використовувати як ознаку, за якою здійснюватиметься оцінювання *когнітивного, рефлексивного, діялісного та мотиваційного* критеріїв, що виконують призначення мірила ступеню сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

Досліджуючи професійну компетентність персоналу, Р. Гуревич (2011) запропонував визначення трьох рівнів її сформованості: базовий («рівень представлення, розуміння і початкової готовності до реалізації професійних функцій»), середній («рівень якісного виконання посадових обов'язків, що

дозволяє продуктивно застосовувати знання, уміння і досвід професійної діяльності під час здійснення посадових функцій») і вищій («рівень креативної екстраполяції»).

Екстраполюючи напрацювання автора (Гуревич, 2011), для визначення рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів та діагностики їхньої динаміки визначаємо низький, середній та високий рівні.

Виконаємо декомпозицію STEM-компетентностей майбутніх педагогів за *когнітивним, рефлексивно-аналітичним, операційно-діяльним та ціннісно-мотиваційним* компонентами, а також конкретизуємо критерії та показники, які використовуватимемо для оцінювання рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

Для забезпечення об'єктивності, чіткості та ефективності діагностики динаміки у рівнях сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів нами запропоновано та обґрунтовано виокремлення критеріїв, що характеризують чотири компоненти сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів: *когнітивний (когнітивний компонент), рефлексивний (рефлексивно-аналітичний компонент), діяльній (операційно-діяльній компонент) та мотиваційний (ціннісно-мотиваційний компонент)*. (див. Рис. 3.1).

Оцінювання рівня сформованості когнітивного компоненту сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів здійснюватимемо за когнітивним критерієм. Когнітивний критерій характеризує структурованість та системність знань майбутніх педагогів, вимог до сформованості STEM-компетентностей та професійної діяльності педагогічних працівників; забезпечення якості освітньої діяльності майбутнього педагога, а також якості освітнього процесу; методики викладання, що інкорпорує традиційні та інноваційні освітні технології; розробки навчально-методичного забезпечення та його ефективного використання тощо. Окрім охарактеризованої системи знань, когнітивний-критерій відображає пізнавальну здатність майбутнього педагога, що охоплює гнучкість мислення, готовність до пошуку, обробки, аналізу, синтезу та творчого

використання інформації у професійній діяльності, когнітивно-ціннісне ставлення до навколишнього середовища та членів академічної спільноти тощо.

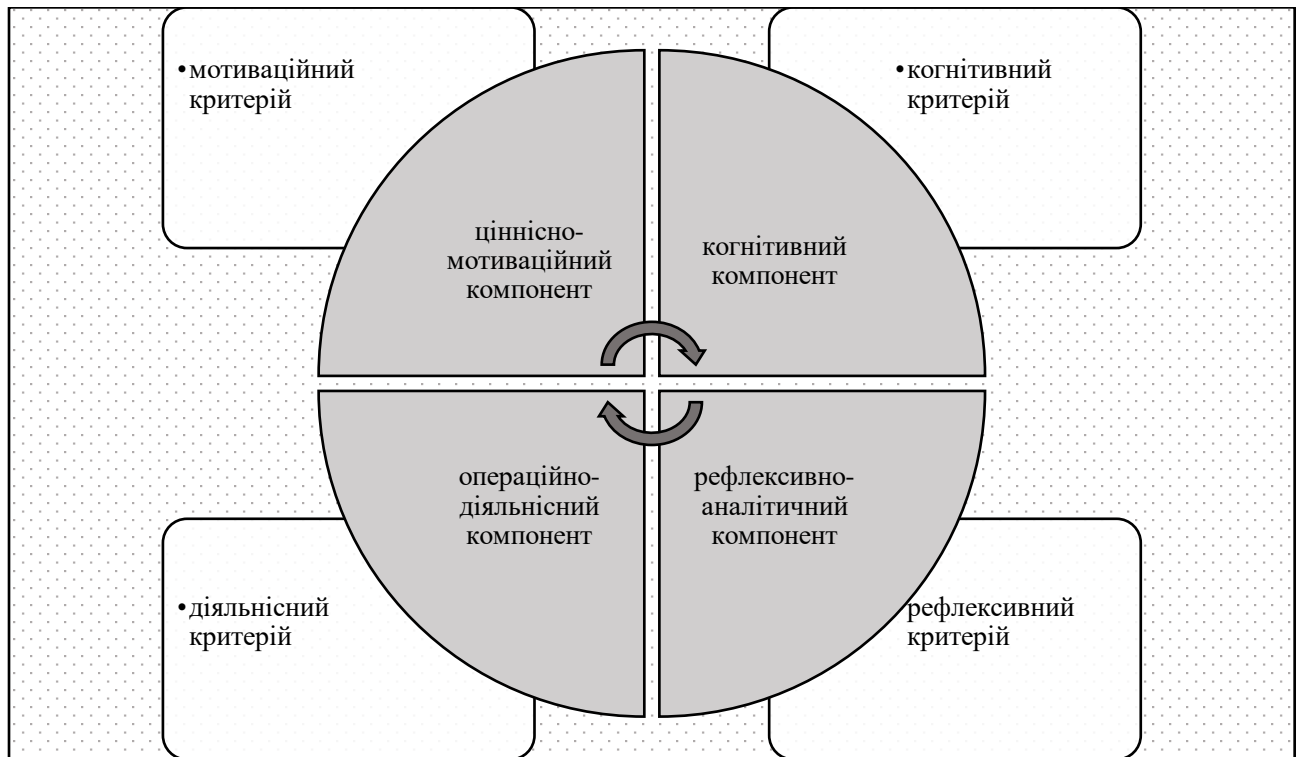


Рис. 3.1. Компоненти та критерії сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів

Когнітивний критерій характеризують такі показники:

- повнота, глибина, структурованість та системність соціально-гуманітарних, фундаментальних, методичних, психолого-педагогічних, інформаційно-технологічних, практичних знань;
- розуміння інтегративної сутності об’єктивного світу та усвідомлення ролі STEAM-освіти у підготовці сучасних педагогів;
- освоєння методики реалізації основних принципів організації навчально-методичної роботи з реалізації міжпредметних зв’язків, організації проєктного та проблемного навчання;
- знання та розуміння основних понять, провідних методів та технологій STEM-освіти;
- високий рівень професійно-педагогічної підготовки у галузях математики, природничих наук та технологій.

- комплекс знань про активізацію пізнавальної діяльності та професійний розвиток;
- системність знань про інструментарій та ресурси професійного розвитку.

Про *низький рівень* сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за когнітивним критерієм йдеться тоді, коли діяльність майбутніх педагогів відображає фрагментарний характер соціально-гуманітарних, фундаментальних, методичних, психолого-педагогічних, інформаційно-технологічних, практичних знань; ситуативне усвідомлення ролі STEAM-освіти у підготовці сучасних педагогів; ситуативне знання та розуміння основних понять, провідних методів та технологій STEM-освіти; ситуативне виявлення знань про активізацію пізнавальної діяльності та професійний розвиток; ситуативний характер знань про інструментарій та ресурси професійного розвитку.

Середній рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за когнітивним критерієм засвідчують такі ознаки: наявність соціально-гуманітарних, фундаментальних, методичних, психолого-педагогічних, інформаційно-технологічних, практичних знань, що є достатніми для виконання професійних функцій; продуктивне володіння знаннями про роль STEAM-освіти у підготовці сучасних педагогів; продуктивне володіння знаннями та розуміннями основних понять, провідних методів та технологій STEM-освіти; продуктивне володіння знаннями про активізацію пізнавальної діяльності та професійний розвиток; посередній рівень знань про інструментарій та ресурси професійного розвитку.

Високий рівень сформованості когнітивного компоненту STEM-компетентностей майбутніх педагогів за когнітивним критерієм фіксує інтегрованість та системність соціально-гуманітарних, фундаментальних, методичних, психолого-педагогічних, інформаційно-технологічних, практичних знань, що дозволяють виконувати діагностично-прогностичну, проєктувально-конструктивну, управлінсько-лідерську, гностично-експертну, моніторингово-рефлексивну, мотиваційно-стимулювальну функції, а також формують основу

для подальшого творчого використання здобутків сучасної науки; комплексне володіння знаннями про роль STEAM-освіти у підготовці сучасних педагогів; комплексне володіння знаннями та розуміннями основних понять, провідних методів та технологій STEM-освіти; комплексне володіння знаннями про активізацію пізнавальної діяльності та професійний розвиток; чітке та глибоке усвідомлення, системність знань про інструментарій та ресурси професійного розвитку.

У нашому дослідженні за допомогою *рефлексивного* критерію оцінюватимемо рівень сформованості рефлексивно-аналітичного компоненту сформованості STEM- компетентностей майбутніх педагогів, а саме: готовність до аналізу власної діяльності й оцінювання досягнених результатів у ході здійснення STEM-діяльності, здатність здійснювати добір найбільш ефективних технологій, оцінювати ступінь ризиків тощо

Рефлексивний критерій охоплює індивідуальний стиль професійної діяльності майбутнього педагога, що відображає унікальність особистісного та професійного розвитку, зрілості та сформованості особистості педагога, що дозволяє досягнути результативності в професійній діяльності.

Показниками рефлексивного критерію вважатимемо:

- ступінь сформованості особистісних та професійних якостей (ініціативність, відкритість, лідерство, самостійність, творчість, зорієнтованість на постійний розвиток та вдосконалення STEM технологій навчання), що дозволяють здійснювати саморозвиток та самооцінювання;
- здатність до реалізації STEM діяльності, та STEM професійного розвитку упродовж всієї професійної діяльності (рефлексія власної діяльності, готовність до індивідуального та колегіального оцінювання).

Про *низький рівень* сформованості рефлексивно-аналітичного компонента сформованості STEM- компетентностей майбутніх педагогів за -рефлексивним критерієм йдеться тоді, педагог демонструє фрагментарний характер сформованості особистісних та професійних якостей, що дозволяють здійснювати саморозвиток та самооцінювання на ситуативній основі;

недостатність знань, умінь і навичок, професійних цінностей і ставлення, що не дозволяють реалізовувати STEM-технології, здійснювати добір найбільш ефективних STEM-технологій, оцінювати ступінь ризиків тощо.

Середній (конструктивний) рівень сформованості *рефлексивно-аналітичного компонента* сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів за *рефлексивним критерієм* засвідчують такі ознаки: поміркована сформованість особистісних та професійних якостей, що передбачає ситуативний прояв ініціативності, часткову відкритість до спілкування, співпраці та конструктивної критики, обмежене застосування кращих лідерських практик, поодиноке застосування творчого підходу до виконання професійних функцій; середня сформованість знань, умінь і навичок, професійних цінностей і ставлення, щодо реалізації STEM-технології, добору найбільш ефективних STEM-технологій, оцінювати ступінь ризиків тощо.

Високий рівень сформованості *рефлексивно-аналітичного компонента* сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів за *рефлексивним критерієм* фіксує чітку сформованість особистісних та професійних якостей, що передбачає прояв ініціативності, відкритості до спілкування, співпраці та конструктивної критики, демонстрацію самостійності, застосування творчого підходу до застосування STEM-технологій, добору найбільш ефективних STEM-технологій, оцінювання ступеня ризиків, здатність до реалізації STEM-технологій упродовж всієї професійної діяльності на основі використання рефлексивного інструментарію для аналізу та оцінювання професійної діяльності на індивідуальному та колегіальному рівнях.

Щодо *діяльнісного критерію*, за яким оцінюватимемо *операційно-діяльнісний компонент* сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів, визначаємо його на основі оцінювання здатності майбутнього педагога оволодіння методами та технологіями STEM-освіти, уміння та навички пов'язані з реалізацією STEM-освіти, уміння організовувати процес STEM-навчання, здійснювати добір засобів, способів і технологій конструювання, моделювання та проєктування розв'язання практичних завдань, що

передбачають інтеграцію відповідних дисциплін, використовувати найбільш ефективні методи та технології STEM-освіти.

Діагностику діяльнісного критерію здійснюємо відповідно до таких показників:

- прояв ініціативності, творчості і підприємливості для збагачення власного досвіду професійного розвитку;
- уміння і навички практичного застосування комплексу професійних знань для реалізації STEM- освіти;
- здатність здійснювати добір засобів, способів та найбільш ефективних методів та технологій STEM-освіти.

