



Шищенко І. Деякі аспекти впливу цифрових технологій на освітній процес закладів вищої освіти: огляд проблем та викликів. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2022. Том 10, № 5. С. 42-47. DOI: 10.31110/2616-650X-vol10i5-006

Shyshenko I. Deiaiki aspekty vplyvu tsyfrovykh tekhnolohii na osvittinii protses zakladiv vyshchoi osvity: ohliad problem ta vyklykiv [Some aspects of the impact of digital technologies on the educational process of higher education: an overview of problems and challenges]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2022. Vol. 10, № 5. S. 42-47. DOI: 10.31110/2616-650X-vol10i5-006

УДК 378.147

DOI: 10.31110/2616-650X-vol10i5-006

Інна ШИШЕНКО

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-1026-5315>

shiinna@ukr.net

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ОГЛЯД ПРОБЛЕМ ТА ВИКЛИКІВ

Анотація. Педагогічна практика зазнала значного впливу прогресу науки і техніки за останні кілька десятиліть, у той же час система освіти за останні роки мала швидко та активно реагувати на виклики, поставлені пандемією вірусу Covid19 та російсько-українською війною. Зрештою, інтеграція цифрових технологій у викладання та навчання відкриває значний потенціал для закладів вищої освіти, проте і створила нові виклики для викладачів через їх здатність реалізовувати нові форми освіти в цифровому середовищі. Навчання в цифровому середовищі набуває різних форм, включаючи дистанційне навчання, активне навчання, спільне навчання, ігри, моделювання тощо. У той же час реалізація нових вимог і можливостей, що надаються передовими цифровими інструментами, потребує роботи у груповому контексті, обговорення студентами ідей один одного, залучення до повної співпраці у визначенні проблеми, проектування тощо. Проведене дослідження показує, що удосконалення і розвиток інформатизації та комп'ютеризації освітнього процесу ЗВО потребує вирішення наступних завдань: розвиток матеріальної бази – надання доступу суб'єктам освітнього процесу до роботи із сучасним технічним та програмним забезпеченням; удосконалення методології – добір способів і методів для ефективного використання цифрових технологій в освітньому процесі; забезпечення активного спілкування – комунікація всіх учасників освітнього процесу засобами цифрових технологій та нові шляхи їх використання в освітній діяльності ЗВО. Основними педагогічними цілями використання цифрових технологій у професійній підготовці майбутніх бакалаврів середньої освіти є розвиток особистості студента, підготовка його до комфортного життя в умовах цифрового суспільства, зокрема розвиток різних видів мислення та комунікативних здібностей; реалізація соціального замовлення відповідно до потреб інформаційного суспільства і етапу його інформатизації; інтенсифікація всіх рівнів освітнього процесу та підвищення ефективності і якості освітнього процесу за рахунок реалізації всього дидактичного потенціалу цифрових технологій; забезпечення підвищення мотивації до навчання через комп'ютерну візуалізацію інформації, можливості інтерактивної взаємодії суб'єктів освітнього процесу.

Ключові слова: цифрові технології; заклади вищої освіти; професійна підготовка; майбутні бакалаври середньої освіти.

Inna SHYSHENKO

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-1026-5315>

shiinna@ukr.net

SOME ASPECTS OF THE IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON THE EDUCATIONAL PROCESS OF HIGHER EDUCATION: AN OVERVIEW OF PROBLEMS AND CHALLENGES

Abstract. Pedagogical practice has been significantly influenced by the progress of science and technology over the past few decades, at the same time, the education system in recent years had to quickly and actively respond to the challenges posed by the Covid19 virus pandemic and the Russian-Ukrainian war. Ultimately, the integration of digital technologies into teaching and learning opens up significant potential for higher education institutions, but it has also created new challenges for teachers due to their ability to implement new forms of education in a digital environment. Digital learning takes many forms, including distance learning, active learning, collaborative learning, games, simulations, and more. At the same time, the implementation of new requirements and opportunities provided by advanced digital tools requires working in a group context, students discussing each other's ideas, engaging in full cooperation in problem definition, design, etc. The conducted research shows that the improvement and development of informatization and computerization of the educational process requires solving the following tasks: development of the material base - providing access to subjects of the educational process to work with modern technical and software; improvement of methodology - selection of methods and methods for effective use of digital technologies in the educational process; ensuring active communication - communication of all participants in the educational process by means of digital technologies and new ways of using them in educational activities. The main pedagogical goals of using digital technologies in the professional training of future bachelors of secondary education are the development of the student's personality, preparing him for a comfortable life in the conditions of a digital society, in particular, the development of different types of thinking and communication skills; implementation of the social order in accordance with the needs of the information society and the stage of its informatization; intensification of all levels of the educational process and increasing the efficiency and quality of the educational process due to the realization of the entire didactic potential of digital technologies; ensuring increased motivation to study through computer visualization of information, opportunities for interactive interaction of subjects of the educational process.

