УДК 004:378.147

Поясок Тамара Борисівна
доктор педагогічних наук, кафедра психології, педагогіки та філософії, професорка
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна
ORCID ID 0000-0003-2818-6524
poyasoktb@ukr.net

Беспарточна Олена Іванівна
кандидат педагогічних наук, кафедра психології, педагогіки та філософії, доцентка
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна
ORCID ID 0000-0001-8210-314x
bespartochnay@ukr.ne t

Ченчева Ольга Олександрівна
кандидат технічних наук, кафедра галузевого машинобудування, асистентка
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна
ORCID ID 0000-0002-8826-3248
chenchevaolga@gmail.com

Ченчевой Володимир Віталійович
кандидат технічних наук, кафедра систем автоматичного управління та електроприводу, доцент
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна
ORCID ID 0000-0002-6478-3767
vladchen.86@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКУ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ BLIPPAR У ПРОЦЕСІ КОМБІНОВАНОГО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Анотація. У статті доведено актуальність проблеми використання технології доповненої реальності під час комбінованого навчання студентів технічних спеціальностей, зумовлену необхідністю набуття ними практичних навичок роботи з обладнанням, розуміння фізичних процесів та конструкції елементів складних технологічних систем. Визначено, що технології доповненої реальності сприяють повноцінному забезпеченню студентів можливістю дистанційно опановувати фахові компетентності, необхідні для розрахунку, проєктування та використання технологічного обладнання без його реальної наявності. Обґрунтовано доцільність впровадження для технічних спеціальностей комбінованого навчання з використанням елементів доповненої реальності. Розглянуто переваги використання технологій доповненої реальності при вивченні технічних дисциплін; запропоновано способи її застосування під час комбінованого навчання студентів технічних спеціальностей в аспекті набуття здобувачами освіти фахових компетентностей; наведені практичні результати застосування запропонованих технологій доповненої реальності. Висвітлені особливості використання в межах комбінованого навчання методичного забезпечення із застосуванням технологій доповненої реальності при викладанні технічних дисциплін та практикумів при опануванні магістерських та бакалаврських освітніх програм. Описано можливості й особливості організації навчання студентів із застосуванням методичного забезпечення з використанням технологій доповненої реальності BlippAR на прикладі досвіду використання в навчальному процесі Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського під час карантину. За результатами експериментального дослідження здійснена оцінка ефективності та доцільності застосування такого типу технологій при комбінованому навчанні студентів технічних спеціальностей, завдяки чому підтверджено, що використання технології доповненої під час професійної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю при такій формі навчання сприяє підвищенню успішності здобувачів вищої освіти.

Ключові слова: комбіноване навчання; технологія доповненої реальності; інформаційно-комунікативні технології; мобільні пристрої; елементи дистанційного навчання; інформаційний контент.

© Т.Б. Поясок, О.І. Беспарточна, О.О. Ченчева, В.В. Ченчевой, 2022.

1. ВСТУП

Актуальність дослідження. Інтеграція України в європейський освітній простір призвела до низки змін у програмах підготовки майбутніх фахівців, зокрема технічного профілю. У навчальному процесі вищої школи, зокрема у зв'язку з карантинними обмеженнями, все більше уваги приділяється організації самостійної роботи студентів. З метою підвищення ефективності опанування здобувачами вищої освіти фахових компетенцій, постає необхідність поєднання різних форм навчання, тобто використання так званого комбінованого навчання, яке, згідно з визначенням А. М. Стрюк [1], є педагогічно виваженим поєднанням технологій традиційного, електронного, дистанційного та мобільного навчання, спрямованого на інтеграцію аудиторного та позааудиторного навчання.

З огляду на пандемію COVID - 19, комбіноване навчання з елементами технологій дистанційного навчання набуває все більшої популярності. Використання технологій дистанційного навчання породжує низку проблем, оскільки студенти мають певні індивідуальні особливості, різні умови навчання, рівень уміння використовувати інформаційно-комунікативні технології [3]. Технології дистанційного навчання не можуть враховувати індивідуальні особливості кожного студента, адже створити відповідні індивідуальні програми практично неможливо. Тому найбільш ефективним є комбіноване навчання, у межах якого особливо важливою і необхідною є розробка інформаційно-освітнього середовища, яке «являє собою системно організовану сукупність традиційних і комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, засобів діалогу і передачі даних, протоколів взаємодії, систем мультимедіа, ІКТ, інформаційних ресурсів, системного апаратно-методичного забезпечення, орієнтованого на задоволення освітніх потреб користувачів» [4, с. 12].

Постановка проблеми. Однією з найважливіших складових комбінованого навчання з використанням технологій дистанційного навчання, що визначає якість освіти, залишається навчально-методичне забезпечення дисципліни, що вивчається.

В існуючій методичній літературі щодо застосування технологій дистанційного навчання, як правило, не акцентується увага на відмінностях у методиці і механізмах їх використання при вивченні гуманітарних і технічних дисциплін. Однак наявні істотні відмінності, які необхідно враховувати, щоб забезпечити якісне вивчення технічних дисциплін, зокрема дисциплін машинобудівного і електромеханічного профілю, у дистанційному чи комбінованому режимі.