Про *низький рівень* сформованості *операційно-діяльнісного компоненту* сформованості STEM- компетентностей майбутніх педагогів, за *діяльнісним критерієм* йдеться тоді, коли педагог демонструє обмеженість здатності застосовувати професійні знання для використання STEM-технологій навчання для забезпечення високоякісної професійної діяльності та ефективності професійного розвитку.

Середній рівень сформованості *операційно-діяльнісного компоненту* сформованості STEM- компетентностей майбутніх педагогів, за *діяльнісним критерієм*: помірковане застосування професійних знань для використання STEM-технологій навчання для забезпечення високоякісної професійної діяльності та ефективності професійного розвитку.

Високий рівень сформованості *операційно-діяльнісного компоненту* сформованості STEM- компетентностей майбутніх педагогів за діяльнісним критерієм фіксує системне, творче, конструктивне, застосування комплексу професійних знань для використання STEM-технологій навчання для забезпечення високоякісної професійної діяльності та ефективності професійного розвитку.

Для оцінки *ціннісно-мотиваційного компонента* сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів виокремлюємо *мотиваційний критерій*. Мотиваційний критерій відображає сформованість загальнолюдських та

професійних цінностей і ставлення (інтелектуальні, професійні, гуманістичні, демократичні, соціальні, морально-етичні, естетичні) майбутнього педагога; вмотивованість педагога до якісного виконання професійних функцій та досягнення успіху; сформованість власної професійно-педагогічної позиції та розуміння місця професії у суспільному розвитку; позитивна мотивація та прагнення до неперервного професійного розвитку; зацікавленість у STEM-освіті та прагнення до саморозвитку в цій сфері; мотивація та позитивне ставлення до здійснення інноваційної діяльності; критичне та креативне мислення, уважність, дисциплінованість, доброзичливість, вимогливість, об'єктивність, самокритичність, висока моральна культура, загальна ерудиція.

До показників мотиваційного критерію відносимо:

- позитивну мотивацію до професійної діяльності та професійного розвитку на неперервній основі;
- комплекс загальнолюдських та професійних цінностей і ставлення;
- чітку професійну позицію та спрямованість на реалізацію STEM-освіти та прагнення до саморозвитку в цій сфері;

Про *низький рівень* рівень сформованості *ціннісно-мотиваційного* компоненту STEM-компетентностей майбутніх педагогів за мотиваційним критерієм йдеться тоді, коли майбутній педагог не усвідомлює та не виявляє мотивації до професійної діяльності та професійного розвитку; демонструє відсутність зацікавлення та бажання у застосуванні STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, зацікавленість у STEM-освіті та прагнення до саморозвитку в цій сфері; відсутність мотивації та позитивного ставлення до здійснення інноваційної діяльності.

Середній рівень сформованості *ціннісно-мотиваційного* компоненту STEM-компетентностей майбутніх педагогів за мотиваційним критерієм визначається такими ознаками: часткове усвідомлення та достатній рівень мотивації до професійної діяльності та професійного розвитку; ситуативне зацікавлення та бажання у застосуванні STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, ситуативна зацікавленість у STEM-освіті та прагнення до

саморозвитку в цій сфері; ситуативна мотивація та позитивне ставлення до здійснення інноваційної діяльності.

Високий рівень сформованості ціннісно-мотиваційного компоненту STEM- компетентностей майбутніх педагогів за мотиваційним критерієм фіксує повноцінне усвідомлення, високий рівень позитивної мотивації до професійної діяльності та професійного розвитку; стійке зацікавлення та бажання у застосуванні STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, чітку професійну позицію та виражену спрямованість на розвиток STEM-освіти та прагнення до саморозвитку в цій сфері; чітку мотивацію та позитивне ставлення до здійснення інноваційної діяльності.

Отже, виокремлені та науково обґрунтовані критерії, показники та рівні сформованості STEM- компетентностей майбутніх педагогів забезпечують можливість для застосування діагностичного інструментарію з метою оцінювання сформованості STEM- компетентностей майбутніх педагогів.

3.2. Організація педагогічного експерименту

Завданням наукового дослідження є формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів у професійній підготовці. Аналіз наукового доробку з проблеми дослідження дав змогу визначити STEM-компетентності майбутніх педагогів як основу процесу його професіоналізації, успішної професійної адаптації, виокремити її компоненти, критерії, показники та рівні сформованості.

Програма експериментальної роботи з формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів у професійній підготовці передбачала:

- вивчення освітніх програм професійної підготовки майбутніх педагогів;
- аналіз навчальних планів підготовки майбутніх педагогів щодо проблеми дослідження;

- розроблення та добір методик для вивчення стану сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів, збір експериментальних даних, здійснення їх статистичної обробки;
- установлення рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів на основі статистично оброблених даних та визначених критеріїв і показників;
- розроблення моделі формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів на основі виокремлених завдань;
- визначення й обґрунтування організаційно-педагогічних умов ефективної реалізації підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій, формування STEM-компетентностей;
- вибір контрольних (КГ) та експериментальних (ЕГ) груп студентів для перевірки ефективності розробленої системи, статистичне доведення однорідності обраних груп;
- проведення апробації й оцінювання ефективності запропонованої методики формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів засобами STEM-технологій, узагальнення одержаних результатів.

Відповідно до мети й завдань дисертації, розроблено програму та методику проведення педагогічного експерименту, що передбачала використання низки методів: *теоретичні* – аналіз, синтез, узагальнення, систематизація, зіставлення, абстрагування, конкретизація, моделювання, вивчення передового педагогічного досвіду, рефлексія власної педагогічної діяльності; *емпіричні* – опитування (анкетування, бесіда); спостереження; тестування; експертне оцінювання; педагогічний експеримент; *математичного та статистичного оброблення даних* для кількісного і якісного аналізу результатів педагогічного експерименту, їх перевірки та з'ясування достовірності.

Експериментальне дослідження ефективності впровадження виокремлених педагогічних умов формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів проведено за допомогою спеціально організованого педагогічного експерименту, що передбачав внесення до освітнього процесу принципово важливих змін

відповідно до мети, завдань і гіпотези роботи. Педагогічний експеримент дає змогу окреслювати зв'язки між аналізованими явищами без порушення його цілісності, проводити глибокий якісний аналіз і кількісне вимірювання як упроваджених змін, так і результатів діяльності.

Дослідницько-експериментальна робота проведена на базі Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, Мукачівського державного університету, Національного університету біоресурсів і природокористування України, Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Харківської гуманітарно-педагогічної академії впродовж 2020 – 2024 рр., охоплювало три взаємопов'язаних етапи науково-педагогічного пошуку: константувальний, формувальний та контрольний. До експерименту залучено 364 особи, із них: 18 викладачів (експертів) та 346 студентів, із яких були сформовані контрольна (КГ – 170 студентів) та експериментальна (ЕГ – 176 студентів) групи.

Для діагностування ефективності визначених і теоретично обґрунтованих педагогічних умов формування STEM-компетентностей студентів було використано раніше визначені критерії й показники її сформованості.

На констатувальному етапі (2020–2021 рр.) експерименту здійснено аналіз проблеми на основі вивчення педагогічної, психологічної та методичної літератури, програмно-методичної документації ЗВО, досвіду практичної роботи. Визначено актуальність та виконано обґрунтування педагогічних умов формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів; обґрунтовано компоненти, критерії, показники оцінювання рівнів її розвитку. Розроблено програму дослідно-експериментальної роботи; вивчено особливості процесу формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів; перевірено сучасний стан сформованості STEM-компетентностей за допомогою комплексу емпіричних методів: спостережень, бесід, опитувань, тестових методик, анкетувань, творчих завдань тощо.

На формувальному етапі експерименту (2021-2023 рр.) розроблено методику формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів; визначено,

впроваджено та експериментально перевірено педагогічні умови та модель формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів у професійній підготовці.

На контрольному етапі (2023-2024 рр.) експерименту здійснено комплексний аналіз результатів експериментального дослідження, проведено систематизацію та статистичну обробку емпіричних даних, перевірено результати формувального етапу експерименту та визначено ефективність впровадження педагогічних умов та моделі формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів, сформульовано загальні висновки.

3.3. Результати констатувального експерименту формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів

Відповідно до побудованої моделі формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів на констатувальному етапі педагогічного експерименту визначено структурні компоненти STEM-компетентностей майбутніх педагогів: когнітивний, рефлексивно-аналітичний, операційно-діяльнісний та ціннісно-мотиваційний, які забезпечують умови для збалансованої гармонійної науково-орієнтованої освіти майбутніх педагогів на основі модернізації математично-природничого та гуманітарного профілів навчання. Для визначення рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів, відповідно до компонентів, обґрунтовано такі *критерії*: когнітивний, рефлексивний, діяльнісний, мотиваційний. Виокремлення критеріїв та їх показників дало змогу визначити рівні сформованості STEM-компетентностей: *високий, середній, низький*.

На етапі констатувального експерименту розв'язувались наступні дослідницькі завдання: вивчення мотивації навчання; дослідження особливостей взаємних оціночних ставлень та установок викладачів і студентів у цілісному

педагогічному процесі; вивчення особливостей STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

На констатувальному етапі в експериментальних групах був проведений діагностуючий експеримент по встановленню рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за допомогою спостереження й методів педагогічних вимірів (анкетування, тестування, співбесіди). У дослідженні застосовувалися результати самооцінки знань, іншим методом виміру STEM-компетентностей студентів був обраний метод тестування, спостереження й аналізу навчальної діяльності.

Метою констатувального етапу педагогічного експерименту було виявлення тих особливостей формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів що забезпечуються в умовах традиційної системи підготовки у ЗВО, а також факторів, актуалізація яких могла б підвищити рівень формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

В основу педагогічного експерименту покладено *гіпотезу*, що формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів, буде ефективним, при умові запровадження в процес його підготовки таких виокремлених педагогічних умов:

забезпечення стійкої мотивації студентів до активного освоєння майбутньої професії;

ефективна організація застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів.;

навчально-методичне забезпечення процесу підготовки засобами STEM-технологій;

використання у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів інтерактивних методів навчання на основі застосування STEM-технологій.

На основі окреслених педагогічних умов побудовано структурну модель формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів що відображає комплекс заходів, які ґрунтуються на загальнодидактичних (науковості, доступності, систематичності й послідовності, свідомості, зв'язок навчання із

життям) та специфічних (ті, принцип інтегрованого навчання, принцип актуальності, проблемно-пошуковий, діалогічності, рефлексивні спрямованості) принципах у контексті системного, методологічного, компетентнісного та інтегрованого підходів.

Основними методами дослідження на цьому етапі педагогічного експерименту обрано анкетування викладачів та студентів – майбутніх педагогів, для діагностування стану сформованості STEM-компетентностей і; методика «Діагностика творчого потенціалу»; тест-опитувальник «Спрямованість особистості»; методика діагностики особистості на мотивацію до успіху (Т. Елерсон); кількісне та якісне оброблення отриманих даних.

Результати констатувального етапу педагогічного експерименту засвідчили недостатній рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів, дозволили встановити чинники, що впливають на їх формування, окреслити коло теоретичних та практичних проблем, визначити та обґрунтувати педагогічні умови та побудувати модель формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

Перейдімо до аналізу результатів констатувальної діагностики рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів згідно виокремлених критеріїв.

Для визначення рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за *когнітивним* критерієм нами було використано пакет комплексних завдань для оцінювання рівнів сформованості STEM-компетентностей, зокрема використання кейсів-ситуацій для обговорення та рольових ігор для формування STEM-компетентності.

