

Selection of pedagogical conditions for training STEM teachers to use augmented reality technologies in their work

Mykhailo M. Mintii^[0000–0002–0488–5569]

Kyryvi Rih State Pedagogical University,
54 Gagarin Ave., Kyryvi Rih, 50086, Ukraine

mikhail.mintii9@gmail.com

<https://scholar.google.com.ua/citations?user=obcrgjsAAAAJ>

Abstract. The focus of the study is on choosing the pedagogical conditions that will best prepare STEM teachers to utilize augmented reality tools in their classrooms. 20 conditions were initially proposed during a brainstorming session and were then sorted into five groups: (1) conditions relating to the material support of the educational process, (2) methods and forms of training, (3) best practices for utilizing augmented reality in education, (4) unique circumstances made in order to achieve the goal of training STEM teachers; and (5) conditions relating to the psychological and pedagogical support of students. A survey was conducted with 94 participants to determine the importance of these conditions. The processing of the survey data allowed for the selection of the following conditions: (a) accessibility of immersive digital educational resources for STEM teachers and mobile hardware for augmented reality (laptops, tablets, smartphones, augmented reality glasses, etc.), (b) inclusion of augmented reality-related topics in STEM teachers' curricula, (c) use of research methodologies and interactive technologies in the STEM classroom, (d) having hands-on experience with the use of augmented reality technologies in STEM instruction.

Keywords: pedagogical conditions · training future STEM teachers · augmented reality technologies

1 Вступ

Операційний план реалізації у 2022–2024 роках “Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки” [4] для досягнення стратегічної цілі 3 “Забезпечення якісної освітньо-наукової діяльності, конкурентоспроможної вищої освіти, яка є доступною для різних верств населення” визначає операційну ціль 5 “Врахування наукових досліджень та інновацій під час визначення змісту та розвитку освітніх програм”, реалізація якої у 2022–2023 рр. передбачає популяризацію природничих наук та математики для здобувачів освіти. Для досягнення стратегічної цілі 3 та відповідних операційних цілей передбачено виконання ряду завдань, серед яких:

- надання особливої підтримки мешканцям тимчасово окупованих територій;
- оснащення сучасних базових навчальних лабораторій та передових науково-дослідних лабораторій закладів вищої освіти обладнанням для інформаційних технологій (цифровою інфраструктурою);
- сприяння використанню інноваційних технологій та новітніх засобів навчання в освітньому процесі, розвиток дослідницьких інфраструктур: “інноваційність повинна бути реалізована шляхом застосування нових та удосконалених методів і практик (включаючи цифрові технології) для викладання, навчання та оцінювання, що повинні здійснюватися у тісному зв’язку із дослідженнями” [4].

У [4] вказується, що “у цілому система вищої освіти України продемонструвала великий адаптивний потенціал під час вимушеного переходу на дистанційні інноваційні технології навчання в період карантину... Разом з тим обмежені можливості IT-інфраструктури багатьох закладів вищої освіти та незадовільний рівень цифрової компетентності наукових, науково-педагогічних та педагогічних працівників не дали змоги забезпечити освітній процес в умовах дистанційного навчання на достатньому рівні”. Особливої значущості дистанційні інноваційні технології навчання набули із початком збройної агресії Російської Федерації у 2014 році [22] та, зокрема, актом збройної агресії проти України 24 лютого 2022 року [23], наслідком якої стала велика кількість тимчасово переміщених осіб, закладів вищої освіти та збільшення кількості мешканців тимчасово окупованих територій, які потребують надання якісних освітніх послуг.

Для досягнення стратегічної цілі 5 “Привабливість закладів вищої освіти для навчання та академічної кар’єри” передбачається запровадження державної програми постійного професійного розвитку науково-педагогічних працівників, забезпечення розвитку їх цифрових компетентностей [4]. Так, у 2020 році Європейська Комісія затвердила “План дій з цифрової освіти на 2021–2027 роки”, який передбачає такі пріоритетні напрями [7]:

1. Прискорення розвитку ефективних цифрових освітніх екосистем, що потребує:
 - наявності інфраструктури, зв’язку і цифрового обладнання;
 - ефективного планування та розвитку цифрового потенціалу;
 - підготовлених викладачів, які володіють цифровими компетентностями;
 - високоякісного освітнього наповнення, інструментів і безпечних платформ, що відповідають стандартам приватності та етики та є зручними для користувачів.
2. Розвиток цифрових умінь і компетентностей для цифрової трансформації, зокрема:
 - базових цифрових умінь і компетентностей, починаючи з дошкільного віку;
 - цифрової грамотності, включаючи протидію дезінформації;
 - інформатичної освіти;

- гарного знання та розуміння технологій опрацювання даних, таких як штучний інтелект;
- поглиблених цифрових навичок, підготовка більшої кількості фахівців у цій сфері;
- забезпечення гендерного балансу.

Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [3] визначає, що для забезпечення її належної якості необхідним є:

- підвищення рівня професійної компетентності педагогічних працівників;
- оновлення змісту природничої, математичної та технологічної освітніх галузей (зокрема, засобів навчання та електронних освітніх ресурсів із штучний інтелект, комп'ютерне моделювання, тривимірне моделювання, основи відеотехнологій, цифрове мистецтво);
- упровадження в освітній процес цифрових технологій.

Деталізуючи пріоритетні напрями “Плану дій з цифрової освіти на 2021–2027 роки”, Європейська Комісія особливу увагу приділяє цифровим освітнім екосистемам на основі технологій штучного інтелекту, опрацювання даних, віртуальної реальності, доповненої реальності тощо, для яких критичним є наявність високошвидкісного доступу до Інтернет [8].

“Є докази того, що наявні форми професійного розвитку вчителів не завжди задовольняють їхні потреби. Зокрема, необхідним є перехід від набуття навичок володіння певними інструментами або технологічними компетентностями до пошуку шляхів адаптації технологій до конкретних предметів, цілей та видів діяльності. Поява нових технологій, таких як штучний інтелект, віртуальна або доповнена реальність і соціальна робототехніка вимагає від учителів більш активної ролі в розробці та впровадженні цих інструментів, щоб забезпечити їх ефективне, бажане та інклюзивне використання.” [9].

Таким чином, існує суспільно визначена потреба в розвитку цифрової компетентності вчителів STEM-дисциплін у проектуванні та реалізації цифрових освітніх ресурсів із використанням технологій штучного інтелекту та доповненої реальності.

2 Огляд джерел

В Україні питання застосування STEM-технологій у навчанні розглядались у дисертаціях О. Ю. Шагової (визначено педагогічні умови і розроблено модель формування готовності майбутніх офіцерів ЗС України до застосування STEM-технологій у професійній діяльності [18]), О. С. Кузьменко (розроблено концепцію STEM-освіти технічного закладу вищої освіти щодо забезпечення інтеграції навчання фізики та професійно зорієнтованих дисциплін [12]), Л. І. Мельниченко (розроблено педагогічні умови формування дослідницьких умінь майбутніх учителів початкової школи засобами STEM-технологій [15]), В. В. Пікалової (визначено педагогічні умови використання

пакету GeoGebra як інструмента реалізації концепції STEM-освіти у процесі підготовки майбутніх учителів математики [16]), В. В. Бойченка (визначено специфіку професійно-педагогічної підготовки STEM-учителів старшої середньої школи США й схарактеризовано відповідні програми на першому (бакалаврському) та другому (магістерському) рівнях вищої освіти [2]). У дисертації Н. В. Валько розроблено концепцію підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до застосування STEM технологій (насамперед – робототехнічних STEM-проектів) у професійній діяльності [20]; останні роботи автора присвячені освітнім застосуванням технологій штучного інтелекту [21].