Крім вивчення теоретичного матеріалу, технічні дисципліни передбачають проведення практичних, лабораторних робіт, розрахунок та проєктування технологічного обладнання, під час виконання яких студенти безпосередньо знайомляться з роботою технічних систем, пристроїв, приладів, експериментально перевіряють закони, на підґрунті яких побудовані системи і пристрої. Застосовуючи методи розрахунку таких систем, здобувачі вищої освіти навчаються синтезувати різні системи з заданими властивостями, спостерігають типові фізичні явища, які генеруються в лабораторних умовах.

Тож комбіноване навчання (у нашому дослідженні – це класичне аудиторне навчання в поєднанні з використанням технологій дистанційного навчання, які передбачають використання мобільних пристроїв) при вивченні технічних дисциплін, на відміну від комбінованого вивчення гуманітарних, обумовлює формування практичних умінь, навичок роботи з різними приладами, пристроями, технічними системами. Здобувачі освіти отримують навички використання різних методів розрахунку, проєктування і конструювання технічних систем, набувають уміння самостійно вирішувати практичні завдання в різних технічних галузях. З урахуванням

вище викладеного, слід зазначити, що ключовим моментом при використанні технологій дистанційного навчання при комбінованому навчанні студентів є методологічне наповнення навчально-методичного забезпечення технічних дисциплін з урахуванням впровадження нових прийомів засвоєння інформації [5]. Як було зазначено, вивчення технічних дисциплін при комбінованому навчанні більш складне, ніж гуманітарних, що повинно враховуватись при його організації. Наприклад, технічні дисципліни передбачають вивчення конструкцій і особливостей будови складного технологічного обладнання, принципів роботи з таким обладнанням, порядку здійснення технологічних операцій складних процесів тощо. Тому для забезпечення ефективності навчання та набуття студентами практичних навичок, особливо важливим є безпосередній або візуальний контакт студента з «залізом» спеціальних пристроїв.

При проєктуванні вивчення технічних дисциплін у комбінованій формі навчального процесу слід ретельно підходити до вибору інструментальних засобів інформаційних технологій, які повинні надавати можливість розробляти ефективні наочні електронні навчально-методичні комплекси, що реалізують основні дидактичні принципи: спрямованості і науковості навчання, індивідуалізації освітньої траєкторії студентів, доступності, інформативності [6].

Зважаючи на особливості вивчення дисциплін технічного спрямування, при комбінованому навчанні студентів технічних спеціальностей, на наш погляд, доцільним буде застосування елементів доповненої реальності, оскільки візуалізація електромеханічних процесів, елементів технологічних комплексів полегшує здобувачам освіти розуміння креслень, технологій виготовлення, конструктивних особливостей обладнання, що використовується на виробництвах.

Впровадження технологій доповненої реальності AR (Augmented Reality) у навчальний процес дозволяє збільшити його ефективність при підготовці технічних фахівців завдяки таким перевагам: забезпечення «ефекту занурення» у професійне середовище, розширення можливостей методичного забезпечення за рахунок додавання до звичайного інформаційно-ілюстративного контенту відео, звуку та 3D-зображень, схем, креслень, інструкцій, а також підвищення привабливості навчального процесу для нового покоління студентів, які звикли використовувати мобільні гаджети у повсякденному житті [7], [8].

Доповнена реальність постає як абсолютно нова інтерактивна технологія, яка дозволяє накладати комп'ютерну графіку, відео, аудіо або текстову інформацію на об'єкти реального часу. На відміну від віртуальної реальності, AR-інтерфейси дозволяють користувачам бачити в реальному світі впроваджені віртуальні об'єкти і маніпулювати ними в реальному часі [2].

Оскільки проблема застосування технології доповненої реальності під час комбінованого навчання студентів технічних спеціальностей є актуальною, але не має належного висвітлення, вважаємо доцільним запропонувати розробку організації їх професійної підготовки та відповідного методичного забезпечення з використанням вищезазначеної технології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні проведено відносно невелику кількість наукових досліджень у галузі використання технології доповненої реальності при комбінованому навчанні технічних фахівців.

Серед зарубіжних учених, які займаються цією проблемою, слід виділити Х. Кауфманна, Б. Мейєра [9], [10], які у своїх роботах висвітлюють можливість використання доповненої реальності у навчальному процесі, пропонуючи студентам будувати власні експерименти з фізики та механіки і вивчати їх у тривимірному віртуальному світі за допомогою доповненої реальності. Утім такий підхід належить до процесів тривимірного моделювання і не може забезпечити необхідних практичних

компетенцій при роботі з типовим обладнанням для студентів технічних спеціальностей. Адже тривимірні технології хоч і дозволяють деталізувати конструкції та внутрішню будову складного обладнання, електродвигунів, проте не дають можливості в динамічному режимі прослідкувати особливості роботи механізмів та не можуть повністю відобразити загальний технологічний процес, у якому використовуються механізми або обладнання, що вивчається.