Результати оцінювання рівнів сформованості STEM-компетентностей презентовано у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

**Рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за
когнітивним критерієм**

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	90	52,94	93	52,84
Середній	55	32,35	57	32,38
Високий	25	14,71	26	14,78
Всього	170	100	176	100

Для визначення рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за *рефлексивним* критерієм нами було використано питальники «Діагностика рівня розвитку рефлексивності» (А. Карпов); «Рефлексія на саморозвиток» (тест Л. Бережної), тест самооцінки й експертної оцінки сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів. Результати оцінювання презентовано у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

**Рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за
рефлексивним критерієм**

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	92	54,12	95	53,98
Середній	52	30,59	54	30,68
Високий	26	15,29	27	15,34
Всього	170	100	176	100

Для визначення рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за *діяльнісним* критерієм нами було використано анкету, методи опитування експертної оцінки рівня сформованості STEM-компетентності (Дод. А); тест діагностики творчого потенціалу (Дод. Б); аналіз ситуацій, Результати оцінювання презентовано у таблиці 3.3:

Таблиця 3.3

Рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за діяльним критерієм

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	88	51,76	91	51,70
Середній	56	32,95	57	33,53
Високий	26	15,29	28	14,77
Всього	170	100	176	100

Для визначення рівня сформованості сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за мотиваційним критерієм нами було використано анкетування майбутніх педагогів, тест «Спрямованість особистості» (Дод. В); методику діагностики особистості на мотивацію до успіху (Т. Елерсон) (Дод. Г); кількісне та якісне оброблення отриманих даних. Результати оцінювання презентовано у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за мотиваційним критерієм

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	91	53,53	94	53,41
Середній	54	31,76	55	31,25
Високий	25	14,71	27	15,34
Всього	170	100	176	100

Як видно з таблиць 3.1-3.4, у студентів на констатувальному етапі превалюють низький та середній рівні сформованості STEM-компетентностей за всіма критеріями.

Результати діагностики загального рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів подано у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Результати діагностики рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів (констатувальний експеримент)

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	90	52,94	93	52,84
Середній	54	31,77	56	31,82
Високий	26	15,29	27	15,34
Всього	208	100	216	100

Наочно представлені дані про рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів на констатувальному етапі експерименту зображено на рис. 3.2.

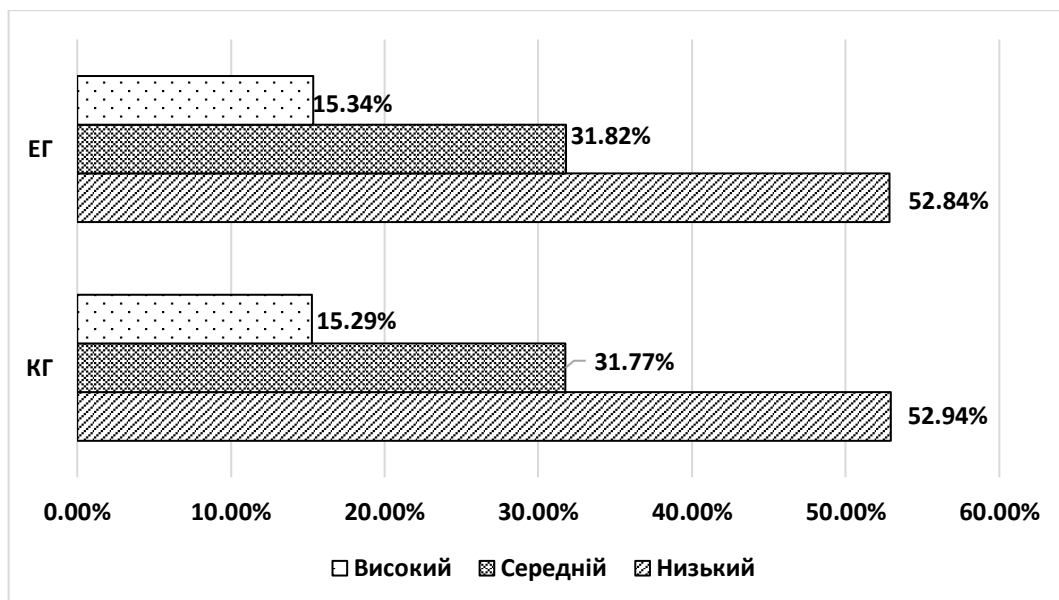


Рис. 3.2. Результати діагностики рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів (констатувальний експеримент)

Вірогідність результатів проведеної експериментальної роботи на констатувальному етапі й достовірність експериментальних даних визначено з

використанням непараметричного критерію Пірсона χ^2 , який дозволяє знайти відмінності між двома розподілами та оцінити її достовірність, а також отримати надійність результатів у 95 % вірогідності (Боснюк, 2020).

Перевіримо вірогідність отриманих результатів, застосовуючи критерій χ^2 Пірсона. зокрема для перевірки гіпотези H_0 про відсутність відмінностей між двома емпіричними (експериментальними) розподілами.

Основна розрахункова формула критерію χ^2 -квадрат має такий вигляд

$$\chi_{\text{емп}}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_{\text{емп.}} - f_{\text{теор.}})^2}{f_{\text{теор.}}}, \quad (3.1)$$

де k – кількість класових інтервалів(градацій) досліджуваної ознаки;
 $f_{\text{емп.}}$ та $f_{\text{теор.}}$ – відповідно експериментальна та теоретична (обчислена) частоти, що відповідають визначеним градаціям змінної.

Для розрахунків представимо формулу (4.1) у вигляді:

$$\chi_{\text{емп}}^2 = N \times M \times \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{\frac{n_i + m_i}{N + M}}, \quad (3.2)$$

N – загальна кількість студентів експериментальної групи (176 осіб);

M – загальна кількість студентів контрольної групи (170 осіб);

n_i – кількість студентів експериментальної групи (ЕГ), які мають оцінки за критеріями високого (n_1), середнього (n_2) та низького (n_3) рівнів;

m_i – кількість студентів контрольної групи (КГ), які мають оцінки за критеріями високого (m_1), середнього (m_2), низького (m_3) рівнів;

L – шкала оцінювання, $L = 3$.

Для χ^2 -квадрат критерію рівні значущості оцінені за кількістю ступенів вільності ν , що обчислене за формулою:

$$\nu = (k - 1) \cdot (c - 1), \quad (3.2)$$

де k – кількість вибірок, стовпчиків (груп), s – кількість характеристик, за якими відрізняються вибірки, рядків (рівнів оцінювання)

Визначаємо число ступенів вільності за формулою (3.2) $\nu = (k - 1) \cdot (c - 1) = (2-1)(3-1)=2$.

Знаходимо величини $\chi_{кр}^2$ для рівнів значимості $P=0,05$ та $P=0,01$:

$$\chi_{кр}^2(0,05)=5,991 \qquad \chi_{кр}^2(0,01)=9,210$$

Результати статистичної перевірки даних на констатувальному етапі педагогічного експерименту відображено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

**Результати статистичної перевірки
(констатувальний етап педагогічного експерименту)**

<i>Критерії</i>	<i>Значення $\chi^2_{емп}$</i>	<i>$\chi^2_{крит}$</i>	
		<i>P=0,05</i>	<i>P=0,01</i>
<i>Когнітивний</i>	0,000456	5,991	9,21
<i>Рефлексивний</i>	0,000686		
<i>Діяльнісний</i>	0,029165		
<i>Мотиваційний</i>	0,030709		
Загальний рівень сформованості	0,000366		

Порівняльний аналіз отриманих значень критерію Пірсона ($\chi^2_{емп}$) з таблиці 3.6 із критичним значенням критерію ($\chi^2_{крит}$) ($\chi_{емп}^2 < \chi_{кр}^2(0,05)$ для всіх критеріїв), ми дійшли висновку, що початковий рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів в контрольних та експериментальних групах істотно не відрізняються.

Як засвідчили результати на рівні значущості 0,01 та 0,05 між групами, що брали участь в експерименті, немає статистично істотних відмінностей у рівні сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів. Це слугує підставою для твердження, що контингент студентів контрольної й експериментальної груп є рівноцінним, а також унеможливорює вплив на надійність і достовірність результатів формувального етапу експерименту.

Отже, на констатувальному етапі експерименту було вирішено низку завдань: здійснено розподіл студентів на КГ та ЕГ; обґрунтовано критерії, показники та рівні сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів; розроблено діагностичний інструментарій; здійснено діагностичний зріз, аналіз та інтерпретацію його даних.

За результатами констатувального етапу педагогічного експерименту з'ясовано (таблиця 3.5), що: високий рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів зафіксовано у 15,29% осіб КГ та 15,34% осіб ЕГ; середній рівень – у 31,77% студентів КГ та 31,82% студентів ЕГ; низький рівень – у 52,94% респондентів КГ та 52,84% респондентів ЕГ.

Діагностика рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів на етапі констатувального експерименту показала недостатню ефективність процесу впровадження STEM-технологій у процес підготовки майбутніх педагогів. Наступним етапом проведення педагогічного експерименту був формувальний етап, на якому в освітній процес впроваджувалася структурно–функціональна модель та педагогічні умови формування впровадження STEM-технологій у процес підготовки майбутніх педагогів.

3.3. Аналіз результатів формувального експерименту впровадження методики застосування STEM-технологій у процес підготовки майбутніх педагогів

Результати констатувального експерименту обумовили хід формувального (2021–2023 рр.). Кількісний склад студентів та викладачів залишився без змін. Формувальний експеримент передбачав перевірку структурно функціональної моделі та педагогічних умов формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

На етапі формувального експерименту перевірено гіпотезу, з'ясовано ефективність концепції, структурно–функціональної моделі формування STEM-

компетентностей майбутніх педагогів, обґрунтовано виокремлені педагогічні умови.

У ході формувального етапу експерименту було перевірено ефективність виокремлених нами педагогічних умов, що сприяють формуванню STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

Слід зауважити, що низка реалізованих та впроваджених заходів щодо формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів враховує зміст та забезпечує втілення в освітній процес розроблених та обґрунтованих педагогічних умов цього процесу.

Так, впровадженням запропонованих заходів в освітній процес була забезпечена реалізація кожної з чотирьох педагогічних умов формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів. Нижче запропоновано стислу характеристику їх реалізації.

Реалізація першої умови – *забезпечення стійкої мотивації студентів до активного освоєння майбутньої професії* – передбачає підвищення ефективності результатів навчання та покращення навчально-пізнавальної та проектно-пошукової діяльності студентів, що є одним із ключових елементів STEM-освіти. Забезпечення ефективності інтеграції STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів можна реалізувати шляхом реалізації умови забезпечення стійкої мотивації до навчального процесу у студентів педагогічних спеціальностей. Це посилює інтерес студентів, як майбутніх педагогів до професійної діяльності, шляхом отримання не лише теоретичних знань, але й навичок практичного застосування, які є ключовими у їхній майбутній професійній діяльності.

Крім того, реалізація умови забезпечення стійкої мотивації майбутніх педагогів до навчального процесу сприяє розвитку критичного мислення, проблемного та творчого потенціалу у майбутніх педагогів, що є ключовими компетентностями у сучасному освітньому середовищі та підвищує інтерес студентів до навчальної діяльності.

Реалізація педагогічної умови щодо забезпечення стійкої мотивації студентів для активного освоєння майбутньої професії також сприяє підвищенню мотивації студентів, оскільки вона дозволяє майбутнім педагогам охопити практичний вигляд своїх навчальних здобутків, а також забезпечити важливість впровадження інновацій у реальному житті. Результатом реалізації цієї умови, є розвиток у майбутніх педагогів інтересу до викликів і вимог сучасного світу та можливості впроваджувати інноваційні методи навчання у майбутній педагогічній практиці.

Оптимальна реалізація педагогічної умови щодо забезпечення стійкої мотивації студентів до активного освоєння майбутньої професії забезпечується використанням наступних методів (метод-кейс; проектно-дослідницький метод; проблемно-пошукові методи), технологій (проблемного та кооперативного навчання) та засобів (онлайн-платформи та курси, мультимедійне оснащення) навчання.

Друга педагогічна умова – *ефективна організація застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів*. Реалізація цієї педагогічної умови передбачає, що застосування засобів STEM-технологій повинно відбуватись протягом усього періоду навчання майбутніх педагогів у ЗВО. У процесі професійної підготовки майбутніх педагогів, необхідно передбачити широке застосування STEM-технологій, яке передбачає використання отриманих знань у педагогічній практиці та у реальному житті. Організація процесу застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів, повинна відбуватись на основі вирішення конкретних професійно-педагогічних завдань, пов'язаних із викликами сучасності.