Починаючи з 2000 року, з'являються дослідження, присвячені проектуванню електронних освітніх ресурсів із віртуальною та доповненою реальністю [19]: В. Г. Лі (розроблено технологію синтезу середовища віртуальної реальності [13]), С. М. Данилов (побудовано системну модель континууму засобів віртуальної реальності як середовища для апробації інноваційних технологій в архітектурі [5]), О. М. Маковейчук (розроблено технологію побудови і використання візуальних інформаційних структур доповненої реальності шляхом побудови і використання мозаїчних стохастичних маркерів [14]), Н. М. Гнедко (розроблено технологію формування готовності майбутніх вчителів застосовувати засоби віртуальної наочності у професійній діяльності [10]).

Серед зарубіжних досліджень, присвячених застосуванню віртуальної та доповненої реальності у STEM-освіті й професійній підготовці вчителів, виділимо дисертації В. Хуаня (Wen Huang) (показано, що ефект новизни при застосуванні віртуальної реальності не обов'язково підвищує успішність навчання: ключовим для підвищення навчальних досягнень є відповідність між змістом навчання та методикою навчання [11]), К. Ф. Поллак (Carolyn F. Pollack) (показано доцільність застосування доповненої реальності для формування просторових концепцій учнів у навчанні наук про Землю [17]), К. К. Арканд (Kimberly Kowal Arcand) (показано доцільність спільного використання засобів програмування, 3D-моделювання, 3D-друку та віртуальної реальності для розвитку просторових концепцій у навчанні астрофізики та професійної орієнтації учениць на STEM-галузь [1]), А. М. Вільянуеви (Ana M. Villanueva) (розроблено засоби, що надають можливість викладачам та розробникам створювати цифрові освітні ресурси із доповненою реальністю для спільної роботи та дистанційного навчання, зокрема – для опанування робототехніки [24]), К. Доті (Constance Doty) (застосування симуляторів із доповненою реальністю для підготовки майбутніх вчителів до роботи з учнями на уроках фізики [6]).

Водночас у відомих нам дослідженнях відсутня цілісна методика формування та розвитку цифрової компетентності майбутнього учителя STEM-дисциплін у проектуванні та застосуванні цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, тому завдання дослідженням є відбір педагогічних умов підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності.

3 Методика

Педагогічні умови – суттєві обставини реалізації освітнього процесу (матеріальні умови, методи, форми, реальні ситуації тощо), які об'єктивно склалися або суб'єктивно створені для досягнення певної мети.

Педагогічні умови підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності – матеріальні умови, методи, форми, реальні ситуації тощо застосування технологій доповненої реальності, які об'єктивно склалися у процесі підготовки або суб'єктивно створені для досягнення мети.

З метою виокремлення педагогічних умов підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності були проведено в розподіленому режимі два сеанси мозкового штурму, в якому взяли участь 2 учасники – перший генерував ідеї та записував їх у спільному документі, а другий шукав схожість між різними ідеями з метою їх об'єднання та проводив аналогії, що давали поштовх для нових ідей. У наступному сеансі учасники мінялись ролями. В результаті було запропоновано 20 умов, розподілені за 5 групами.

- умови, пов'язані з матеріальним забезпеченням освітнього процесу (підготовка майбутніх викладачів STEM-дисциплін, застосування технологій доповненої реальності):
 1. Наявність обладнаних аудиторій у ЗВО (імєрсивних лабораторій, аудиторій з віртуальною та доповненою реальністю).
 2. Наявність мобільних (портативних, переносних, частково енергонезалежних) засобів для доповненої реальності: ноутбуки, планшети, смартфони, окуляри доповненої реальності тощо.
 3. Доступність предметних (інформатика, фізика, математика, хімія, біологія, технології тощо) цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін.
 4. Доступність міжпредметних (трансдисциплінарних) цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін.
 5. Доступність цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для психолого-педагогічної підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін.
- методи, форми підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності:
 6. Застосування інтерактивних технологій у процесі підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін.
 7. Застосування дослідницького та проєктного методів у процесі підготовки.
 8. Залучення студентів до адаптації, розробки, тестування та впровадження цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю.
 9. Організація педагогічної практики з використанням технологій доповненої реальності.

10. Організація самостійної роботи з використанням технологій доповненої реальності.
11. Організація дистанційного навчання з використанням технологій доповненої реальності.
12. Застосування систем підтримки навчання.
- реальні ситуації щодо кращих практик застосування технологій доповненої реальності у підготовці:
13. Добір, пристосування, адаптація тощо цифрових ресурсів із доповненою реальністю для освітньої діяльності зі STEM-дисциплін.
14. Набуття практичного досвіду застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін.
- спеціально створені для досягнення мети підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності:
15. Уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін питань, пов'язаних із використанням доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін.
16. Уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін спецкурсу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю.
17. Створення хмаро зорієнтованого навчально-методичного комплексу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для майбутніх викладачів STEM-дисциплін.
18. Залучення студентів до конкурсів із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю.
- умови, пов'язані з психологічною та педагогічною підтримкою учасників освітнього процесу:
19. Позитивна мотивація до застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін.
20. Ведення освітнього сайту, блогу, каналу для викладачів STEM-дисциплін із питань імєрсивних технологій навчання, проведення “неконференцій”, семінарів, педагогічних майстерень тощо.

Ураховуючи, що педагогічні умови є *найбільш* суттєвими обставинами освітнього процесу, для оцінки значущості запропонованих умов було організовано опитування (додаток А).

Анкету були розроблено у Google Forms, а відповідне посилання (<https://forms.gle/zNWwY43eRF7pCJcC9>) поширено через ряд груп Facebook та Google (зокрема, *ss_seminar*). Для відповідей анкета була відкрита 10 днів у період з 22.07.2022 р. по 05.08.2022 р. (рис. 1).

4 Результати

На питання анкети відповіли 94 учасники опитування, серед яких 69.1% – викладачі ЗВО, 20.2% – вчителі, 16% – наукові співробітники та 3.2% – студенти (рис. 2).

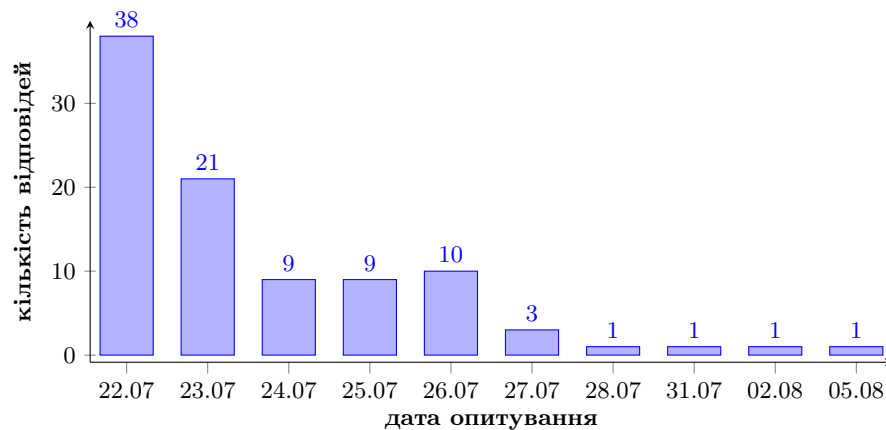


Рис. 1. Розподіл відповідей у часі.