Дж. Шольц та Е. Сміт [11] визначають доповнену реальність як практику відображення цифрової інформації в реальному часі щодо предметів, людей чи просторів у фізичному світі та пропонують використовувати дану технологію в навчанні та маркетингу, створюючи можливість зробити їх більш привабливими для більшості молоді. У роботах цих науковців пропонуються методичні рекомендації щодо застосування даної технології в освітньому процесі.

Д. Лопез, Е. Гуінтерс, Х. Мартін-Гутьєрреа [12] та інші науковці у своїх роботах показують переваги використання елементів доповненої реальності в самоосвіті, надають рекомендації щодо використання додатку доповненої реальності під час викладання практичної електротехніки. Дослідники запропонували в якості доповненої реальності елементи 3D-моделей, анімації та звуку, які накладаються на реальні об'єкти та допомагають студентам при самостійному вивченні окремих питань.

Українські науковці (Н. Гончарова [13], Є. Модло, Ю. Єчкало, С. Семеріков, В. Ткачук, О. Сироватський [14],[15]) також присвячують свої дослідження проблемі використання технології доповненої реальності, зазначаючи, що інтенсивне використання різних портативних електронних пристроїв створює мобільне освітнє середовище, перетворюючи навколишній світ на велику навчальну аудиторію.

О. Чубукова, І. Пономаренко [16] основними перевагами навчання з використанням доповненої реальності вважають високу інтерактивність, особистісну орієнтованість. Н. Задерей, І. Мельник у своїх роботах пропонують модель навчального об’єкта, що містить у собі цілі навчальної діяльності, її зміст, критерії і засоби оцінювання результатів навчання [17]. У їх роботах описані переваги використання технології доповненої реальності в освітньому процесі.

Дослідники [14], [15] підкреслюють, що використання технології доповненої реальності підвищує інтерес студентів до навчання, робить цей процес наочним і більш мобільним. Водночас відзначають як недолік технічні обмеження сучасних мобільних пристроїв, що значно ускладнюють роботу зі складними тривимірними моделями та інтерактивними сценами.

Метою статті є висвітлення можливостей технології доповненої реальності під час комбінованого навчання студентів технічних спеціальностей та доведення її ефективності в опануванні фахових компетенцій здобувачами вищої освіти.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ефективне і доцільне застосування технології доповненої реальності в комбінованому навчанні вимагає відповідного проєктування. Проєктування мобільних навчальних матеріалів найбільш доцільно здійснювати, ґрунтуючись на концепції навчальних об'єктів – невеликих, завершених елементів курсу, які можна використовувати в різних навчальних ситуаціях. Навчальні об'єкти прийнято поділяти на цифрові (комп'ютерні) та нецифрові [7]. Використання технології доповненої реальності дозволяє створювати новий тип навчального об'єкта, що об'єднує в собі компоненти з комп'ютерного (цифрового) та реального світу, додавати цифрові об'єкти у сприйняття реального світу, створюючи ефект присутності студента в сцені доповненої реальності, що відіграє важливу роль в опануванні знань технічного

характеру. При комбінованому навчанні доцільною є побудова навчального курсу на підґрунті інтеграції комплексних навчальних об'єктів, серед яких: тексти, ілюстративні матеріали, відео, фрагменти лекційних, практичних і лабораторних занять, лабораторні установки, стенди, окремі розділи підручників і методичних посібників, довідкова література та паспортні дані елементів обладнання, інструкції від фахівців-консультантів та професійна іноземна термінологія. Об'єднання цих об'єктів в єдину структуру навчального курсу передбачає наявність зв'язків між ними. В електронних документах доступ до таких даних можна оформити у вигляді гіперпосилання. Труднощі виникають, коли необхідно перейти від роботи з деяким об'єктом реального світу до роботи з електронним ресурсом. Так, перед початком виконання лабораторної або практичної роботи дистанційно, студенту необхідно ознайомитися з відеоінструкцією щодо використання лабораторного стенду або технологічного обладнання на підприємствах, оскільки сучасні університети не мають змоги постійно оновлювати та розміщувати специфічне для кожної окремої технічної галузі обладнання. Посилання на відповідне відео може бути надруковане у вигляді текстового рядка в методичному посібнику, інструкції до лабораторного стенду або методичних вказівках. Проте передача цього рядка в мобільний пристрій буде можлива лише в режимі ручного введення, що потребує додаткового часу та зусиль, особливо з урахуванням можливих помилок при такому введенні тексту. Альтернативою ручному введенню є використання QR-кодів або маркерів. Посилання, зашифроване у вигляді QR-коду або маркеру, легко розпізнається спеціальною програмою, встановленою на мобільний пристрій студента, і дозволяє йому досить швидко перейти до електронного ресурсу. Але генерація та друк саме QR-кодів у вже виданих методичних вказівках призведе до додаткових витрат на їх виготовлення, тому доцільним є використання в якості маркерів вже існуючих малюнків і схем. Вирішенням цієї проблеми є використання технології доповненої реальності, яка здебільшого будується на основі маркера чи на основі координат користувача. Принцип маркерної технології полягає в тому, що програма отримує інформацію про стан маркера в просторі і може спроєктувати на нього якийсь віртуальний об'єкт. При даному способі маркери доповненої реальності відображаються на екрані електронного пристрою і змінюються залежно від дій того, хто навчається, а пристрій доповненої реальності враховує ці зміни. Такий спосіб дозволяє отримати необхідний рівень інтерактивності об'єктів у динамічних процесах. За рахунок того, що динамічний маркер може мати різні стани, ним можна моделювати різні керовані пристрої. Даний спосіб можна застосовувати і тоді, коли слід вибрати один об'єкт з безлічі. Тим самим досягається наближення моделювання до реальної діяльності, а також скорочення переліку ресурсів, необхідних для навчання. Для реалізації принципу побудови доповненої реальності на основі координат використовують оптичні системи, які реалізують більш складні алгоритми розпізнавання звичайних зображень або об'ємних тіл. У системах просторового трекінгу поточний стан об'єкта в просторі визначається на основі безперервного аналізу відеопотоку, що надходить з відеокамери в режимі реального часу та доповнюється сценами AR.