Для ефективної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій доцільно передбачити вивчення студентами курсу «Інтеграція STEM-підходів у навчальний процес», що передбачає вивчення студентами методології використання інноваційних методів та технологій для покращення якості навчання. Запровадження даного курсу може відбуватись у вигляді вивчення

студентами дисципліни на вибір, факультативного вивчення, або впроваджуватись як один із модулів у будь-яку загально професійну або спеціальну дисципліну в рамках професійної підготовки. Розпочинати вивчення даного курсу доцільно із середини першого семестру першого року навчання ОС «Магістр», оскільки це дозволить студентам, паралельно із початком навчання, ознайомитися з основами освітніх технологій та STEM-підходів до навчання та дасть змогу зрозуміти контекст та важливість інтеграції STEM-елементів у майбутню педагогічну практику. Початок впровадження інтерактивних занять із елементами STEM-технологій «Інтеграція STEM-підходів у освітній процес» (Дод Б) у середині першого семестру надасть студентам достатньо часу для усвідомлення цілей та завдань курсу, дозволить систематизувати знання, отримані ними раніше а також надасть можливість для активної підготовки до практичних завдань та проєктів, які можуть бути частиною програми, це дозволить інтегрувати знання та навички, отримані під час інших курсів у процес навчання, з застосування STEM-підходів. Дані заняття сприятимуть збагаченню та поглибленню знань студентів, що відіграє важливу роль у їхньому професійному розвитку з використанням STEM-технологій.

Реалізація третьої педагогічної умови – *навчально-методичне забезпечення процесу підготовки засобами STEM-технологій* дозволяє створити необхідне підґрунтя для найбільш якісної підготовки майбутніх педагогів. Однією з ключових складових успішної підготовки є належне навчально-методичне забезпечення, спрямоване на впровадження інноваційних STEM-підходів у навчальний процес.

Навчально-методичне забезпечення освітнього процесу підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій полягає в єдності його цілей, змісту, дидактичного процесу й організаційних форм являє собою сукупність інформаційних і навчально методичних матеріалів, що призначені забезпечити всі основні його етапи – від надання навчальної інформації, її сприйняття, усвідомлення й застосування з метою оволодіння визначеним обсягом знань та

переліком визначених компетентностей, до контролю результатів вивчення навчальної дисципліни (Савельєва, 2017).

Реалізація цього елемента передбачає використання інноваційних методів STEM-навчання під час професійної підготовки майбутніх педагогів. Педагогічна умова щодо навчально-методичного забезпечення процесу підготовки засобами STEM-технологій полягає в систематичному використанні навчально-методичного забезпечення засобами STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів. Реалізація даної педагогічної умови передбачає: підготовку навчально-методичного забезпечення з урахуванням конкретних потреб та інтересів студентів. Це дозволяє забезпечити більш ефективно засвоєння матеріалу та підвищити мотивацію майбутніх педагогів до професійної діяльності; використання інноваційних навчальних матеріалів та засобів STEM-технологій із залученням студентів до активної пізнавальної діяльності. Це сприяє поглибленню їхніх знань та розвитку критичного мислення майбутніх педагогів; підвищення якості навчання за рахунок використання сучасних STEM-технологій та інноваційних методик, що створює підґрунтя для ефективного навчально-методичного забезпечення процесу підготовки майбутніх педагогів. Це сприяє підготовці висококваліфікованих фахівців у галузі STEM-освіти; використання навчально-методичного забезпечення засобами STEM-технологій, що сприяє створенню сприятливого навчального середовища, для експериментальних досліджень студентами як майбутніми педагогами для забезпечення вирішення проблем та задач, пов'язаних із реальною практикою.

Реалізація цієї педагогічної умови сприяє підвищенню якості підготовки майбутніх педагогів, розвитку їхніх компетентностей у галузі STEM-освіти та підготовці до викликів сучасного світу.

Забезпечення реалізації третьої педагогічної умови відбувається за таких форм навчання як лекції, семінари, практичні заняття, лабораторні роботи, навчання у групах; технологій (проектна діяльність, кейс-навчання, тренінги);

методів (проблемне навчання, творчі завдання, експериментальні проекти, мультимедіа, онлайн-ресурси, інтерактивні методи).

У межах реалізації **четвертої педагогічної умови – використання у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів інтерактивних методів навчання на основі застосування STEM-технологій – передбачено** активне залучення студентів до навчання за допомогою інтерактивних методів, які сприяють їхньому активному і поглибленому засвоєнню матеріалу у процесі професійної підготовки до педагогічної діяльності. Застосування STEM-технологій робить процес застосування інтерактивних методів у процесі підготовки майбутніх педагогів більш ефективним, оскільки дозволяє студентам наочно сприймати абстрактні концепції та застосовувати їх на практиці.

Інтерактивне навчання у контексті впровадження засобів STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів спонукає до активного залучення студентів у процес навчання та створює сприятливі умови для їхнього всебічного розвитку. Інтерактивне навчання стимулює студентів до активної участі у навчальному процесі. Студенти беруть участь у вирішенні завдань, експериментах та проектах, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу із використанням STEM-технологій. Інтерактивне навчання із використанням STEM-технологій дозволяє студентам застосовувати отримані знання та навички у майбутній педагогічній практиці. Студенти вивчають теорію, та мають можливість випробувати її в реальних ситуаціях, що сприяє розвитку практичних навичок і вмінь. Інтерактивне навчання заохочує студентів до творчого мислення та пошуку альтернативних рішень. Студенти опановують уміння думати критично, аналізувати інформацію та розв'язувати складні завдання, що є важливими STEM-навичками для майбутніх педагогів. Під час інтерактивного навчання студенти взаємодіють між собою та з викладачем, користуються перевагами STEM-технологій, що сприяє розвитку їхніх професійних навичок. Студенти навчаються висловлювати свої думки, слухати інших та працювати у команді, що є важливими навичками для майбутніх педагогів.

Отже, інтерактивне навчання у контексті впровадження засобів STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів спонукає до активної участі студентів у навчальному процесі, розвиває їхні практичні навички, творчість, критичне мислення та комунікаційні вміння, що є необхідними для успішної роботи у сучасному освітньому середовищі.

Реалізація четвертої педагогічної умови відбувається за використання таких форм навчання як, лекційні заняття, практичні та лабораторні завдання, семінарські заняття; методів (кейс-навчання, проектне навчання, індивідуальні творчі завдання); технологій (мультимедіа, інтерактивні заняття, онлайн-курси).

Перейдімо до аналізу результатів формувального етапу експерименту – діагностики рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів згідно виокремлених критеріїв. Діагностичний інструментарій залишився без змін.

Результати оцінювання рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за *когнітивним* критерієм після формувального етапу педагогічного експерименту представлено у таблиці 3.7:

Таблиця 3.7

Рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за когнітивним критерієм (після експерименту)

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	69	40,59	35	19,89
Середній	70	41,18	81	46,02
Високий	31	18,23	60	34,09
Всього	170	100	176	100

Результати оцінювання рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за *рефлексивним* критерієм після формувального етапу педагогічного експерименту презентовано у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

**Рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за
рефлексивним критерієм (після експерименту)**

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	73	43,27	38	21,59
Середній	68	38,46	80	45,45
Високий	29	18,27	58	32,96
Всього	170	100	176	100

Результати оцінювання рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів після формувального етапу педагогічного експерименту за діяльнісним критерієм презентовано у таблиці 3.9:

Таблиця 3.9

**Рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за
діяльнісним критерієм (після експерименту)**

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	71	41,76	40	22,73
Середній	71	41,76	79	44,89
Високий	28	16,48	57	32,38
Всього	170	100	176	100

Результати оцінювання рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів після формувального етапу педагогічного експерименту за мотиваційним критерієм презентовано у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

Рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за мотиваційним критерієм (після експерименту)

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	72	42,35	40	22,73
Середній	68	40,00	78	44,32
Високий	30	17,65	58	32,95
Всього	170	100	176	100

Як видно з таблиць 3.7-3.10, у студентів на констатувальному етапі превалюють низький та середній рівні сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за всіма критеріями.

Результати діагностики загального рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів подано у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Результати діагностики рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів (після експерименту)

Рівні	Кількість студентів			
	Контрольна група (КГ)		Експериментальна група (ЕГ)	
	абс.	%	абс.	%
Низький	71	41,76	38	21,60
Середній	69	59,41	80	45,45
Високий	30	17,65	58	32,95
Всього	208	100	216	100

Узагальнені дані констатувального і формувального етапів експериментального дослідження щодо рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів в експериментальній та контрольній групах на початку й після експерименту представлено в табл. 3.12 та 3.13.

Таблиця 3.12

Розподіл студентів за рівнями сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за результатами дослідно-експериментальної роботи

Критерії	Рівні сформованості STEM-компетентностей											
	Низький				Середній				Високий			
	ЕГ		КГ		ЕГ		КГ		ЕГ		КГ	
	до експерименту	після експерименту	до експерименту	після експерименту	до експерименту	після експерименту	до експерименту	після експерименту	до експерименту	після експерименту	до експерименту	після експерименту
Когнітивний	93	35	90	69	57	81	55	70	26	60	25	31
	52,84	19,89	52,94	40,59	32,38	46,02	32,35	41,18	14,78	34,09	14,71	18,23
Рефлексивний	95	38	92	73	54	80	52	68	27	58	26	29
	53,98	21,59	54,12	43,27	30,68	45,45	30,59	38,46	15,34	32,96	15,29	18,27
Діяльнісний	91	40	88	71	57	79	56	71	28	57	26	28
	51,70	22,73	51,76	41,76	33,53	44,89	32,95	41,76	14,77	32,38	15,29	16,48
Мотиваційний	94	40	91	72	55	78	54	68	27	58	25	30
	53,41	22,73	53,53	42,35	31,25	44,32	31,76	40,00	15,34	32,95	14,71	17,65

Таблиця 3.13

Динаміка рівнів сформованості STEM-компетентностей за результатами дослідно-експериментальної роботи

Групи	Етапи експерименту	Рівні сформованості STEM-компетентностей та кількість студентів (КС)					
		Низький		Середній		Високий	
		КС абс.	%	КС абс.	%	КС абс.	%
КГ (170)	Констатувальний	90	52,94	54	31,77	26	15,29
	Формувальний	71	41,76	69	40,59	30	17,65
ЕГ (176)	Констатувальний	93	52,84	56	31,82	27	15,34
	Формувальний	38	21,60	80	45,45	58	32,95

Отримані результати свідчать, що за когнітивним критерієм високий рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів КГ зріс на 3,52%, у той час як в ЕГ зріс на 19,31%; середній рівень у майбутніх педагогів

КГ зріс на 8,83%, у той час як в ЕГ зріс на 13,64%; низький рівень у майбутніх педагогів КГ знизився на 12,35%, у той час як в ЕГ знизився на 32,95%.

За рефлексивним критерієм високий рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів КГ зріс на 2,98%, у той час як в ЕГ зріс на 17,62%; середній рівень у майбутніх педагогів КГ зріс на 7,17%, у той час як в ЕГ зріс на 14,67%; низький рівень у майбутніх педагогів КГ знизився на 10,85%, у той час як в ЕГ знизився на 32,39%.

За діяльнісним критерієм високий рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів КГ зріс на 1,19%, у той час як в ЕГ зріс на 17,61%; середній рівень у майбутніх педагогів КГ зріс на 8,81%, у той час як в ЕГ зріс на 11,36%; низький рівень у майбутніх педагогів КГ знизився на 10,00%, у той час як в ЕГ знизився на 28,67%.

За мотиваційним критерієм високий рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів КГ зріс на 2,94%, у той час як в ЕГ зріс на 17,61%; середній рівень у майбутніх педагогів КГ зріс на 8,24%, у той час як в ЕГ зріс на 13,07%; низький рівень у майбутніх педагогів КГ знизився на 11,18%, у той час як в ЕГ знизився на 30,68%.

Слід наголосити, що досить значні показники приросту середнього рівня сформованості високий рівень сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів (особливо за когнітивним та діяльнвсними критеріями) у КГ свідчать, що опосередковане формування STEM-компетентностей при традиційній підготовці майбутніх педагогів теж дає свої позитивні результати, адже STEM складова професійної підготовки студентів має місце при вивченні цілого ряду дисциплін.