51.1% опитаних є викладачами STEM-дисциплін (рис. 3) – дана категорія учасників опитування в контексті тематики опитування має найвищий рівень значущості $L_{STEM} = 1$; для тих учасників опитування, які не є викладачами STEM-дисциплін, встановимо рівень значущості у $L_{STEM} = 0.5$.

На рис. 4 наведено розподіл учасників опитування за стажом роботи: 10.6% опитаних мають стаж від 5 до 10 років, 12.8% опитаних мають стаж від 11 до 15 років, 20.2% опитаних мають стаж від 16 до 20 років, 31.9% опитаних мають стаж від 21 до 30 років, тобто більш ніж 3/4 (75.5%) опитуваних мають стаж роботи від 5 до 30 років, що відповідає високому рівню професійної активності.

У контексті опитування другим значущим фактором є рівень застосування доповненої реальності у власній професійній діяльності (рис. 5): 10.6% опитуваних можуть розробляти власні засоби доповненої реальності, тому для їх відповідей встановлено рівень значущості $L_{AR} = 1$; 61.7% опитуваних застосовують готові засоби доповненої реальності, тому для їх відповідей встановлено рівень значущості $L_{AR} = 0.75$; 27.7% опитуваних не застосовують засоби доповненої реальності у власній професійній діяльності, але є обізнаними із ними, тому для їх відповідей встановлено рівень значущості $L_{AR} = 0.5$.

Виходячи з відповідей на питання “Чи є Ви викладачем STEM-дисциплін?” та “Оцініть свій рівень застосування доповненої реальності у власній професійній діяльності”, вагу (i) -тої відповіді було встановлено у такий спосіб:

$$W^{(i)} = L_{STEM}^{(i)} \cdot L_{AR}^{(i)} \quad (1)$$

Значущість кожної з 20 умов було запропоновано оцінити за 5-бальною шкалою: 1 – “зовсім незначуща”, 2 – “незначуща”, 3 – “хай буде”, 4 – “значуща”, 5 – “дуже значуща”. Ураховуючи, що третій рівень відповідав невизначеній (нейтральній) відповіді, перший та другий – незначущості, а четвертий

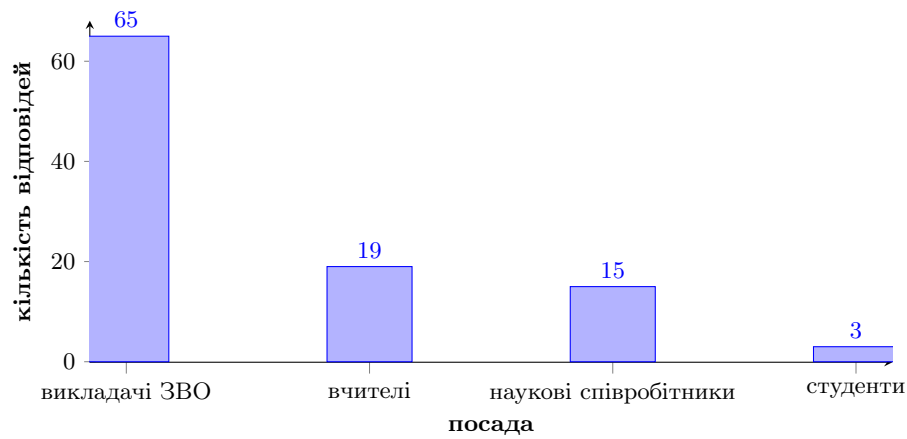


Рис. 2. Розподіл відповідей за посадами.

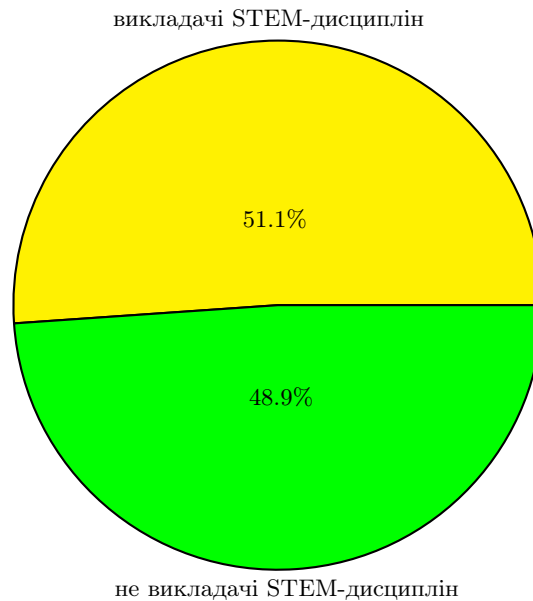


Рис. 3. Розподіл відповідей на питання “Чи є Ви викладачем STEM-дисциплін?”.

та п'ятий – значущості умови, для зручності опрацювання результатів оцінювання шкала [1, 2, 3, 4, 5] було зсунута вліво та перетворена на шкалу [-2, -1, 0, 1, 2]. Таким чином, від'ємна оцінка вказувала на незначущість умови, додатна – на значущість, а нульова – на невизначеність.

Розглянемо результати оцінювання умов, пов'язаних із матеріальним забезпеченням освітнього процесу. На рис. 6 показано розподіл оцінок зна-

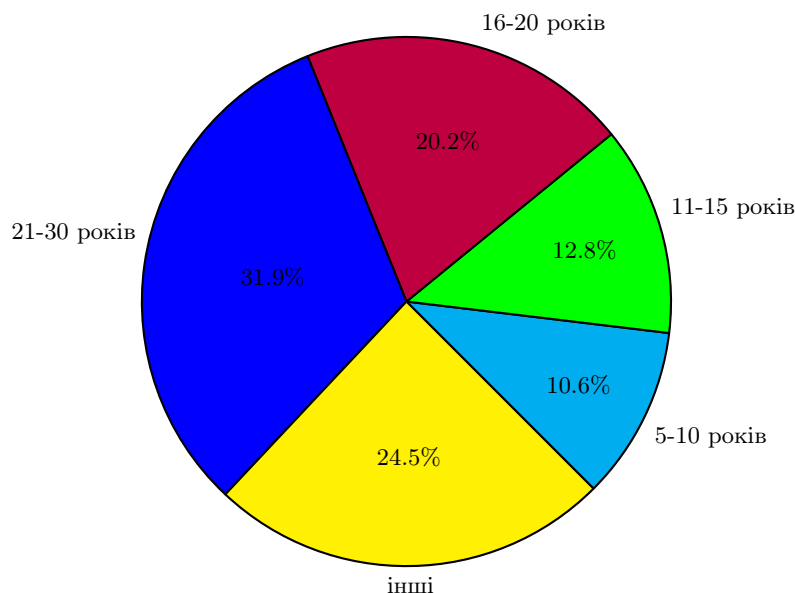


Рис. 4. Розподіл відповідей на питання “Вкажіть Ваш стаж роботи?”.

чущості умови 1 (наявність обладнаних аудиторій у ЗВО). 9.5% опитаних вважають наявність обладнаних аудиторій у ЗВО незначущим, 6.4% не визначились із відповіддю, а 84.1% опитаних вважають наявність обладнаних аудиторій у ЗВО значущим.