Найбільшою технічною проблемою при реалізації додаткової реальності є комп'ютерне розпізнавання об'єктів реального світу. Зчитування параметричних даних з різних датчиків, наприклад, координат GPS, не є проблематичним, але розпізнавання відеопотоку, що демонструє навколишнє середовище студента, викликає значні труднощі. Тому практично в усіх існуючих реалізаціях доповненої реальності для асоціації реальних і віртуальних об'єктів використовуються маркери − невеликі зображення, які легко розпізнати.

У ролі маркера виступає деяке спеціальне зображення, часто нанесене на аркуш паперу. Різні алгоритми розпізнавання зображень вимагають різних типів малюнків, які можуть сильно варіюватись. Маркерами можуть бути як геометричні фігури, так і об'єкти у формі прямокутного паралелепіпеда, і навіть очі та обличчя людей [5], [6]. Такий маркер можна помістити на об'єкт реального світу або поруч з ним. Відповідним об'єктом може виступати книга, буклет, інформаційний або лабораторний стенд. Для розпізнавання маркерів у реальному світі та відображення сцен доповненої реальності використовуються програми, що отримали назву браузерів доповненої реальності. Встановлена на мобільний пристрій, така програма дає можливість студенту, який працює з об'єктами реального світу, візуально побачити сцену доповненої реальності, що несе в собі необхідну інформацію. Ця технологія дозволяє досягти нового рівня візуалізації інформації (рис. 1).

а) реальний об`єкт (маркер)

б) віртуальный об`єкт (3D модель потягу «Тарпан», створена за допомогою графічного редактора Blender)

в) сцена доповненої реальності

Рис.1. Поєднання реального і віртуального об'єктів у вигляді об'єкта доповненої реальності, реалізованого за допомогою платформи Vuforia [6]

Схема реалізації доповненої реальності з використанням маркерної технології, мобільних пристроїв і браузерів доповненої реальності представлена на рис. 2.

Рис. 2. Схема реалізації доповненої реальності на основі маркерів та мобільних пристроїв користувача [2]

Вищезазначена схема реалізації доповненої реальності на основі маркерів та мобільних пристроїв передбачає, що деякий об'єкт реального світу, асоційований з комп'ютерним об'єктом, відзначений спеціально підготовленим маркером. Для розпізнавання маркера необхідний мобільний пристрій з камерою і встановленим браузером доповненої реальності. Після потрапляння в поле камери, маркер буде розпізнано програмою – і на екрані пристрою з'явиться сцена доповненої реальності. У цій сцені на зображення, що отримується з камери пристрою, буде накладено один або

кілька комп'ютерних елементів, таких як зображення, текст, відео, тривимірна модель тощо. Інтерактивна сцена передбачає не тільки відображення додаткових даних, але й подальшу взаємодію з користувачем на основі певного сценарію. За допомогою інтерактивної сцени можуть бути реалізовані віртуальні лабораторії, інструменти перевірки і самоперевірки знань тощо [2].

Функціональність та інформаційна насиченість сцени доповненої реальності багато в чому буде залежати від обраного браузера доповненої реальності.

Вибір навчальних матеріалів, розміщених на сцені доповненої реальності, багато в чому залежить від контексту, у якому розташований маркер, і, відповідно, навчальної діяльності студента.

3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Проаналізувавши (за можливостями розпізнавання образів, створення і редагування нових бліппів, організації доступу студентів до нових сцен тощо) такі браузери доповненої реальності, як Layar, Acrossair, Wikitude, Junaio от Metaio, Aurasma та BlippAR, ми зупинили свій вибір на браузері BlippAR. Ця програма має достатньо простий і зручний інтерфейс як для студента, так і для викладача, оснащена потужною системою розпізнавання образів, може працювати в дослідницькому режимі, намагаючись розпізнавати все, що потрапляє в поле зору камери мобільного пристрою і відображаючи додаткову інформацію про те, що вдалося розпізнати (рис. 3), а також є безкоштовною для використання з навчальною метою. Ще однією перевагою є позитивна оцінка зручності використання та наповнення інформаційного контенту доповненої реальності від фахівців-консультантів та потенційних роботодавців, які беруть активну участь у професійній підготовці майбутніх фахівців з метою отримання конкурентноздатного випускника.