Результати дослідницько–експериментальної роботи засвідчили, що згідно з встановленими рівнями сформованості STEM-компетентностей кількість майбутніх педагогів ЕГ, які досягли високого, збільшилася на 17,61% (від 15,34% до 32,95%), а в КГ збільшилася лише на 2,36% (від 15,29 до 17,65%). Кількість майбутніх педагогів, які мають середній рівень сформованості STEM-компетентностей в ЕГ збільшилася на 13,63% (від 31,82% до 45,45%), в КГ –

збільшилася на 8,82% (від 31,77 до 40,59%). Найбільш суттєво змінилися показники низького рівня: в ЕГ кількість майбутніх педагогів зменшилася на 31,24% (від 52,84% до 21,60%), в КГ – лише на 11,18% (від 52,94% до 41,76%).

Зведені дані динаміки розподілу студентів за рівнями сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів до і після експерименту в експериментальній і контрольній групах відображено на рис. 3.3.

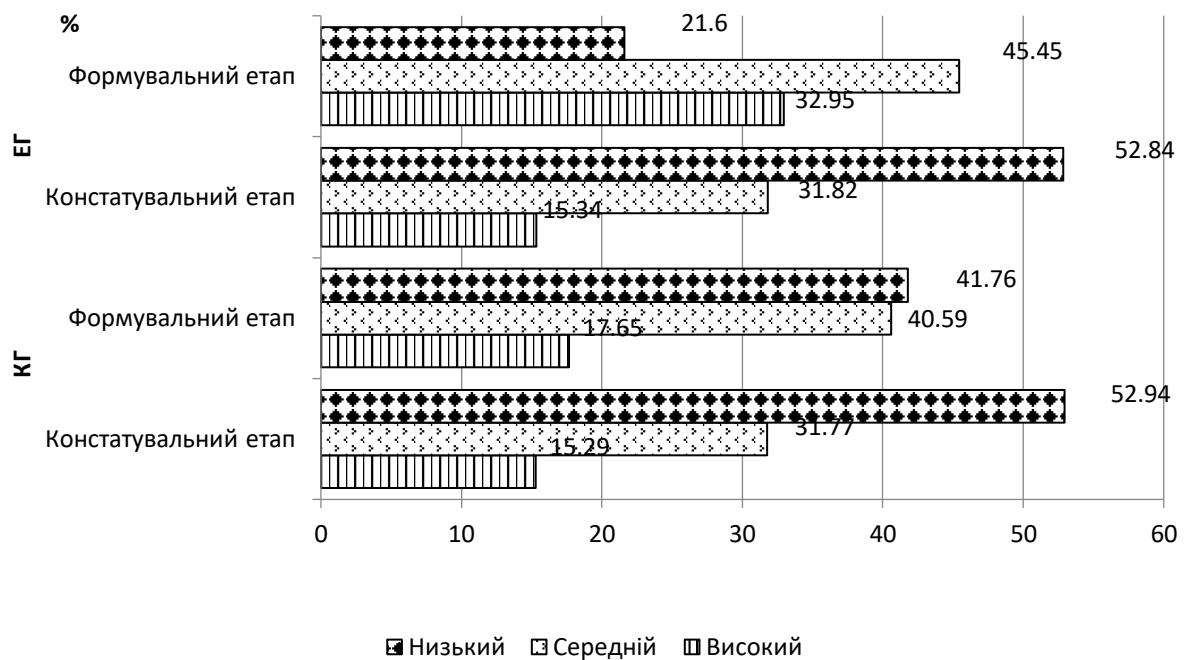


Рис. 3.3. Динаміка рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за результатами дослідно-експериментальної роботи

Для перевірки достовірності отриманих під час формувального етапу педагогічного експерименту висновків і гіпотези дослідження проведено статистичний аналіз методами статистичної обробки (непараметричний критерій Пірсона χ^2), експериментальних даних для з'ясування того факту, що різниця показників у ЕГ та КГ є суттєвою, тобто наслідком впровадження обґрунтованих педагогічних умов формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів, а не впливом випадкових факторів. Отже, нульова гіпотеза H_0 : експериментальна та контрольна вибірки за рівнем сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за досліджуваним критерієм χ^2 однорідні; альтернативна

гіпотеза H_1 : експериментальна та контрольна вибірки різні за рівнем сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів за досліджуваним критерієм χ^2 .

Зведена таблиця 3.14. статистичної обробки експериментальних даних за непараметричним критерієм Пірсона χ^2 фіксує результати здійсненої статистичної перевірки формувального етапу педагогічного експерименту щодо рівнів сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів.

Таблиця 3.14

Статистична перевірка формувального етапу педагогічного експерименту

<i>Критерії</i>	<i>Значення $\chi^2_{емп}$</i>	<i>$\chi^2_{крит}$</i>
<i>Когнітивний</i>	21,06075	$\chi_{кр}^2(0,05)=5,991$ $\chi_{кр}^2(0,01)=9,21$
<i>Рефлексивний</i>	21,57812	
<i>Діяльнісний</i>	18,88007	
<i>Мотиваційний</i>	18,63844	
Загальний рівень сформованості	19,61385	
<i>Висновок: $\chi^2_{емп} > \chi^2_{крит}$, H_0 відхилено, H_1 підтверджено</i>		

Відхиляємо нульову гіпотезу і приймаємо за істину альтернативну гіпотезу – в ЕГ динаміка показників за визначеними критеріями дає змогу стверджувати, що реалізована модель та педагогічні умови сприяють зростанню рівня сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

Підсумовуючи вище викладене, ми дійшли висновку, що запропонована нами структурна модель та педагогічні умови формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів є ефективною, що підтверджується представленою вище статистичною обробкою експериментальних даних.

Таким чином, представлений якісний та кількісний аналізи отриманих результатів показав позитивну динаміку рівнів сформованості STEM-

компетентностей майбутніх педагогів стосовно визначеної системи критеріїв та їх показників.

Результати формувального етапу експерименту підтвердили правомірність та ефективність запропонованих педагогічних умов формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів і дають підстави стверджувати, що мета дослідження досягнута, визначені завдання виконані.

Висновки до третього розділу

Метою експериментального дослідження є наукове підтвердження ефективності педагогічних умов і методики формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів.

Дослідницько-експериментальна робота проведена на базі Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, Мукачівського державного університету, Національного університету біоресурсів і природокористування України, Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Харківської гуманітарно-педагогічної академії впродовж 2020 – 2024 рр., охоплювало три взаємопов'язаних етапи науково-педагогічного пошуку: константувальний, формувальний та контрольний. До експерименту залучено 364 особи, із них: 18 викладачів (експертів) та 346 студентів, із яких були сформовані контрольна (КГ – 170 студентів) та експериментальна (ЕГ – 176 студентів) групи.

Константувальний етап (2020 – 2021 рр.) передбачав аналіз проблеми на основі вивчення педагогічної, психологічної та методичної літератури, програмно-методичної документації ЗВО, досвіду практичної роботи. Визначено актуальність та виконано обґрунтування педагогічних умов формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів; обґрунтовано компоненти, критерії, показники оцінювання рівнів її розвитку. Розроблено програму дослідно-експериментальної роботи; вивчено особливості процесу

формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів; перевірено сучасний стан сформованості STEM-компетентностей за допомогою комплексу емпіричних методів: спостережень, бесід, опитувань, тестових методик, анкетувань, творчих завдань тощо.

Діагностика рівнів сформованості STEM-компетентностей майбутніх педагогів на етапі констатувального експерименту підтвердила недостатню ефективність процесу STEM майбутніх педагогів.

Розроблено методичку формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів; визначено, впроваджено та експериментально перевірено педагогічні умови та модель формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів у професійній підготовці.

На контрольному етапі (2023-2024 рр.) експерименту здійснено комплексний аналіз результатів експериментального дослідження, проведено систематизацію та статистичну обробку емпіричних даних, перевірено результати формувального етапу експерименту та визначено ефективність впровадження педагогічних умов та моделі формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів, сформульовано загальні висновки.

Результати дослідницько-експериментальної роботи засвідчили, що згідно з встановленими рівнями сформованості STEM-компетентностей кількість майбутніх педагогів ЕГ, які досягли високого, збільшилася на 17,61% (від 15,34% до 32,95%), а в КГ збільшилася лише на 2,36% (від 15,29 до 17,65%). Кількість майбутніх педагогів, які мають середній рівень сформованості STEM-компетентностей в ЕГ збільшилася на 13,63% (від 31,82% до 45,45%), в КГ – збільшилася на 8,82% (від 31,77 до 40,59%). Найбільш суттєво змінилися показники низького рівня: в ЕГ кількість майбутніх педагогів зменшилася на 31,24% (від 52,84% до 21,60%), в КГ – лише на 11,18% (від 52,94% до 41,76%).

Ефективність обґрунтованих педагогічних умов формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів підтверджено методами експертного оцінювання. Вірогідність результатів проведеної експериментальної роботи й достовірність експериментальних даних визначені з використанням

непараметричного критерію Пірсона. Результати формувального етапу експерименту підтвердили правомірність та ефективність розробленої методики, педагогічних умов і науково-методичного забезпечення, послугувавши підставою для висновку, що мети дослідження досягнуто, сформульовані завдання виконані, гіпотеза підтверджена.

Список використаних джерел у третьому розділі

1. Балик, Н. Р., Шмигер, Г. П., & Василенко, Я. П. (2017). *Формування STEM-компетентностей у процесі підготовки майбутніх учителів до впровадження STEM-освіти*. МНАУ.
2. Барна, О. В., Балик, Н. Р., & Шмигер, Г. П. (2017). *Підходи до підготовки майбутніх педагогів до впровадження STEM-освіти*. ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти».
3. Весела, Н. О. (2017). *STEM-освіта як перспективна форма інноваційної освіти в Україні*. Академія.
4. Гаращенко, А. П. & Пшенична, О. С. (2023). *Формування STEM-компетентностей у процесі підготовки вчителя*. Молодий вчений.
5. Гуревич, Р. С. (2011). Як визначити рівень професійної компетентності персоналу?. *Теорія і практика управління соціальними системами*, 1, 22-27.
6. Коломієць, А. М., & Кобися, В. М. (2017). *Впровадження елементів STEM-освіти у процес підготовки майбутніх педагогічних працівників*. Юрінком Інтер.
7. Ляшук, Д. В., & Федчишин, О. М. (2023). *Формування STEM-компетентностей у процесі вивчення фізики*. Брайт Букс.
8. Масюк О. М. (2023). *Впровадження STEM-освіти у професійну підготовку майбутніх вчителів початкової школи*. Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди.
9. Пилипенко, О. С. (2021). STEM-компетентності: сутність та структура. *Педагогічні науки*, (3), 145-148.
10. Проект концепції STEM-освіти в Україні. (2017). <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBM0APKT0d3R29PbWZwUnM/view>
11. Савельєва, Н. (2017). *Навчально-методичне забезпечення освітніх компонентів*. ПНПУ імені В. Г. Короленка.
12. Стрижак, О. Є., Сліпухіна, І. А., Полісун, Н. І., & Чернецький, І. С. (2017). STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 62(6), 16-33.
13. Хомич Л. О. (2012) *Культурологічна складова професійного розвитку педагога*. ПП Лисенко.
14. Nguyen T., Nguyen V. & Pei-Ling. L. (2020). Measuring Teachers' Perceptions to Sustain STEM Education Development. *Sustainability*, 12(4), 2-3.
15. Salcedo O. H., Carrejo D. J. & Luna. S. (2024). Engineering Praxis Ethos: Designing Experiences to Support Curricular and Instructional Improvement in STEM

Education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(1), 3-4.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні проведено цілісний та комплексний аналіз проблеми формування професійної підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-освіти, для формування у них STEM-компетентності, що дозволило сформулювати такі **загальні висновки**.

1. Представлено аналіз теоретико-методологічних аспектів впровадження STEM-технологій у педагогічну систему у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів та уточнено понятійно-категоріальний апарат дослідження, зокрема дефініцій «STEM», «STEM-технології», «STEM-компетентність майбутніх педагогів». На основі узагальнення напрацювань учених, подано авторське визначення робочого визначення дисертаційного дослідження: впровадження STEM-компетентності у вищій школі у процесі підготовки майбутніх педагогів допомагає досягнути студентам практичні навички, які будуть корисні в майбутній педагогічній кар'єрі. Майбутні педагоги отримають можливість вирішувати реальні проблеми, працюючи з сучасними інструментами та технологіями, що підготовлює їх до вимог сучасного ринку праці у сфері освіти. Крім цього, сформована STEM-компетентність майбутнього педагога має сприяти його успішній участі в освітньому процесі. Крім того, схарактеризовано структуру STEM-компетентності майбутніх педагогів. Узагальнення теоретичного матеріалу дослідження, що розкриває компоненти STEM-компетентності майбутніх педагогів, дозволило в її структурі визначити, що метою формування STEM-компетентності майбутнього педагога є його розвиток в особистісному та професійному аспектах, а її результатом є чітке формування у студентів мотивації до навчання із застосування STEM-технологій; цілеспрямоване включення студентів у процес навчання із застосуванням засобів STEM-технологій; залучення студентів до створення STEM-проектів; розвиток у студентів здатності до саморефлексії у контексті STEM-навчання.