На рис. 7 показано розподіл оцінок значущості умови 2 (Наявність мобільних (портативних, переносних, частково енергонезалежних) засобів для доповненої реальності: ноутбуки, планшети, смартфони, окуляри доповненої реальності тощо). 5.3% опитаних вважають наявність мобільних засобів для доповненої реальності, 4.3% не визначились із відповіддю, а 90.4% опитаних вважають наявність мобільних засобів для доповненої реальності значущим.

На рис. 8 показано розподіл оцінок значущості умови 3 (Доступність предметних (інформатика, фізика, математика, хімія, біологія, технології тощо) цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін.). 8.6% опитаних вважають доступність предметних цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін незначущим, 7.4% не визначились із відповіддю, а 84.0% доступність предметних цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін значущим.

На рис. 9 показано розподіл оцінок значущості умови 4 (Доступність міжпредметних (трансдисциплінарних) цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін). 7.5% опитаних вважають доступність міжпредметних цифрових

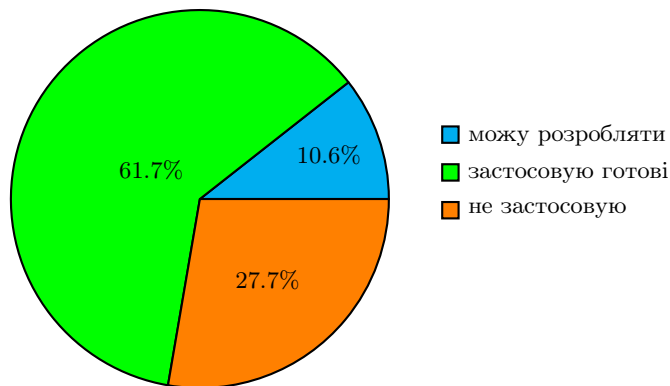


Рис. 5. Розподіл учасників опитування за рівнем застосування доповненої реальності у власній професійній діяльності.

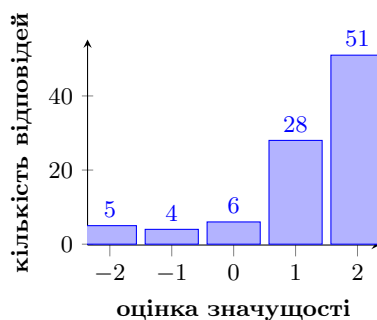


Рис. 6. Розподіл оцінок значущості умови 1 (наявність обладнаних аудіоторій у ЗВО).

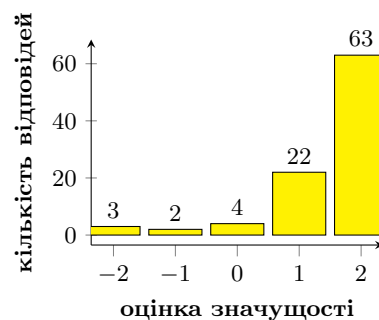


Рис. 7. Розподіл оцінок значущості умови 2 (наявність мобільних засобів для доповненої реальності).

освітних ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін незначущим, 5.3% не визначились із відповіддю, а 87.2% опитаних вважають доступність предметних цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін значущим.

На рис. 10 показано розподіл оцінок значущості умови 5 (Доступність цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для психолого-педагогічної підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін). 14.9% опитаних вважають доступність цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для психолого-педагогічної підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін незначущим, 12.8% не визначились із відповіддю, а 72.3% опитаних вважають доступність цифрових освітніх ресурсів із доповненою реаль-

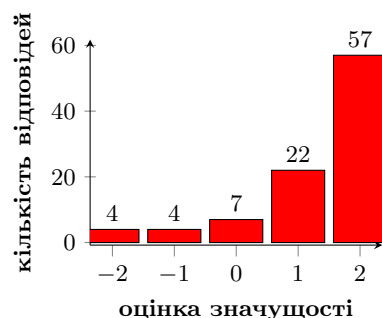


Рис. 8. Розподіл оцінок значущості умови 3 (доступність предметних цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін).

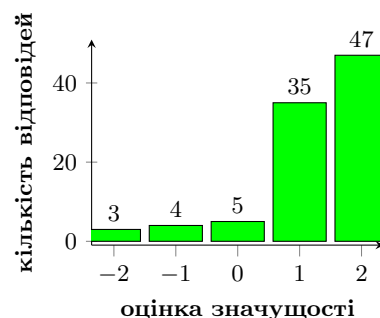


Рис. 9. Розподіл оцінок значущості умови 4 (доступність предметних цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін).

ністю для психолого-педагогічної підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін значущим.

На рис. 11 показано розподіл оцінок значущості умови 6 (Застосування інтерактивних технологій у процесі підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін). 5.3% опитаних вважають застосування інтерактивних технологій у процесі підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін незначущим, 10.6% не визначились із відповіддю, а 84.1% опитаних вважають застосування інтерактивних технологій у процесі підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін значущим.

На рис. 12 показано розподіл оцінок значущості умови 7 (Застосування дослідницького та проектного методів у процесі підготовки). 3.2% опитаних вважають застосування дослідницького та проектного методів у процесі підготовки незначущим, 9.6% не визначились із відповіддю, а 87.2% опитаних вважають застосування дослідницького та проектного методів у процесі підготовки значущим.

На рис. 13 показано розподіл оцінок значущості умови 8 (Залучення студентів до адаптації, розробки, тестування та впровадження цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю). 10.7% опитаних вважають залучення студентів до адаптації, розробки, тестування та впровадження цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю незначущим, 8.5% не визначились із відповіддю, а 80.8% опитаних вважають залучення студентів до адаптації, розробки, тестування та впровадження цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю значущим.

На рис. 14 показано розподіл оцінок значущості умови 9 (Організація педагогічної практики з використанням технологій доповненої реальності). 9.6% опитаних вважають організацію педагогічної практики з використанням технологій доповненої реальності незначущою, 11.7% не визначились із

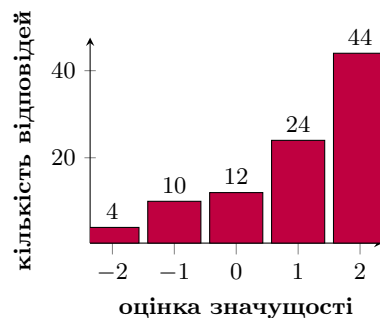


Рис. 10. Розподіл оцінок значущості умови 5 (доступність цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для психолого-педагогічної підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін).

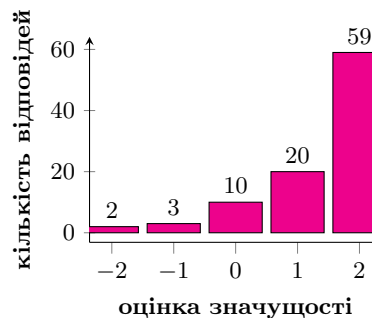


Рис. 11. Розподіл оцінок значущості умови 6 (застосування інтерактивних технологій у процесі підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін).

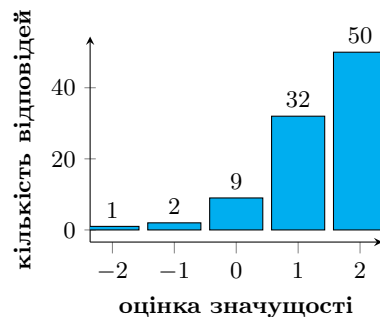


Рис. 12. Розподіл оцінок значущості умови 7 (застосування дослідницького та проектного методів у процесі підготовки).