Можливості BlippAR зі створення нових сцен доповненої реальності і організації доступу студентів до них зумовлюють доцільність їх застосування при організації комбінованого навчання.

Алгоритм дії викладача для створення нової сцени-сюжету наступний: необхідно зайти на сайт https://hub.blippar.com/, пройти реєстрацію і авторизацію. Після цього викладачеві буде доступний «особистий кабінет», у якому можна створювати і редагувати нові сюжети. Сюжети створюються і редагуються в межах певного проєкту, тому для початку роботи необхідно буде створити новий або вибрати існуючий проєкт. Після цього можна створити новий сюжет [2].

Створення сюжету починається із завантаження зображення маркера (рис. 3).

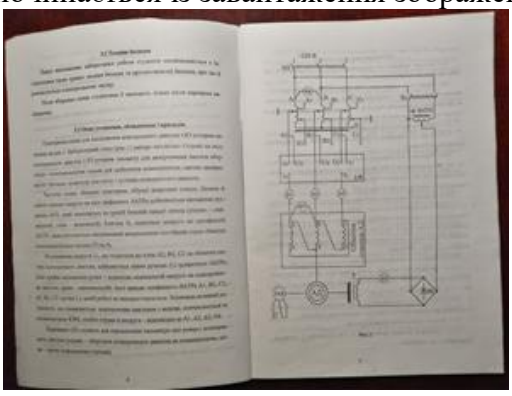

Рис.3 Схема лабораторного обладнання, що виступає в ролі маркера в методичних вказівках щодо виконання лабораторних робіт

Рекомендується обирати зображення з високою чіткістю, значною кількістю деталей, але не занадто дрібних. В іншому випадку розпізнавання маркера може бути ускладнене. Після завантаження маркера програма переходить у режим редагування сцени.

Для того, щоб студенту стало доступним зображення або відео, необхідно завантажити на свій смартфон мобільний додаток BlippAR, відсканувати з його допомогою схему-маркер (рис. 4,а) й одразу отримати докладне відеопояснення або інструкцію щодо принципів роботи технологічного обладнання та особливостей його конструкції (рис. 4,б).

а

б

Рис. 4. Процес сканування схеми-маркера за допомогою мобільного додатку для смартфону BlippAR – а; технологія доповненої реальності в дії – б.

Такі відеоінструкції можуть бути створені як викладачем, так і роботодавцем. Сучасні економічні умови ЗВО не дозволяють оновлювати матеріально-технічну базу освітніх програм та спеціальностей під кожне конкретне підприємство: по-перше, оновлення є надзвичайно вартісним, по-друге, деяке технологічне обладнання є дуже габаритним. До того ж, зважаючи на бажання роботодавців працевлаштовувати випускників, які добре знають специфічний процес і технології окремого виробництва, такі відеосцени доповненої реальності від них дозволяють задовольнити потреби в якісному контенті змісту дисциплін для всіх споживачів освітніх послуг.

Вибір контенту для завантаження в сценарії доповненої реальності дозволяє враховувати побажання всіх стейкхолдерів.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ефективність використання елементів доповненої реальності було досліджено при застосуванні даної технології під час комбінованого навчання студентів технічних спеціальностей Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Для оцінки якості засвоєння конструкції та набуття навичок роботи з обладнанням із застосуванням елементів доповненої реальності було обрано дві тестові групи по 30 студентів у кожній, в одній з яких (КГ) комбіноване навчання проходило з використанням традиційних і онлайн лекцій, тестових завдань у системі MOODLE, презентаційного матеріалу та традиційних методичних вказівок, а в другій (ЕГ) – окрім зазначеного, студентам було запропоновано встановити додаток BlippAR та вивчати елементи обладнання та відеоінструкцію до технологічної установки. Результати засвоєння теоретичних знань і набутих практичних навичок та розуміння процесів, що відбуваються в технологічній системі під час її роботи, було оцінено викладачем під час відпрацювання лабораторного практикуму. Засвоєні теоретичні знання та отримані

практичні навички в контрольній та експериментальній групах були також оцінені незалежними профільними фахівцями після проведення зрізу залишкових знань.

Критерієм оцінки якості засвоєння матеріалу було обрано рівень залишкових знань при підсумковому тестуванні, розподілений відповідно за високим, достатнім та низьким рівнями. Високий рівень передбачав отримання студентами за 100-бальною шкалою 82-100 балів, достатній – 64-81 бал, низький – 35-63 бали, що показано на рис. 5.

Рис.5 Результати тестового оцінювання рівня теоретичних знань студентів

Результати практичного виконання робіт з технологічним обладнанням: знання конструкцій, будови, функціональних особливостей, принципів роботи, монтажу, фізичних процесів, що відбуваються в елементах електромеханічного обладнання – було оцінено під час безпосереднього проведення лабораторних робіт з реальним обладнанням. Загальне оцінювання практичних навичок здійснювалось на основі сумарного балу викладача та фахових представників підприємств-роботодавців, що мали змогу спостерігати за роботою студентів онлайн.

Узагальнені результати оцінки якості засвоєння теоретичного матеріалу та набуття практичних навичок студентами контрольної та експериментальної груп, які відповідно навчались традиційно або із застосуванням технології доповненої реальності під час комбінованого навчання, подані на рис. 6.