2. Аналіз теоретико-методологічних засад формування STEM-компетентності майбутніх педагогів дає змогу дозволяє стверджувати, що її

ефективне формування можливе за умови дотримання таких педагогічних принципів: науковості, систематичності вивчення об'єкта, забезпечує взаємозв'язок, логічність і цілісність формування STEM-компетентності, самостійності, рефлексивності. Дослідження наукової літератури щодо педагогічних принципів та умов, врахування особистого педагогічного досвіду дозволяє стверджувати, що ефективність реалізації методики формування STEM-компетентності майбутніх педагогів забезпечується такими педагогічними умовами: забезпечення стійкої мотивації до активного освоєння майбутньої професії; ефективна організація застосування STEM-технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів; навчально-методичне забезпечення процесу підготовки засобами STEM-технологій; використання у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів інтерактивних методів навчання на основі застосування STEM-технологій.

3. Було схарактеризовано структурно-функціональні блоки моделі, а саме: науково-методологічний (представлений методологією формування STEM-компетентності та складається з визначених нами наукових підходів та принципів), організаційно-діяльнісний (розкриває форми: проблемно-пошукові лекції, семінари, кейси, рольові та проєктно-ділові ігри, предметно: оцінювально-результативний (визначає критерії оцінки результативності освітнього процесу, методику та включає діагностичні характеристики).

4. На основі визначених компонентів STEM-компетентності як інтегративної якості особистості було виділено чотири критерії її сформованості у майбутніх педагогів: когнітивний (когнітивний компонент), рефлексивний (рефлексивно-аналітичний компонент), діяльнісний (операційно-діяльнісний компонент) та мотиваційний (ціннісно-мотиваційний компонент). Для кожного з цих критеріїв було встановлено чотири показники, які використовувалися при діагностиці сформованості STEM-компетентності у майбутніх педагогів. На основі результатів констатувальних досліджень та аналізу наукової літератури було уточнено характеристики рівнів сформованості STEM-компетентності майбутніх педагогів: низький, середній, достатній та високий. Результати

формувального етапу експерименту підтвердили правомірність та ефективність розробленої методики, педагогічних умов і науково-методичного забезпечення, послугувавши підставою для висновку, що мети дослідження досягнуто, сформульовані завдання виконані, гіпотеза підтверджена.

Було розглянуто ключові аспекти використання STEM-технологій у навчальному процесі для забезпечення якісної підготовки педагогічних кадрів. Проведене дослідження охоплює теоретичні, методологічні та експериментальні аспекти, що дозволяє комплексно оцінити ефективність запропонованої методики.

Теоретичні дослідження показали, що впровадження STEM-технологій у процес підготовки педагогів сприяє розвитку критичного мислення, творчих здібностей та інноваційного підходу до вирішення педагогічних завдань. Аналіз сучасних наукових підходів та педагогічних теорій підтвердив, що інтеграція науки, технології, інженерії та математики в освітній процес є необхідною для підготовки конкурентоспроможних фахівців. На основі цього були визначені основні принципи та підходи до використання STEM-технологій у педагогічній освіті.

Означено методологічні аспекти дослідження, які охоплюють розробку і впровадження методик, що базуються на використанні STEM-технологій. Було розроблено і апробовано низку навчально-методичних матеріалів, які сприяють інтеграції STEM-компонентів у навчальний процес. Особлива увага приділялася методам активного навчання, проектної діяльності та використанню інформаційно-комунікаційних технологій. Встановлено, що така методика дозволяє ефективно розвивати у студентів педагогічні компетентності та готовність до інноваційної діяльності.

Експериментальна частина дослідження включала перевірку ефективності запропонованої методики у реальних умовах навчального процесу. Учасниками експерименту стали студенти педагогічних спеціальностей, які працювали за розробленими навчальними програмами та використовували STEM-технології у своїй діяльності. Результати експерименту показали значне покращення

навчальних досягнень студентів, зростання їхньої мотивації до навчання, розвиток критичного мислення та підвищення рівня професійної компетентності. Проведене дослідження підтвердило, що використання STEM-технологій сприяє більш ефективному засвоєнню матеріалу та підготовці висококваліфікованих педагогів.

У підсумку, запропонована методика підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій виявилася ефективною та успішною. Вона відповідає поставленим цілям і завданням дослідження, забезпечуючи високий рівень професійної підготовки студентів. Інтеграція STEM-технологій у педагогічну освіту сприяє формуванню компетентних, творчих та інноваційно налаштованих педагогів, які готові до викликів сучасної освіти. Результати дослідження можуть бути використані для подальшого вдосконалення педагогічної освіти в Україні та впровадження інноваційних підходів у навчальний процес.

Отже, розроблену методику формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів успішно визначено, впроваджено та експериментально перевірено відповідно до педагогічних умов та моделі формування STEM-компетентностей майбутніх педагогів у професійній підготовці.

ДОДАТКИ

Додаток А

Анкетування (оцінювання) рівня сформованості STEM-компетентності здобувачів освітньої програми 011 «Освітні, педагогічні науки»

Інструкція: дати експертну оцінку показників у здобувачів групи _____ сформованості професійної спрямованості. Використайте можливості п'ятибальної шкали для оцінювання рівня сформованості STEM-компетентності.

№	Характеристика якостей, що характеризують сформованість STEM-компетентності	Оцінка				
		1	2	3	4	5
1.	Аналітичне мислення: здатність до логічного аналізу проблем та знаходження оптимальних рішень	1	2	3	4	5
2.	Креативність: здатність генерувати нові ідеї та підходи до вирішення задач	1	2	3	4	5
3.	Навички вирішення проблем: ефективність у визначенні проблем, аналізі їх причин та знаходженні рішень	1	2	3	4	5
4.	Знання в галузі науки: розуміння основних наукових концепцій та їх застосування на практиці	1	2	3	4	5
5.	Технологічна грамотність: вміння користуватися сучасними технологічними інструментами та ресурсам	1	2	3	4	5
6.	Проектувальне мислення: здатність до проектування, тестування та впровадження інженерних рішень	1	2	3	4	5
7.	Критичне мислення: здатність об'єктивно оцінювати інформацію та аргументи, робити висновки на основі доказів	1	2	3	4	5
8.	Комунікаційні навички: вміння ефективно передавати ідеї та результати роботи як письмово, так і усно	1	2	3	4	5
9.	Командна робота: здатність до ефективної співпраці в команді для досягнення спільних цілей	1	2	3	4	5
10.	Саморегуляція: вміння організувати свій час та робочий процес, підтримувати мотивацію	1	2	3	4	5
11.	Практичні навички лабораторної роботи: вміння проводити експерименти, збирати та аналізувати дані	1	2	3	4	5
12.	Інформаційна грамотність: здатність шукати, оцінювати та використовувати інформацію з різних джерел	1	2	3	4	5
13.	Системне мислення: розуміння взаємозв'язків між різними компонентами системи і здатність працювати з комплексними системами	1	2	3	4	5
14.	Етична обізнаність: розуміння етичних аспектів у науково-технічній діяльності	1	2	3	4	5
15.	Адаптивність: здатність до швидкої адаптації до нових знань, технологій та змін у середовищі	1	2	3	4	5

Тест**«Діагностика творчого потенціалу»****для здобувачів ОС «Магістр»**

Інструкція: тест з діагностики творчого потенціалу студентів містить 15 питань з трьома варіантами відповідей, потрібно зосередитися на питаннях, які оцінюють різні аспекти творчого мислення.

1. Коли ви стикаєтеся з новою проблемою, ви:
 - a) Звертаєтеся до попереднього досвіду.
 - b) Шукаєте нові підходи.
 - c) Питаєте поради у інших.
2. Як ви зазвичай вирішуєте завдання?
 - a) Користуєтеся перевіреними методами.
 - b) Пробуєте щось нове.
 - c) Комбінуйте різні підходи.
3. Якщо ви знайдете два різні способи вирішення проблеми, ви:
 - a) Оберете найпростіший спосіб.
 - b) Спробуєте обидва.
 - c) Придумаете третій спосіб.
4. Як ви зазвичай проводите вільний час?
 - a) Читаєте або дивитесь телевізор.
 - b) Відвідуєте культурні події або подорожуєте.
 - c) Займаєтеся творчістю (малюєте, пишете, граєте на музичних інструментах).
5. Що вас найчастіше надихає на нові ідеї?
 - a) Інші люди.
 - b) Природа.
 - c) Власні роздуми.
6. Як ви відчуваєте себе у великій компанії людей?
 - a) Комфортно.
 - b) Незручно.

- c) Залежить від обставин.
7. Як ви ставитеся до критики вашої роботи?
- a) Заспокоюєтеся і обдумуєте її.
 - b) Відразу ж приймаєте до уваги.
 - c) Ігноруєте або захищаєте свою позицію.
8. Коли вам потрібно придумати щось нове, ви:
- a) Довго розмірковуєте.
 - b) Робите багато нотаток та начерків.
 - c) Починаєте зразу діяти, пробуючи різні варіанти.
9. Що для вас найважливіше у вашій діяльності?
- a) Досягнення результату.
 - b) Процес роботи.
 - c) Можливість експериментувати.
10. Як ви реагуєте на невдачі?
- a) Вчитеся на помилках.
 - b) Сприймаєте це як новий виклик.
 - c) Шукаєте підтримки у інших.
11. Чи любите ви експериментувати з новими техніками або методами?
- a) Лише коли необхідно.
 - b) Так, завжди цікаво спробувати щось нове.
 - c) Тільки якщо бачу в цьому сенс.
12. Як ви обираєте проекти для роботи?
- a) Залежно від їх важливості та термінів.
 - b) Залежно від того, наскільки вони вам цікаві.
 - c) Поєднуючи важливість і цікавість.
13. Як часто ви придумуєте нові ідеї?
- a) Рідко.
 - b) Час від часу.
 - c) Дуже часто.
14. Що вас найчастіше зупиняє від реалізації ідей?

- a) Недостатність ресурсів.
- b) Страх невдачі.
- c) Відсутність підтримки.

15. Як ви оцінюєте свою здатність до інновацій?

- a) Середньо.
- b) Високо.

Інтерпретація результатів:

Після відповіді на всі питання підрахуйте кількість обраних варіантів (a, b, c).
Відповіді варіанту (b) будуть вказувати на високий творчий потенціал, варіанти (a) – на середній, а варіанти (c) – на нижчий рівень.

Підсумок:

Цей тест допоможе студентам усвідомити свої сильні та слабкі сторони в аспекті творчого мислення та надихне на розвиток їхніх творчих здібностей.

Додаток В

Тест-опитувальник на визначення «Спрямовання особистості»

Інструкція: дати обґрунтовані та чесні відповіді на пропоновані питання, для визначення спрямування власної особистості. Кожна відповідь має певну кількість балів: так – 1 бал; ні – 2 бали; важко відповісти – 3 бали.

Питання	Так	Ні	Важко відповісти
Чи часто ви ставите перед собою довгострокові цілі?	1	2	3
Чи вважаєте ви себе людиною, яка легко адаптується до нових умов?	1	2	3
Чи часто ви відчуваєте необхідність в отриманні нових знань?	1	2	3
Чи вважаєте ви себе амбіційною людиною?	1	2	3
Чи можете ви працювати над проектом протягом тривалого часу, не втрачаючи інтересу?	1	2	3
Чи завжди ви доводите розпочате до кінця?	1	2	3
Чи любите ви планувати своє майбутнє?	1	2	3
Чи часто ви ставите перед собою нові завдання після досягнення попередніх цілей?	1	2	3

Ключ: Після того, як ви відповіли на всі питання, підрахуйте загальну суму балів.

8-12 балів: **Висока спрямованість.** Ви чітко знаєте свої цілі і постійно працюєте над їх досягненням.