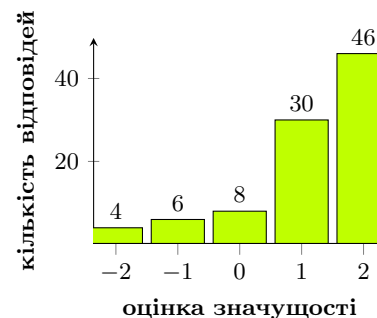


Рис. 13. Розподіл оцінок значущості умови 8 (залучення студентів до адаптації, розробки, тестування та впровадження цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю).

відповіддю, а 78.7% опитаних вважають організацію педагогічної практики з використанням технологій доповненої реальності значущою.

На рис. 15 показано розподіл оцінок значущості умови 10 (Організація самостійної роботи з використанням технологій доповненої реальності). 8.6% опитаних вважають організацію самостійної роботи з використанням технологій доповненої реальності незначущою, 13.8% не визначились із відповіддю, а 77.7% опитаних вважають організацію самостійної роботи з використанням технологій доповненої реальності значущою.

На рис. 16 показано розподіл оцінок значущості умови 11 (Організація дистанційного навчання з використанням технологій доповненої реальності).

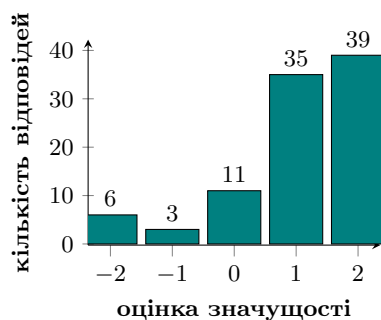


Рис. 14. Розподіл оцінок значущості умови 9 (організація педагогічної практики з використанням технологій доповненої реальності).

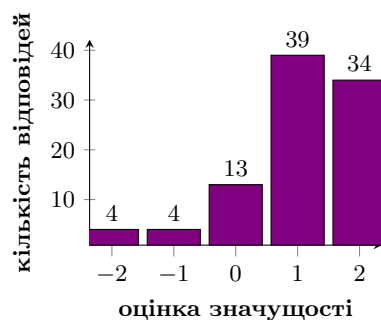


Рис. 15. Розподіл оцінок значущості умови 10 (організація самостійної роботи з використанням технологій доповненої реальності).

сті). 10.6% опитаних вважають організацію дистанційного навчання з використанням технологій доповненої реальності незначущою, 17% не визначились із відповіддю, а 72.3% опитаних вважають організацію дистанційного навчання з використанням технологій доповненої реальності значущою.

На рис. 17 показано розподіл оцінок значущості умови 12 (Застосування систем підтримки навчання). 10.6% опитаних вважають застосування систем підтримки навчання незначущим, 14.9% не визначились із відповіддю, а 74.4% опитаних вважають застосування систем підтримки навчання значущим.

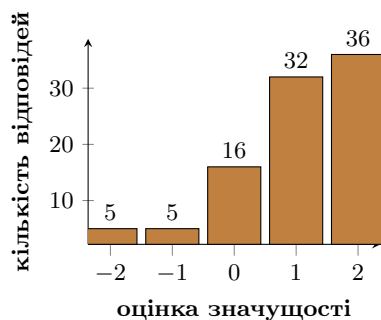


Рис. 16. Розподіл оцінок значущості умови 11 (організація дистанційного навчання з використанням технологій доповненої реальності).

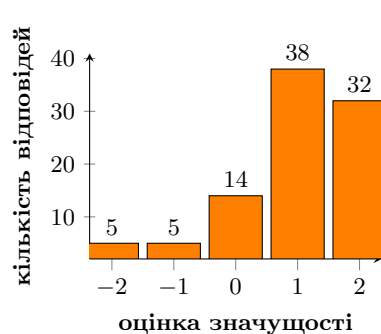


Рис. 17. Розподіл оцінок значущості умови 12 (застосування систем підтримки навчання).

На рис. 18 показано розподіл оцінок значущості умови 13 (Добір, пристосування, адаптація тощо цифрових ресурсів із доповненою реальністю для освітньої діяльності зі STEM-дисциплін). 6.4% опитаних вважають, що добір, пристосування, адаптація тощо цифрових ресурсів із доповненою реальністю для освітньої діяльності зі STEM-дисциплін є незначущим, 6.4% не визначились із відповіддю, а 87.3% опитаних вважають, що добір, пристосування, адаптація тощо цифрових ресурсів із доповненою реальністю для освітньої діяльності зі STEM-дисциплін є значущим.

На рис. 19 показано розподіл оцінок значущості умови 14 (Набуття практичного досвіду застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін). 7.4% опитаних вважають, що набуття практичного досвіду застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін є незначущим, 1.1% не визначились із відповіддю, а 91.5% опитаних вважають, що набуття практичного досвіду застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін є значущим.

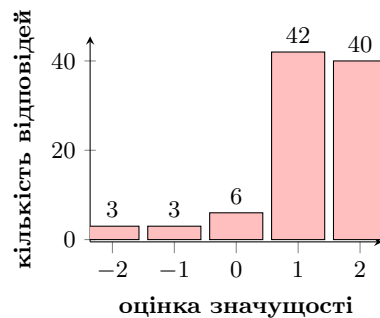


Рис. 18. Розподіл оцінок значущості умови 13 (добір, пристосування, адаптація тощо цифрових ресурсів із доповненою реальністю для освітньої діяльності зі STEM-дисциплін).

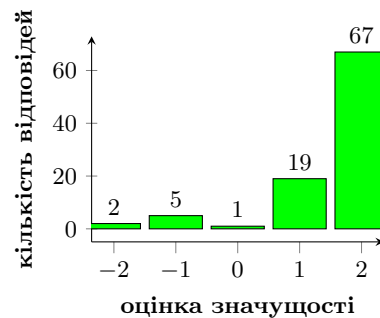


Рис. 19. Розподіл оцінок значущості умови 14 (набуття практичного досвіду застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін).

На рис. 20 показано розподіл оцінок значущості умови 15 (Уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін питань, пов'язаних із використанням доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін). 5.3% опитаних вважають введення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін питань, пов'язаних із використанням доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін незначущим, 9.6% не визначились із відповіддю, а 85.1% опитаних вважають введення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін питань, пов'язаних із використанням доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін значущим.

На рис. 21 показано розподіл оцінок значущості умови 16 (Уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін спецкурсу із роз-

робки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю). 5.3% опитаних вважають уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін спецкурсу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю незначущим, 9.6% не визначились із відповіддю, а 85.1% опитаних вважають уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін спецкурсу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю значущим.

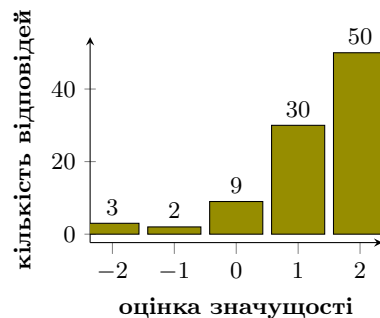


Рис. 20. Розподіл оцінок значущості умови 15 (Уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін питань, пов'язаних із використанням доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін).