Як свідчать результати експериментального дослідження, використання технології доповненої реальності під час комбінованого навчання підвищує ефективність формування фахових компетенцій у студентів технічних спеціальностей: щодо засвоєння теоретичних знань, відбулося збільшення якісної успішності на 13%, формування практичних навичок – на 12 %. Опитування студентів щодо доцільності використання елементів доповненої реальності під час позааудиторного навчання показало, що більш ніж 94% опитаних дали позитивний відгук, біля 6% констатували відсутність у них сучасних технологічних мобільних пристроїв, що не дозволяє їм дати адекватну відповідь на поставлене питання.

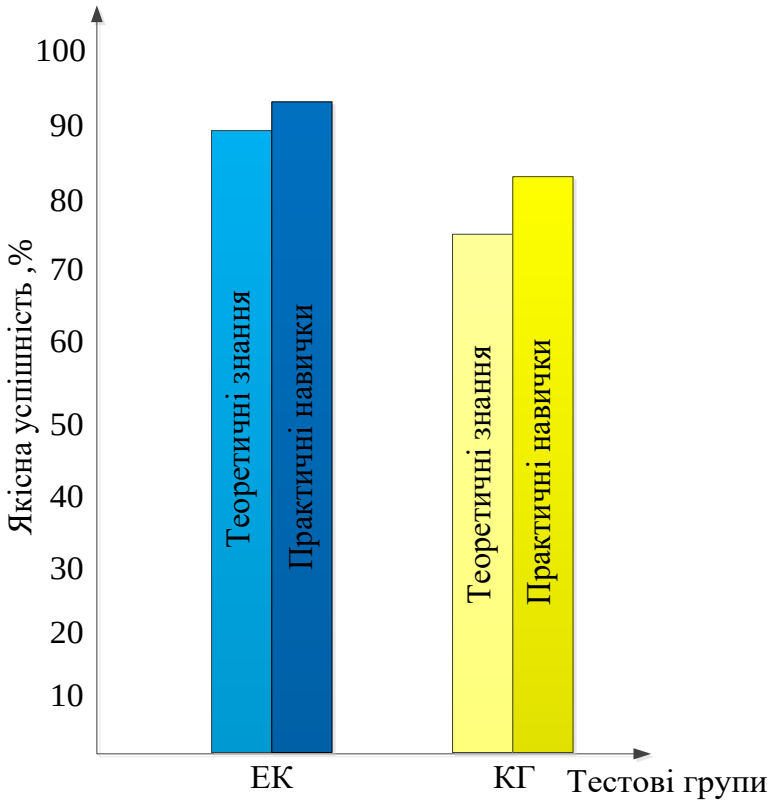

Рис. 6. Результати вимірювання якості засвоєння теоретичного матеріалу та набуття практичних навичок під час комбінованого навчання студентів ЕГ і КГ

Отримані дані дозволяють стверджувати, що цю технологію можна застосовувати при традиційному або комбінованому навчанні, оскільки використання доповненої реальності на мобільних пристроях дає змогу студентам закріплювати набуті практичні та теоретичні навички не лише у лабораторних умовах у відведений час, а і під час самостійного навчання.

5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Технологія доповненої реальності в професійній підготовці фахівців технічного профілю при комбінованому навчанні може бути використана для відтворення роботи обладнання в реальних робочих умовах, моделювання аварійних ситуацій, а також демонстрації конструкцій і процесів, які відбуваються всередині складних технологічних комплексів.

Використання технології доповненої реальності в традиційному і комбінованому навчанні поряд з навчальними об'єктами, які мають комп'ютерну та некомп'ютерну природу, забезпечує візуалізацію специфічних за своєю організацією навчальних об'єктів доповненої реальності, що об'єднує в собі сутності з комп'ютерного та реального світу. Важливою умовою впровадження технології доповненої реальності є наявність технічних можливостей реалізації та доступу до них, забезпечення відповідними пристроями, програмами, можливість дотримання умов і способів роботи з ними.

Організація доступу до доповненої реальності з використанням маркерів, мобільних пристроїв і браузерів дає змогу створювати доповнену реальність різної

складності і змісту, що забезпечує можливість її використання в різних контекстах і навчальних ситуаціях. Зміст сцен доповненої реальності доцільно погоджувати з представниками роботодавців, дотичних до відповідних освітніх програм, оскільки це сприяє зануренню здобувачів вищої освіти технічного спрямування в реальне виробниче середовище.

Експериментальне дослідження ефективності застосування засобів доповненої реальності при комбінованому навчанні студентів технічних спеціальностей та їх опитування підтвердило доцільність її впровадження.

Перспективними напрямами подальшого дослідження є використання технології доповненої реальності в організації дистанційного і комбінованого навчання в навчальних закладах різного рівня, а також у системах підготовки і перепідготовки висококваліфікованих кадрів на підприємствах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] А. М. Стрюк, «Проєктування комбінованого навчання системного програмування бакалаврів програмної інженерії. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики.* Кривий Ріг: Видавничий відділ НМстАу, с. 157-164, 2012.