13-18 балів: **Середня спрямованість.** Ви іноді ставите перед собою цілі, але не завжди дотримуєтесь їх.

19-24 бали: **Низька спрямованість.** Вам важко визначитися з цілями або ви рідко працюєте над їх досягненням.

**Методика Т. Елерса:
діагностика мотивації до успіху**

Інструкція: Студентам буде запропоноване 41 питання, на кожне з яких необхідно дати відповідь «так» або «ні».

Тестовий матеріал (питання) опитувальника Елерса:

1. Будь яку справу краще зробити швидше, ніж відкласти на потім.
2. Якщо помічаю, що мені не вдається на всі 100% виконати завдання, я легко дратуюся.
3. «Я ставлю на карту все», коли я працюю.
4. Якщо виникає проблемна або не прогнозована ситуація, найчастіше я приймаю рішення одним з останніх.
5. Якщо два дні поспіль у мене немає завантаженості справами, я втрачаю спокій.
6. У деякі дні мої успіхи стають непомітними.
7. Я більш вимогливий до себе, ніж до інших.
8. Я вважаю себе доброзичливішим за інших.
9. Якщо я відмовляюся від нового складного завдання, згодом я суворо засуджую себе, бо знаю, що в ньому я домогся б успіху.
10. У процесі роботи мені потрібні невеликі паузи для відпочинку.
11. Старанність – це не притаманна мені риса.
12. Мої досягнення в роботі не завжди стабільні.
13. Інша сфера роботи приваблює мене більше тієї у якій я задіяний.
14. Осуд стимулює мене сильніше похвали.
15. Я вважаю, що колеги вважають мене діловою людиною.
16. Подолання перешкод сприяє тому, що мої рішення стають більш різкими та категоричними.
17. На моєму честолюбстві легко зіграти.
18. Якщо я працюю без натхнення, це зазвичай помітно.
19. Виконуючи роботу, я не розраховую на сторонню допомогу.

20. Іноді я відкладаю на потім те, що повинен зробити сьогодні.
21. Потрібно покладатися тільки на самого себе.
22. У житті небагато речей важливіше грошей.
23. Якщо мені треба буде виконати важливе завдання, я зосереджуюсь тільки на ньому.
24. Я менш честолюбний, ніж інші оточуючі.
25. Наприкінці відпустки я зазвичай радію, що скоро вийду на роботу.
26. Якщо я натхненний на роботі, я роблю її краще і більш кваліфіковано, ніж інші.
27. Мені простіше і легше спілкуватися з людьми, здатними наполегливо працювати.
28. Коли у мене немає роботи, мені важко морально.
29. Відповідальну роботу мені доводиться виконувати частіше за інших.
30. Якщо мені доводиться приймати рішення, намагаюся робити це якомога швидше і краще.
31. Іноді друзі вважають мене ледачим.
32. Мої успіхи в певній мірі залежать від колег.
33. Протидіяти волі керівника безглуздо.
34. Іноді не знаєш, яку роботу доведеться виконувати.
35. Якщо у мене щось не ладиться, я стаю нетерплячим.
36. Зазвичай я звертаю мало уваги на свої досягнення.
37. Якщо я працюю разом з іншими, моя робота більш результативна, ніж у інших.
38. Не доводжу до кінця багато, за що беруся.
39. Заздрю людям, які не завантажені роботою.
40. Не заздрю тим, хто прагне до влади.
41. Якщо я впевнений, що стою на правильному шляху, для доведення своєї правоти піду на крайні заходи.

Ключ опитувальника Т. Елерса. Розрахунок значень.

По 1 балу нараховується за відповідь «так» на питання: 2-5, 7-10, 14-17, 21, 22, 25-30, 32, 37, 41

і «ні» – на наступні: 6, 13, 18, 20, 24, 31, 36, 38 і 39.

Відповіді на питання 1, 11, 12, 19, 23, 33-35 і 40 не враховуються.

Підраховується загальна сума балів.

Інтерпретація методики мотивації до успіху (норми тесту Елерса):

Чим більша сума балів, тим вище рівень мотивації до досягнення успіху.

Від 1 до 10 балів – низька мотивація до успіху;

від 11 до 16 балів – середній рівень мотивації;



від 17 до 20 балів – помірно високий рівень мотивації;

більше 21 бал – дуже високий рівень мотивації до успіху.

Ситуації-кейси для обговорення та відігравання ролей З метою інтеграції STEM-підходів у освітній процес

Інструкція: ознайомтесь із ситуаціями; визначте ролі учасників, аргументуйте; відіграйте ситуацію; дайте розгорнуті відповіді на питання

Ситуація № 1:

					
1.Сергій відкрив нову кав'ярню Z, куди влаштувались нові співробітники.	2.Щопонеділка постає питання «Напою тижня». Цього разу виникла суперечка: Павло та Вікторія запропонували Флет Вайт, а Ірина наполягала обрати Медовий Раф.	3.Сергію довелося вирішувати конфлікт. Порадившись з колегами він провів таємне голосування.	4.Голосування виграла пропозиція чергувати напої через тиждень. Конфлікт було розв'язано.	5.Колеги домовилися зробити «Таємне голосування» традицією вирішення проблем у кав'ярні Z, сподіваючись, що робота нового закладу продовжиться на довгий термін.	
1) Визначити стиль керівництва?	2) За яких особливостей Ви визначили стиль?	3) Чи «житиме» довго кав'ярня Z?	4) Порадьте Сергію інші способи вирішення конфліктів, на майбутнє?		

Ситуація № 2

					
Вадим влаштувався на роботу у кур'єрську службу, де добре виконував свої обов'язки та постійні прохання керівника Олега.	Одного разу Вадим отримав запрошення від друзів, на вечірку в ресторані, якраз у той день, коли він мав працювати.	Він вирішив схитрувати та назвався хворим на роботі.	Ввечері кур'єр Вадим та керівник Олег зіштовхнулись у залі ресторану.	Олег повідомив про беззаперечне звільнення Вадима, прямо у залі ресторану, без права відпрацювати 14 днів.	Вадим планує звернутись до суду.
1) Визначити стиль керівництва?	2) Як міг би вчинити Олег, якби обрав два інших стилі керівництва?	3) Чи вдасться Вадиму виграти суд?			

Ситуація № 3

					
1. Оксана вже третя цього місяця, хто влаштується в офіс Х на посаду асистента керівника.	2. Генеральний директор Борис, затверджує її кандидатуру без попередньої Ради зі своїми заступниками.	3. На щотижневому зібранні було висунуто питання створення нового логотипу компанії Х. Оксана виявила ініціативу з ідеями нового логотипу, що була проігнорована, адже засідання виявилось формальним.	4. Борис мав власну розробку логотипу, яку затвердили всі співробітники за його наказом.	5. Оксані було висунуто письмове попередження про порушення режиму роботи у колективі Х.	6. В кінці робочого тижня розглядатиметься питання про «Продовження або скасування робочого договору» Оксани.
1) Визначити стиль керівництва?		2) За яких особливостей Ви визначили стиль?		3) Які поради варто дати Борису?	
4) Чи залишиться Оксана працювати у компанії Х?					

Рольова гра «Шторм на кораблі»

(Розроблена для впровадження STEM-технологій у освітній процес)

Опис: учасники гри уявляють себе на кораблі, який потрапив у сильний шторм. На кораблі опинився важливий багаж, який потрібно врятувати, якомога швидше та передати на берег. Зробити це можна лише за умови, що рятуватимуть багаж усі члени екіпажу.

Мета: розвиток вміння роботи в команді; сформувати вміння проявити навички взаємодопомоги.

Завдання: навчити студентів виконувати різні ролі в команді; сформувати вміння самостійно приймати рішення.

Обладнання: паперові кульки (зім'ятий у кульки папір) 20 шт. або 20 підручних предметів.

Хід вправи:

Учасники рольової гри опиняються в умовах уявного шторму на кораблі.

Перед початком гри, тренер (викладач) пропонує студентам розібрати між собою ролі: капітан корабля, боцман (помічник капітана), матроси.

Усі учасники формують шеренгу на відстані витягнутої руки, так щоб було важко дотягнутись до сусіда справа і зліва. Першим стає капітан, а боцман – останнім, в середині шеренги стоять матроси.

Всі члени екіпажу корабля, крім боцмана (він знаходиться на березі) мають стояти лише на правій нозі, це ускладнить виконання завдання, та створить атмосферу корабля, що розкачується у шторм.

Всі 20 кульок знаходяться у капітана. Завдання екіпажу передати всі кульки (багаж) від капітана до боцмана, щоб врятувати багаж. Кульки передаються по одній, як тільки одна кулька потрапила до боцмана, можна передавати наступну, і так до останньої кульки.

Важливо: важкість виконання вправи полягає в тому, що всі учасники знаходяться на далекій відстані один від одного, і для того щоб вхопити кульку

доведеться нахилитись, стоячи на одній нозі. Якщо хтось із учасників опускає другу ногу – гра починається спочатку.

Також тренер (викладач) встановлює часові обмеження на виконання: спочатку 4 хвилини, далі для ускладнення 3 хв., 2 хв. і тд.

По закінченню гри, її можна повторити, змінивши ролі.

Результат: інтерактивна рольова гра «Шторм на кораблі» навчить учасників злагодженій командній роботі, а також виконання завдань вправи дає змогу виявляти лідерські якості студентів (Сопівник, 2023).

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**Стаття у періодичному науковому виданні,
включеному до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України
та/або у закордонному виданні, проіндексованому у базах даних
Scopus та/або Web of Science Core Collection**

5. **Rakhmanina A.**, Pinchuk I., Vyshnyk O., Tryfonova O., Koucheva T., Sydorko V., Iliencko O. The usage of robotics as an element of STEM education in the educational process. *International Journal of Computer Science & Network Security*. 2022. Vol. 22 (5). P. 645–651. *(Rakhmanina A. проаналізовано та систематизовано результати досліджень у галузі STEM-освіти, визначено актуальність дослідження, означено наукову новизну, сформульовано практичне значення, відповідно до вимог видання підготовлено публікацію до друку. Pinchuk I. означено особливості впровадження робототехніки у освітній процес з метою розвитку критичного мислення та навичок вирішення реальних проблем у студентів. Vyshnyk O. і Tryfonova O. описано практичні приклади використання роботів у процесі освіти, розглянуто інтеграцію програмування та конструювання у освітній процес. Koucheva T., Sydorko V. і Iliencko O. наведено результати досліджень, які демонструють підвищення зацікавленості студентів у STEM-дисциплінах завдяки робототехніці, визначено методи оцінювання ефективності використання робототехніки в освіті).*

**Статті у науковому виданні,
включеному до Переліку наукових фахових видань України**

2. Ляховець О. О., **Рахманіна А. С.** Генеза та концептуальні засади загальнолюдських моральних цінностей особистості. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогічні науки*. 2017. № 2. С. 93–99. *(Рахманіною А. С. досліджено історичний розвиток і формування моральних цінностей у різних культурах, розглянуто їх еволюцію від стародавніх часів до сучасності, проаналізовано теоретичні основи моральних цінностей, звертаючи увагу на філософські, релігійні та соціальні*

аспекти, що впливають на їх становлення, охарактеризовано вплив цих цінностей на розвиток особистості, розглядаючи, як вони формують поведінку та світогляд індивіда в сучасному суспільстві. Ляховець О. О. наведено приклади того, як моральні цінності інтегруються в освітні програми та суспільні норми, сприяючи гармонійному розвитку особистості, запропоновано концептуальні підходи до вивчення та виховання моральних цінностей, які можуть бути використані педагогами та психологами).

3. Рахманіна А. С. Особливості LEGO-технологій як засобу розвитку учнів початкової школи. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2022. Вип. 200. С. 207–212.

4. Рахманіна А. С. Реалізація STEAM-освіти в початковій школі шляхом проєктної діяльності. Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. 2022. Вип. 3 (50). Ч. 1. С. 186–193.

5. Рахманіна А. С. Розвиток особистості майбутнього педагога через формування STEM-компетентностей. Гуманітарні студії: педагогіка, психологія, філософія. 2024. Т. 15. № 1. С. 43–50.

Тези наукових доповідей

6. Рахманіна А. С. Застосування LEGO у початковій школі для пізнання світу науки та технології. Наукове забезпечення технологічного прогресу XXI сторіччя: Міжнародна наукова конференція, м. Чернівці, 1 травня 2020 року: тези доповіді. Чернівці, 2020. С. 32–33.