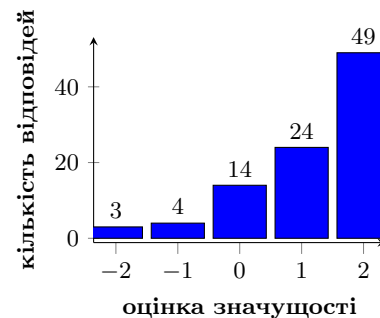


Рис. 21. Розподіл оцінок значущості умови 16 (уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін спецкурсу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю).

На рис. 22 показано розподіл оцінок значущості умови 17 (Створення хмаро зорієнтованого навчально-методичного комплексу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для майбутніх викладачів STEM-дисциплін). 7.5% опитаних вважають створення хмаро зорієнтованого навчально-методичного комплексу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для майбутніх викладачів STEM-дисциплін незначущим, 13.8% не визначились із відповіддю, а 77.8% опитаних вважають створення хмаро зорієнтованого навчально-методичного комплексу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для майбутніх викладачів STEM-дисциплін значущим.

На рис. 23 показано розподіл оцінок значущості умови 18 (Залучення студентів до конкурсів із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю). 7.5% опитаних вважають залучення студентів до конкурсів із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю незначущим, 16% не визначились із відповіддю, а 76.6% опитаних вважають залучення студентів до конкурсів із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю значущим.

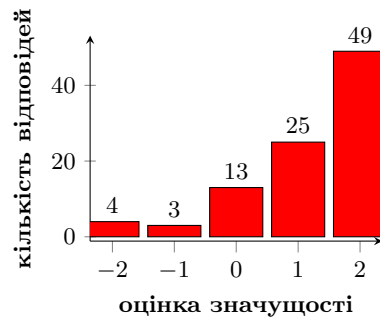


Рис. 22. Розподіл оцінок значущості умови 17 (Створення хмаро зорієнтованого навчально-методичного комплексу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для майбутніх викладачів STEM-дисциплін).

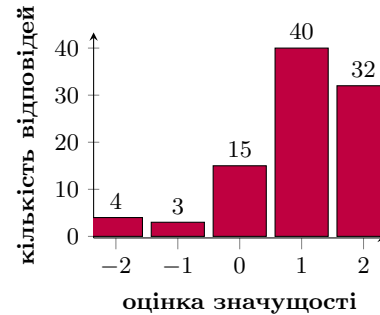


Рис. 23. Розподіл оцінок значущості умови 18 (Залучення студентів до конкурсів із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю).

На рис. 24 показано розподіл оцінок значущості умови 19 (Позитивна мотивація до застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін). 6.4% опитаних вважають, що позитивна мотивація до застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін є незначущою, 10.6% не визначились із відповіддю, а 83.0% опитаних вважають, що позитивна мотивація до застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін є значущою.

На рис. 25 показано розподіл оцінок значущості умови 20 (Ведення освітнього сайту, блогу, каналу для викладачів STEM-дисциплін із питань імерсивних технологій навчання, проведення “неконференцій”, семінарів, педагогічних майстерень тощо). 10.6% опитаних вважають ведення освітнього сайту, блогу, каналу для викладачів STEM-дисциплін із питань імерсивних технологій навчання, проведення “неконференцій”, семінарів, педагогічних майстерень тощо незначущим, 21.3% не визначились із відповіддю, а 68.1% опитаних вважають ведення освітнього сайту, блогу, каналу для викладачів STEM-дисциплін із питань імерсивних технологій навчання, проведення “неконференцій”, семінарів, педагогічних майстерень тощо значущим.

Для кожної умови у табл. 1 були розраховані такі значення:

- $AVG_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_k^i$ – середня оцінка значущості педагогічної умови без урахування ваги відповідей, де $k = \overline{1, 20}$ – номер педагогічної умови, що оцінювалась, $n = 94$ – кількість учасників опитування, $i = \overline{1, n}$ – номер відповіді, S_k^i – оцінка i -тим опитуваним значущості k -тої умови;
- $WAVG_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W^i S_k^i$ – середня оцінка значущості педагогічної умови з урахування ваги відповідей, де $k = \overline{1, 20}$ – номер педагогічної умови, що

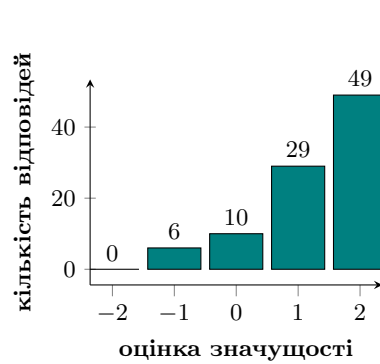


Рис. 24. Розподіл оцінок значущості умови 19 (Позитивна мотивація до застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін).

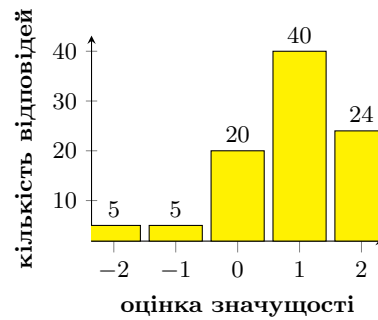


Рис. 25. Розподіл оцінок значущості умови 20 (Ведення освітнього сайту, блогу, каналу для викладачів STEM-дисциплін із питань імерсивних технологій навчання, проведення “неконференцій”, семінарів, педагогічних майстерень тощо).

оцінювалась, $n = 94$ – кількість учасників опитування, $i = \overline{1, n}$ – номер відповіді, W^i – вага i -тої відповіді (за формулою (1)), S_k^i – оцінка i -тим опитуваним значущості k -тої умови.

Табл. 1: Відбір педагогічних умов.

Умова	AVG	WAVG	Фахівці звертають більшу увагу	Фахівці звертають меншу увагу	Відбір за AVG	Відбір за WAVG
Наявність обладнаних аудиторій у ЗВО (імерсивних лабораторій, аудиторій з віртуальною та доповненою реальністю)	1.234	1.198		*	0	0
Наявність мобільних (портативних, переносних, частково енергонезалежних) засобів для доповненої реальності: ноутбуки, планшети, смартфони, окуляри доповненої реальності тощо	1.489	1.498	+		1	1

Продовження табл. 1

Умова	AVG	WAVG	Фахівці звертають більшу увагу	Фахівці звертають меншу увагу	Відбір за AVG	Відбір за WAVG
Доступність предметних (інформатика, фізика, математика, хімія, біологія, технології тощо) цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін	1.319	1.314		*	1	0
Доступність міжпредметних (трансдисциплінарних) цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін	1.266	1.261		*	0	0
Доступність цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для психолого-педагогічної підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін	1.000	0.998		*	0	0
Застосування інтерактивних технологій у процесі підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін	1.394	1.394	+		1	1
Застосування дослідницького та проєктного методів у процесі підготовки	1.362	1.454	+		1	1
Залучення студентів до адаптації, розробки, тестування та впровадження цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю	1.149	1.179	+		0	0
Організація педагогічної практики з використанням технологій доповненої реальності	1.043	1.019		*	0	0
Організація самостійної роботи з використанням технологій доповненої реальності	1.011	1.012	+		0	0
Організація дистанційного навчання з використанням технологій доповненої реальності	0.947	0.940		*	0	0
Застосування систем підтримки навчання	0.926	1.007	+		0	0