[2] A. M. Стрюк, (2018) Designing of augmented reality learning objects Transactions. Georgian Technical University. Automated control systems, 2 (26). pp. 127-134. ISSN 1512-3979.

[3] Л. Ю. Шилин, М. С. Шмаков, С. В. Батюков, *Дистанционное обучение техническим дисциплинам*. Минск, Белорусь: Вышэйшая школа, 2005.

[4] В. Ю. Биков., В. М. Кухаренко, Н. Г. Сиротенко, О. В. Рибалко, Ю. М. Богачков, *Технологія створення дистанційного курсу*. Навчальний посібник Київ: Міленіум, 2008.

[5] Т. Б. Поясок, О. І. Беспарточна, «Організація педагогічної взаємодії учасників освітнього процесу в комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі закладу вищої освіти». *Інформаційні технології і засоби навчання, Том* 67, №5, с. 199-212, 2018.

[6] И. А. Благовещенский, Н. А. Демьянков, «Технологии и алгоритмы для создания дополненной реальности» *Моделирование и анализ информационных систем*. с.129–138, 2013.

[7] M. Akcayir, G. Akcayir, «Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature». *Educational Research Review.* 20, 1–11, 2017.

[8] Д. А. Арсентьев, «Внедрение элементов дополненной реальности в учебно-методическую литературу», *Университетская книга: традиции современность материалы научно-практической конференции.* с.18-22, 2015.

[9] Joachim Scholz, Andrew Smith *Augmented Reality: Designing Immersive Experiences That Maximize Consumer Engagement Business Horizons* 59(2):149-161 · March 2016, doi: 10.1016/j.bushor.2015.10.003

[10] H. Kauffmann, M. Papp, «Learning objects for education with augmented reality», *Proceedings of European Distance and E-Learning Network*. Vienna, 2006. pp. 160-165.

[11] H. Kaufmann, B. Meyer, «Simulating educational physical experiments in augmented reality», *Proceeding of the International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, у, ACM SIGGRAPH ASIA, Singapore (2008), pp. 1-8, doi.org/10.1145/1507713.1507717

[12] David Perez-Lopezc, Jorge Martin-Gutierreza, Egils Guintersb, «Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, V. 51, 2012, pp. 832-839, https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.

[13] Н. О. Гончарова, «Візуалізація навчальної інформації через використання технології доповненої реальності», *Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*, *18–19 квітня 2019 року, Київ. нац. ун-т культури і мистецтв*. Київ: Видавничий центр КНУКіМ, 2019.

[14] Є. О. Модло, Ю. В. Єчкало, С. О. Семеріков, В. В. Ткачук, *Використання технології доповненої реальності у мобільно орієнтованому середовищі навчання* ВНЗ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZPMFMTO/article/viewFile/1115/1094. Дата звернення: 04.07.2020 р.

[15] О. В. Сироватський, С. О. Семеріков, Є. О. Модло, Ю. В. Єчкало, С. О. Зелінська, «Проєктування програмних засобів доповненої реальності навчального призначення», *Computer Science & Software Engineering Proceedings of the 1st Student Workshop, CS&SE@SW 2018*, Kryvyi Rih, Ukraine, November 30, c.193-225, 2018.

[16] О. Ю. Чубукова, І. В. Пономаренко, «Інноваційні технології доповненої реальності для викладання дисциплін у вищих навчальних закладах України». *Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку.* № 16. с. 20-27, 2018.
[17] Н. М. Задерей, І. Ю. Мельник, Г. Д. Нефьодова, «Сучасні підходи до STEM-навчання в університетській освіті». *Scientific Journal "Virtus" Issue # 5, February*, p. 152 – 155. 2016.

Матеріал надійшов до редакції 21.03.2021 р.

USE OF THE AUGMENTED REALITY APPLICATION BLIPPAR IN THE PROCESS OF COMBINED EDUCATION OF STUDENTS OF TECHNICAL SPECIALTIES

Tamara B. Poyasok
Doctor of Pedagogical Sciences, Department of Psychology, Pedagogy and Philosophy, Professor
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine
ORCID ID 0000-0003-2818-6524
poyasoktb@ukr.net

Olena I. Bespartochna
PhD of Pedagogical Sciences, Department of Psychology, Pedagogy and Philosophy, Associate Professor
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-8210-314x
bespartochnay@ukr.net

Olha O. Chencheva
PhD of Technical Sciences, Machine Tools and Machine Complexes Department
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-8826-3248
chenchevaolga@gmail.com

Volodymyr V. Chenchevoi
PhD of Technical Sciences, Systems of Automatic Control and Electric Drive Department
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-6478-3767
vladchen.86@gmail.com

Abstract. The urgency of the problem of using augmented reality technology in the process of combined education of students of technical specialties, due to need for them to acquire practical skills in working with equipment, understanding of physical processes and design elements of complex technological systems is proved. It is determined that augmented reality technologies contribute to the full provision of students with the opportunity to remotely acquire professional competencies necessary for the calculation, design and use of technological equipment without its actual availability. The expediency of introduction for technical specialties at combined training with use of elements of augmented reality is substantiated. The advantages of using augmented reality technologies in the study of technical disciplines are considered; methods of its application in the process of combined education of students of technical specialties in the aspect of acquisition of professional competencies by students are offered; the practical results of application of the offered technologies of the augmented reality are resulted. The peculiarities of the use of methodological support with the use of augmented reality technologies in the teaching of technical disciplines and workshops in mastering master's and bachelor's programs are covered within the combined training. Possibilities and features of the organization of students' training with application of methodical maintenance with use of technologies of the augmented reality of BlippAR on an example of experience of use in educational process of Kremenchuk of Mikhail Ostrogradsky National University during quarantine are described. The effectiveness and feasibility of using this type of technology in the combined training of students of technical specialties based on the results of experimental research, which confirmed that the use of augmented reality technology in the training of future technical specialists in this form of education helps to improve the success of higher education.