7. Рахманіна А. С. Особливості та переваги LEGO-технологій у навчанні. Tendenze Attuali Della Moderna Ricerca Scientifica: Міжнародна науково-практична конференція, м. Штутгарт, Німеччина, 05 червня 2020 року: тези доповіді. Штутгарт, 2020. С. 82.

8. Рахманіна А. С. STEM-технології у початкових класах. Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти: VI Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція, м. Тернопіль, 24 травня 2021 року: тези доповіді. Тернопіль, 2021. С. 60–61.

9. Рахманіна А. С. Застосування STEM-технологій у початковій школі, як засіб розвитку професійної мобільності учителя початкової школи. Професійний розвиток педагога в умовах інтеграції до європейського освітнього простору: Міжнародна науково-практична конференція, м. Львів, 26–27 листопада 2021 року: тези доповіді. Львів, 2021. С. 206–209.

10. Рахманіна А. С. STEM-підхід до роботи зі словом як носієм та знаряддям свідомого ставлення до світу. Духовний код української ідентичності у вимірі міжкультурної комунікації (до 300-річчя від дня народження Г. С. Сковороди): Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 10–11 листопада 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 52–57.

11. **Рахманіна А. С.**, Кучай О. В. Організація дистанційного навчання у ЗВО в умовах війни. Сучасна гуманітарна наука в інтерпретації молодих дослідників (до 200-річчя К. Ушинського і 125-річчя НУБіП України): Всеукраїнська студентсько-учнівська науково-практична онлайн конференція, м. Київ, 27 квітня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 163–164. *(Рахманіною А. С. висвітлено адаптацію навчального процесу до умов військового конфлікту, досліджено проблеми, з якими стикаються викладачі та студенти, наприклад, нестабільний інтернет-зв'язок і психологічний стрес, розглянуто нові методи та підходи до проведення занять, включаючи використання онлайн-платформ і цифрових ресурсів, описано досвід впровадження гнучких графіків навчання для врахування індивідуальних потреб студентів. Кучаєм О. В. підкреслено важливість підтримки студентів як з академічного, так і з емоційного боку, та надано рекомендації щодо покращення дистанційного навчання в таких екстремальних умовах, зокрема в умовах війни).*

12. Рахманіна А. С. Професійна освіта в умовах війни. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 25 травня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 93–94.



Міністерство освіти і науки України

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, тел. (0342) 75-23-51, факс (0342) 53-15-74

імейл office@pnu.edu.ua, сайт https://pnu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125266

10.05.2024 № 01-23/117

На № _____ від _____

ДОВІДКА

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження
РАХМАНІНОЇ Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів
у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій»
на здобуття наукового ступеня доктора філософії
зі спеціальності 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)»,
галузь знань 01 «Освіта/Педагогіка»**

Результати дисертаційного дослідження Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій» було впроваджено в освітній процес Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

У рамках дисертаційної роботи, досліджено проблематику впровадження STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України. Автором досліджено теоретичні аспекти застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, розкрито сутність та структуру STEM-технологій у системі вищої освіти України, окреслено сучасні підходи до їх застосування у підготовці майбутніх педагогів.

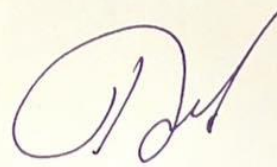

Результати дослідження дозволяють посилити обґрунтування розв'язання проблем концептуальних аспектів змісту підготовки майбутніх педагогів у ЗВО України засобами STEM-технологій та здійснити аналіз конструктивістських ідей і адаптувати їх до вітчизняних умов підготовки майбутніх педагогів. Цінним є те, що Рахманіною Аліною Сергіївною розроблено і впроваджено методика застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів у освітній процес. Результати проведеного дослідження будуть корисні у професійній підготовці майбутніх фахівців.

Представлені дисертанткою матеріали знайшли втілення у педагогічній діяльності кафедри педагогіки початкової освіти (протокол № 14 від 30 квітня 2024 р.) Апробація розроблених матеріалів здобувачкою наукового ступеня доктора філософії Рахманіною А.С. підтверджує їх наукову значущість і доцільність введення у зміст підготовки здобувачів освіти педагогічних спеціальностей.

Перша проректорка
доктор економічних наук, професор

Завідувачка кафедри
педагогіки початкової освіти
доктор педагогічних наук, професор



Валентина ЯКУБІВ

Руслана РОМАНИШИН



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХАРКІВСЬКА ГУМАНІТАРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ»
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ

61001, м. Харків, провулок Руставелі, 7, тел/ факс (057) 732-46-30, e-mail hgpa@kharkov.com
Розрахунковий рахунок UA428201720344200004000032413, UA828201720344291004200032413,
UA858201720344201004300032413 Держказначейська служба України м.Київ
МФО 820172, Код 02125591

25.04.2024 № 01.12/255

на № _____ від _____

Довідка

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у закладах
вищої освіти України засобами STEM-технологій» на здобуття наукового ступеня
доктора філософії зі спеціальності 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)», галузь
знань 01 «Освіта/Педагогіка»**

У Комунальному закладі «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради здійснювалося впровадження результатів дисертаційного дослідження Рахманіної А. С. на тему «Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій».

Актуальність підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-технологій обґрунтована структурними освітніми змінами та швидкими технологічними трансформаціями у суспільстві. Логічної об'єктивізації набуває процес забезпечення майбутніх педагогів професійними STEM-компетентностями. Відтак, у роботі здійснено всебічне вивчення проблеми фахової підготовки майбутніх педагогів, досліджено сутність та структуру STEM-технологій у системі вищої освіти України, а також охарактеризовано сучасні підходи до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів.

Використання розробленої автором методики застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів сприяло вдосконаленню процесу їх підготовки до професійної діяльності.

Наукове дослідження Рахманіної Аліни Сергіївни апробовано і отримало схвальні відгуки викладачів Комунального закладу «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради, що підкреслює необхідність упровадження авторських результатів в освітній процес ЗВО України (протокол № 9 від 10.04.2024 року кафедри педагогіки, психології, початкової освіти та освітнього менеджменту; протокол № 9 від 11.04.2024 року кафедри інформатики).

Ректор



Галина ПОНОМАРЬОВА



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Ужгородська, 26, м. Мукачево, 89600, телефон/факс (03131) 2-11-09
E-mail: www.msu.edu.ua, info@msu.edu.ua, код ЄДРПОУ 36246368

від 24.04.2024 № 903

Довідка

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у
зкладах вищої освіти України засобами STEM-технологій» на здобуття
наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 015 «Професійна
освіта (за спеціалізаціями)», галузь знань 01 «Освіта/Педагогіка»**

На базі Мукачівського державного університету здійснювалося впровадження окремих результатів дисертаційної роботи Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій».

У дисертації авторка розглядає досить актуальну тему нашого часу, адже педагог є медіатором інтеграції у освітнє середовище стрімкого розвитку технологій. Логічної об'єктивізації набуває процес забезпечення майбутніх педагогів професійними STEM-компетентностями. Автором досліджено теоретичні аспекти застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів, розкрито сутність та структуру STEM-технологій у системі вищої освіти України, окреслено сучасні підходи до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів. Перебуваючи у стані розбудови і реформування, вітчизняна освітня галузь потребує випереджувальну інформацію щодо перспектив її розвитку, інноваційних педагогічних ідей.


Цінним є те, що автором розроблено і впроваджено методiku застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів у освітній процес.

Наукове дослідження Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій» апробовано і отримало схвальні відгуки викладачів Мукачівського державного університету, що підкреслює необхідність впровадження авторських результатів у освітній процес ЗВО України.

Довідка видана для пред'явлення за місцем вимоги.

Перший проректор




Володимир ГОБЛИК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 імені Михайла Коцюбинського

вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна, тел. (0432) 616-620, факс (0432) 612-812, E-mail: info@vspu.edu.ua код ЄДРПОУ 02125094

26.04.2024 № 06/15

на №

Довідка

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у закладах
 вищої освіти України засобами STEM-технологій» на здобуття наукового ступеня
 доктора філософії зі спеціальності 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)»,
 галузь знань 01 «Освіта/Педагогіка»**

Результати дисертаційного дослідження Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій» були впроваджені у освітній процес Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Застосування STEM-технологій в навчальному процесі є логічно об'єктивізованим, оскільки професійна підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України відображає загальносвітові тенденції і надбання педагогічної освіти у вітчизняній системі вищої освіти, що відповідає логічній доцільності умов сучасних освітніх потреб. Відтак, в умовах сучасної освітньої еволюції, що склалась в Україні, актуалізується проблема підготовки майбутніх педагогів, які забезпечать передові знання та навички для наступного покоління.

У дисертаційному дослідженні здійснено аналіз впровадження STEM-технологій у педагогічну систему та теоретичних основ підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-освіти, представлено сутність та структуру STEM-технологій у системі вищої освіти України, а також окреслено сучасні підходи до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів.

Цінним є те, що автором створено методику застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, а також розроблено рекомендації щодо подальшого вдосконалення педагогічної освіти, що включають інтеграцію STEM-технологій у процес професійної підготовки майбутніх педагогів.

Наукове дослідження Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій» апробовано і отримало схвальні відгуки викладачів Вінницького державного педагогічного університету ім. Михайла Коцюбинського, що підкреслює необхідність впровадження авторських результатів у освітній процес ЗВО України.

Довідка видана для пред'явлення за місцем вимоги.

Проректор з наукової роботи



Алла КОЛОМІЄЦЬ

Євген ГРОМОВ (0432) 61-80-72



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ГУМАНІТАРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, тел./факс: (044) 527-80-83,
e-mail: pedagogy_dean@nubip.edu.ua

Довідка

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у
зкладах вищої освіти України засобами STEM-технологій» на здобуття
наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 015 «Професійна
освіта (за спеціалізаціями)», галузь знань 01 «Освіта/Педагогіка»**

Результати дисертаційного дослідження Рахманіної Аліни Сергіївни на тему «Підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України засобами STEM-технологій» були впроваджені у освітній процес Національного університету біоресурсів і природокористування України.

В умовах сучасної освітньої еволюції, актуалізується проблема підготовки майбутніх педагогів, які забезпечать передові знання та навички для наступного покоління, у цьому контексті, використання STEM-технологій в навчальному процесі є логічно об'єктивізованим, оскільки професійна підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої освіти України відображає загальноосвітні тенденції і надбання педагогічної освіти у вітчизняній системі вищої освіти. У роботі здійснено аналіз впровадження STEM-технологій у педагогічну систему та теоретичних основ підготовки майбутніх педагогів засобами STEM-освіти, представлено сутність та структуру STEM-технологій у системі вищої освіти України, а також окреслено сучасні підходи до застосування STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів.

Цінним є те, що для збагачення навчального процесу та підвищення ефективності навчання, Рахманіною Аліною Сергіївною, на базі Національного університету біоресурсів і природокористування України, проводяться практичні, тренінгові та лекційні заняття для студентів із використанням інноваційних STEM-технологій, зокрема використання віртуальної реальності та доповненої реальності для створення інноваційних навчальних сценаріїв та симуляцій, які дозволяють студентам вивчати складні концепції у доступній формі; проведення віртуальних лабораторних робіт та дослідницьких експериментів; здобувачкою проводяться заняття із розвитку soft-skills із елементами кейс-стаді; застосування методів проектної роботи та колективного співробітництва з використанням цифрових інструментів для розвитку комунікаційних та лідерських навичок.

У ході дисертаційного дослідження Рахманіною Аліною Сергіївною створено методику застосування STEM-технологій у процесі підготовки майбутніх педагогів, а також розроблено рекомендації щодо подальшого вдосконалення педагогічної освіти, що включають інтеграцію STEM-технологій у процес професійної підготовки майбутніх педагогів. Апробація дисертаційного дослідження Рахманіної Аліни Сергіївни отримала схвальні відгуки науково-педагогічного працівників Національного університету біоресурсів і природокористування України, що дозволяє зробити висновок про необхідність роботи дисертантки та доцільність впровадження авторських результатів у освітній процес ЗВО.

Декан гуманітарно-педагогічного факультету
Національного університету біоресурсів
і природокористування України



Ірина САВИЦЬКА