Продовження табл. 1

Умова	AVG	WAVG	Фахівці звертають більшу увагу	Фахівці звертають меншу увагу	Відбір за AVG	Відбір за WAVG
Добір, пристосування, адаптація тощо цифрових ресурсів із доповненою реальністю для освітньої діяльності зі STEM-дисциплін	1.202	1.205	+		0	0
Набуття практичного досвіду застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін	1.532	1.551	+		1	1
<i>Уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін питань, пов'язаних із використанням доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін</i>	1.298	1.338	+		0	1
Уведення до змісту підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін спецкурсу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю	1.191	1.242	+		0	0
Створення хмаро зорієнтованого навчально-методичного комплексу із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для майбутніх викладачів STEM-дисциплін	1.191	1.200	+		0	0
Залучення студентів до конкурсів із розробки цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю.	0.989	1.048	+		0	0
Позитивна мотивація до застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін	1.287	1.309	+		0	0
Ведення освітнього сайту, блогу, каналу для викладачів STEM-дисциплін із питань імерсивних технологій навчання, проведення “неконференцій”, семінарів, педагогічних майстерень тощо	0.777	0.831	+		0	0
	1.180	1.200				
	1.298	1.320				

Зважене середнє значення $WAVG_k$, на відміну від AVG_k , більше відображає думку фахівців, до яких віднесені викладачів STEM-дисциплін, що активно використовують технології доповненої реальності у професійній діяльності. Тому, якщо для k -тої педагогічної умови значення $WAVG_k > AVG_k$, то до стовпця “Фахівці звертають більшу увагу” вносився знак “+”, інакше до стовпця “Фахівці звертають меншу увагу” вносився знак “*”.

Далі були обчислені $TAVG = \frac{1}{20} \sum_{k=1}^{20} AVG_k = 1.180$ – середнє значення

AVG для всіх умов та $TWAVG = \frac{1}{20} \sum_{k=1}^{20} WAVG_k = 1.200$ – середнє значення $WAVG$ для всіх умов. Отримані значення стали відправною точкою для відбору педагогічних умов за звичайним (AVG) та зваженим ($WAVG$) середнім значенням значущості.

Якщо прийняти ці значення як граничні (тобто порівнювати з ними рівень значущості кожної умови – якщо він менший за граничний, умова відкидається (0), інакше умова приймається (1)), то за AVG буде відібрано умов 12 умов (1, 2, 3, 4, 6, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 19), а за $WAVG$ – 11 (ті самі, що й за AVG , крім 1). Така кількість умов є надмірною, тому був уведений емпірично дібраний множник (1.1), який застосовувався до $TAVG$ та $TWAVG$, що надало такі нові граничні значення $1.1TAVG = 1.298$ та $1.1TWAVG = 1.320$, результати застосування яких подано у стовпцях “Відбір за AVG ” та “Відбір за $WAVG$ ” (1 – умову відібрано, 0 – умову не відібрано).

Одночасно за AVG та $WAVG$ відібрано умови 2, 6, 7 та 14. Умова 15, відібрана лише за $WAVG$, має більшу значущість для фахівців, а умова 3, відібрана лише за AVG – значущість для широкого загалу:

- 2, 3 – умови, пов’язані з матеріальним забезпеченням освітнього процесу;
- 6, 7 – методи, форми підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності;
- 14 – реальні ситуації щодо кращих практик застосування технологій доповненої реальності у підготовці;
- 15 – спеціально створені для досягнення мети підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності;
- не відібрані умови, пов’язані з психологічною та педагогічною підтримкою учасників освітнього процесу.

5 Висновки

1. Педагогічні умови підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності – це матеріальні умови, методи, форми, реальні ситуації тощо застосування технологій доповненої реальності, які об’єктивно склалися у процесі підготовки або суб’єктивно створені для досягнення мети.

2. З метою виокремлення педагогічних умов підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності був проведений мозковий штурм, під час якого було запропоновано 20 умов. Ураховуючи, що педагогічні умови є найбільш суттєвими обставинами освітнього процесу, для оцінки значущості запропонованих умов було організовано опитування з використанням Google Forms, у якому взяли участь 94 респонденти. Найбільшу вагу мали відповіді тих з них, хто є викладачами STEM-дисциплін (51.1% опитаних) та має відповідний рівень застосування доповненої реальності у власній професійній діяльності (10.6% опитуваних можуть розробляти власні засоби доповненої реальності, а 61.7% опитаних застосовують готові засоби доповненої реальності).
3. Для кожної умови були розраховані середні оцінки їх значущості без урахування ваги відповідей та з її урахуванням – зважене середнє, що більше відображає думку фахівців: викладачів STEM-дисциплін, що активно використовують технології доповненої реальності у професійній діяльності. Відбору підлягали лише ті умови, оцінка значущості яких була щонайменше на 10% більше за розраховані середні.
4. Таким чином, були відібрані наступні *педагогічні умови підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності*:
 - (а) доступність мобільних апаратних засобів для доповненої реальності (ноутбуки, планшети, смартфони, окуляри доповненої реальності тощо) та імерсивних цифрових освітніх ресурсів для майбутніх викладачів STEM-дисциплін;
 - (б) введення до змісту підготовки питань, пов'язаних із використанням доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін;
 - (в) застосування дослідницького підходу та інтерактивних технологій у процесі підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін;
 - (г) набуття практичного досвіду застосування технологій доповненої реальності у навчанні STEM-дисциплін.
5. *Перспективи подальших досліджень* полягають у розробці моделі та методики підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності, а також експериментальній перевірці ефективності розроблених педагогічних умов підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності.

Грантова підтримка. Робота виконана у межах фундаментального дослідження “Теоретико-методичні засади проектування імерсивного хмаро орієнтованого освітнього середовища університету” (державний реєстраційний номер 0121U113711).

References

- [1] Arcand, K.K.: Putting the stars within reach: NASA 3D data-based models in 3D print and virtual reality applications, and their potential effects on improving spatial reasoning skills and STEM interest in underrepresented groups of young female learners. Ph.D. thesis, University of Otago, Dunedin, New Zealand (2020), URL <https://hdl.handle.net/10523/10250>
- [2] Boichenko, V.V.: Organizational and pedagogical foundations of STEM education in high school of the USA. Ph.D. thesis, Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, Sumy (2021), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0821U101809>
- [3] Cabinet of Ministers of Ukraine: Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) [On approval of the Concept for the development of science and mathematics education (STEM education)] (2020), URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
- [4] Cabinet of Ministers of Ukraine: Pro skhvalennia Stratehii rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022–2032 roky [On approval of the Strategy of Higher Education Development in Ukraine for 2022-2032] (2022), URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text>
- [5] Danilov, S.M.: The virtual reality as an environment for approbation of the innovation technologies in architecture. The dissertation on competition of a scientific degree of Candidate of architecture in specialization 18.00.01 – Theory of architecture, restoration of the architectural monuments, Kharkov State Technical University of Civil Engineering and Architecture, Kharkov (2014), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0414U003479>
- [6] Doty, C.: Optimizing mixed-reality simulation to support stem graduate teaching assistants in developing student-centered pedagogical skills. Ph.D. thesis, University of Central Florida, Orlando, Florida (2021), URL <https://stars.library.ucf.edu/etd2020/855>
- [7] European Commission: Digital Education Action Plan (2021-2027) (2020), URL <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/about/digital-education-action-plan>
- [8] European Commission: Digital education action plan 2021-2027 (2020), URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0624>
- [9] European Commission: Digital education action plan 2021-2027 (2020), URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020SC0209&qid=1647943853396>
- [10] Gnedko, N.M.: Forming of would-be teachers' preparedness for application of virtual aids in professional activity. Thesis for a scientific degree of a candidate of Pedagogical Sciences in the speciality 13.00.04 – Theory and Methodic of Professional Education, Rivne State University of the Humanities, Rivne (2015), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0415U006712>
- [11] Huang, W.: Investigating the Novelty Effect in Virtual Reality on STEM Learning by Wen Huang. Ph.D. thesis, Arizona State University (2020), URL <http://repository.asu.edu/items/57391>