Keywords: combined (blended) learning; augmented reality technology; information and communication technologies; mobile devices; remote technologies.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

[1] A. M. Striuk (2012) "Design of the combined training of the system programming of software engineering bachelors". *Theory and methods of teaching mathematics, physics, computer science.* Kryvyi Rih: NMstAu Publishing Department, pp.157-164 (in Ukrainian).
[2] L. I. Shylin, M. S Shmakov, S. V. Batiukov. (2005) *Distance learning of the technical disciplines*. Minsk, Belarus: Higher School (in Russian).
[3] V. I. Bykov, V. M. Kukharenko, N. G. Syrotenko, O. V. Rybalko, I. M. Bohachkov (2008). *Technology of creating a distance course*. Textbook. Kyiv: Millennium (in Ukrainian).
[4] Poyasok T. B., Bespartochna O. I. (2018), "Organization of pedagogical interaction of participants of educational process in computer-oriented educational environment of higher education institution". *Information Technologies and Learning Tools*, 67, pp.199-212. (in Ukrainian).
[5] Y. A. Blahoveshchenskyi, N. A. Demiankov (2013). "Technologies and algorithms for creating augmented reality". *Modelirovanie i analiz informacionnyh system*, pp.129 – 138 (in Russian).
[6] M. Akcayir, G. Akcayir, (2017). "Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature". *Educational Research Review*, 20, pp.1–11 (in English).
[7] D. A. Arsent'ev (2015). "The introduction of elements of augmented reality in the educational literature". *Universitetskaja kniga: tradicii sovremennost' materialy nauchnoprakticheskoj konferencii*, pp.18 – 22 (in Russian).
[8] G. Pushkarev (2019). *Augmented Reality (AR): Prospects and Future of Technology*. Komsomol'skaja pravda. [Online]. Available: https://www.kp.ru/putevoditel/tekhnologii/dopolnennaya-realnost (in Russian).
[9] Joachim Scholz, Andrew Smith *Augmented Reality: Designing Immersive Experiences That Maximize Consumer Engagement Business Horizons* 59(2):149-161 · March 2016 DOI: 10.1016/j.bushor.2015.10.003 (in English).
[10] H. Kauffmann, M. Papp, "Learning objects for education with augmented reality", *Proceedings of European Distance and E-Learning Network*. Vienna, 2006. pp. 160-165. (in English).
[11] H. Kaufmann, B. Meyer, "Simulating educational physical experiments in augmented reality", *Proceeding of the International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, y, ACM SIGGRAPH ASIA, Singapore (2008), pp. 1-8, doi:doi.org/10.1145/1507713.1507717 (in English).
[12] David Perez-Lopezc, Jorge Martin-Gutierreza, Egils Guintersb, «Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, V. 51, 2012, pp. 832-839, doi:https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08 (in English).
[13] N. O. Goncharova , "Visualization of primary information through the use of technological technologies of updated reality". *Informatsiini tekhnolohii v kulturi, mystetstvi, osviti, nautsi, ekonomitsi ta biznesi: materialy Mizhnarodnoi nauko-vo-praktychnoi konferentsii, 18–19 kvitnia 2019 roku*. Kiïv: Vidavnichij centr KNUKiM (in Ukrainian).
[14] Ye. O. Modlo, Yu. V. Yechkalo, S. O. Semerikov & V. V. Tkachuk, "The use of augmented reality technology in a mobile-oriented learning environment". [Online]. Available: https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZPMFMTO/article/viewFile/1115/1094 (in Ukrainian).
[15] O. V. Syrovatskyi, S. O. Semerikov, Ye. O. Modlo, Yu. V. Yechkalo & S. O. Zelinska (2018). "Designing Augmented Reality Educational Purposes Computer Science & Software Engineering" *Proceedings of the 1st Student Workshop*. CS&SE@SW 2018, pp.193 – 225 (in Ukrainian).
[16] O. Yu. Chubukova, I. V. Ponomarenko (2018), "Innovative augmented reality technologies for teaching disciplines in Ukrainian higher education institutions". *Problemy innovatsiino-investytsiinoho rozvytku*, 16, pp.20 – 27 (in Ukrainian).
[17] N. M. Zaderei, I. Yu. Melnyk & H. D. Nefodova (2016). "Modern approaches to STEM-education in university education". *ScientificJournal "Virtus*" Issue, 5, pp.152 – 155 (in Ukrainian).

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.