- [12] Kuzmenko, O.S.: Theoretical and methodical principles of teaching physics of students of technical institutions of higher education on the basis of STEM-education technologies. The thesis for the degree of Doctor in Pedagogical sciences, specialty 13.00.02 «Theory and Methods of Teaching (Physics)», Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropyvnytskyi (2020), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0520U100174/>
- [13] Lee, V.G.: Geometrical Tools of Modelling of Virtual Reality Medium in Conformity With Simulators. The Doctoral Dissertation in the Field of Technical Sciences on a specialty 05.01.01 – applied geometry, engineering graphics, Kiev National University of Building and Architecture, Kiev (2000), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0500U000243>
- [14] Makoveichuk, O.M.: Models, Methods and Information Technology of Designing and Use of Visual Information Structures of Augmented Reality. The thesis for the degree of Doctor of Engineering Sciences in specialty 05.13.06 “Information technologies” (05 – technical sciences), Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv (2020), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0521U100056>
- [15] Melnychenko, L.I.: Formation of research skills of future primary school teachers by means of STEM-technologies. Ph.D. thesis, Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav, Pereiaslav (2022), URL <https://drive.google.com/file/d/1YTI6fvFXG--Y7S3F66ohLsCVwGSF5hT/view?usp=sharing>
- [16] Pikalova, V.V.: Using GeoGebra as a tool for implementing the concept of STEM education in the process of pre-service mathematics teachers’ training. The thesis for the degree of Candidate of Pedagogical Science, in specialty 13.00.10 – Information and Communication Technologies in Education (01 – Education/Pedagogics), Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih (2021), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0421U103003>
- [17] Pollack, C.F.: Investigating the Augmented Reality Sandbox: An Exploration of the Development and Implementation of a Reproducible STEM Resource in Secondary Education Geoscience. A Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, George Mason University, Fairfax, Virginia (2019), URL <https://hdl.handle.net/1920/11682>
- [18] Shahova, O.Y.: Formation of Readiness of the Future Officers of the Armed Forces of Ukraine for Using STEM-Technologies in Professional Activity. Thesis for obtaining a scientific degree of Candidate of Pedagogical Sciences, specialty 13.00.04 «Theory and Methods of Vocational Training», Odesa Military Academy, Odesa (2020), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0420U102110/>
- [19] Shevchenko, A.I., Ivanova, S.B., Gudaev, O.A., Zhebel, L.S., Piguz, V.N., Korotych, N.M., Nekrashevich, S.P., Boiko, A.V., Voronoi, A.S., Sidenko, A.V., Skliarenko, I.A., Fadeev, F.F.: Development of the intelligence system of monitoring school process of the distance education which uses coding of managing information by the markers of Augmented Reality. Tech. Rep. 0211U000957, Institute of Artificial Intelligence Problems of the Ministry

- of Education and Science of Ukraine and the National Academy of Sciences of Ukraine, Donetsk (2010), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0211U000957>
- [20] Valko, N.V.: The system of training future teachers of natural-mathematical disciplines for the application of STEM-technologies in professional activities. The dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences, specialty 13.00.04 – Theory and Methodology of Professional Education, Kherson State University, Kherson (2020), URL <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0520U101565/>
- [21] Valko, N.V., Osadchyi, V.V.: Review of state of computer vision technologies development in the world and Ukraine. *Journal of Physics: Conference Series* **2288**(1), 012002 (jun 2022), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012002>
- [22] Verkhovna Rada of Ukraine: Pro Zaiavu Verkhovnoi Rady Ukrainy “Pro vidsich zbroinii ahresii Rosiiskoi Federatsii ta podolannia yii naslidkiv” [On the Statement of the Verkhovna Rada of Ukraine “On repulsing the armed aggression of the Russian Federation and overcoming its consequences”] (2015), URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/337-19#Text>
- [23] Verkhovna Rada of Ukraine: Pro orhanizatsiiu roboty Verkhovnoi Rady Ukrainy u zviazku z aktom zbroinoi ahresii Rosiiskoi Federatsii proty Ukrainy 24 liutoho 2022 roku [On the organization of work of the Verkhovna Rada of Ukraine in connection with the act of armed aggression of the Russian Federation against Ukraine on February 24, 2022] (2022), URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2103-20#Text>
- [24] Villanueva, A.M.: New modalities and techniques of augmented reality in stem education. Ph.D. thesis, Purdue University, West Lafayette, Indiana (2022), URL <https://doi.org/10.25394/pgs.19653546.v1>

А Анкета “Умови підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності”

Шановні колеги!

З метою добору умов підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності просимо Вас оцінити їх значущість за 5-тибальною шкалою (1 – зовсім незначуща, 2 – незначуща, 3 – хай буде, 4 – значуща, 5 – дуже значуща) та надати Ваші рекомендації.

З повагою,
Михайло Мінтій,
аспірант Криворізького державного педагогічного університету,
вчитель фізики та інформатики КСШ № 9 (м. Кривий Ріг)
mikhail.mintii9@gmail.com

Наявність обладнаних аудиторій у ЗВО (імерсивних лабораторій, аудиторій з віртуальною та доповненою реальністю)

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

Наявність мобільних (портативних, переносних, частково енергонезалежних) засобів для доповненої реальності: ноутбуки, планшети, смартфони, окуляри доповненої реальності тощо

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

Доступність предметних (інформатика, фізика, математика, хімія, біологія, технології тощо) цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін.

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

Доступність міжпредметних (трансдисциплінарних) цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю, спеціально розроблених для майбутніх викладачів STEM-дисциплін.

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

Доступність цифрових освітніх ресурсів із доповненою реальністю для психолого-педагогічної підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін.

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

Застосування інтерактивних технологій у процесі підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін.

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

Ведення освітнього сайту, блогу, каналу для викладачів STEM-дисциплін із питань імерсивних технологій навчання, проведення “неконференцій”, семінарів, педагогічних майстерень тощо.

	1	2	3	4	5	
зовсім незначуща	☐	☐	☐	☐	☐	дуже значуща

Які умови підготовки майбутніх викладачів STEM-дисциплін до застосування технологій доповненої реальності у професійній діяльності запропонували б Ви?

[факультативне поле для введення власної відповіді]

Ваша посада

- студент
- учитель
- науковий співробітник
- викладач ЗВО

Чи є Ви викладачем STEM-дисциплін?

- так
- ні

Вкажіть Ваш стаж роботи

- до 3 років
- до 5 років
- 5-10 років
- 11-15 років
- 16-20 років
- 21-30 років
- 31-40 років
- 41-50 років
- понад 50 років

Оцініть свій рівень застосування доповненої реальності у власній професійній діяльності

- не застосовую
- застосовую готові засоби доповненої реальності
- можу розробляти власні засоби доповненої реальності
- інше – можливість введення власної відповіді

Якщо Ви бажаєте слідкувати за розвитком цього дослідження, вкажіть Вашу адресу електронної пошти

[факультативне поле для введення власної відповіді]