Keywords: digital technologies; institutions of higher education; professional training; future bachelors of secondary education.

Постановка проблеми. Зі стрімким розвитком цифрових технологій у нашому повсякденному житті відбуваються значні зміни. Більшість із нас стали досить залежними від новітніх технологій – 78,3% населення розвинених країн світу та 32,4% населення країн, що розвиваються, є користувачами Інтернету, і ці числа з кожним роком зростають. Такі інновації створюють широкі можливості і для системи освіти, водночас створюючи й нові виклики. Педагогічна практика зазнала значного впливу прогресу науки і техніки за останні кілька десятиліть, у той же час система освіти за останні роки мала швидко та активно реагувати на виклики, поставлені пандемією вірусу Covid19 та російсько-українською війною. Зрештою, інтеграція цифрових технологій у викладання та навчання відкриває значний потенціал для закладів вищої освіти, проте і створила нові виклики для викладачів через їх здатність реалізовувати нові форми освіти в цифровому середовищі. Як наслідок, значні зміни відбулися в навчальних програмах багатьох спеціальностей, зокрема у підготовці майбутніх бакалаврів середньої освіти. Навчання в цифровому середовищі набуває різних форм, включаючи дистанційне навчання, активне навчання, спільне навчання, ігри, моделювання тощо. У той же час реалізація нових вимог і можливостей, що надаються передовими цифровими інструментами, потребує роботи у груповому контексті, обговорення студентами ідей один одного, залучення до повної співпраці у визначенні проблеми, проектування тощо.

Дослідження використання цифрових середовищ в освіті надають переконливі докази потенціалу нових цифрових платформ для сприяння більш ефективному навчанню. Однією з основних визначених переваг цифрової освіти є те, що цифрові навчальні платформи пропонують синтетичні онлайнові середовища, багаті даними, із засобами інформації та комунікації. На таких платформах студенти стають віртуальними персонажами (аватарами), які занурюються у віртуальну реальність для спільної роботи та навчання. Подібним чином це нове середовище навчання та викладання надає викладачам можливість створити конструктивне середовище, в якому знання здобуваються, а навчання є активним процесом. Відповідно постає питання систематизації існуючих технічних досягнень, які використовуються у вищій педагогічній освіті, а також узагальнення проблем їх використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На початках організація освітнього процесу вимагала, щоб і вчителі, і учні були одночасно в одному місці. Інструменти письма та друковані ЗМІ зробили революцію в поширенні знань та ідей. Водночас просвітницькі товариства почали засновувати офіційні заклади освіти. Класні кімнати були призначеним місцем для студентів і вчителів. Проте класи не були єдиним місцем для навчання. Бібліотеки надали ширший доступ до знань і стали ще одним центром отримання та обміну знаннями. Вища освіта пережила перехід від аудиторного до дистанційного навчання. Почала формуватися ідея дистанційної освіти – освіти, де студентам надаються навчальні матеріали та інструкції, більш відома як заочне навчання. Провідну роль у цій формі навчання почали відігравати університети. Запровадження телерадіомовлення дозволило організувати навчання ширшої аудиторії, оскільки ліцензії на радіомовлення отримали також і заклади освіти [2]. Пізніше як засіб навчання почали транслювати телевізійні лекції. Також з'явилися змішані підходи до викладання, які включали поєднання заочного навчання та телерадіоматеріалів. Телемовлення надзвичайно допомогло покращити якість зв'язку, як з точки зору часу, необхідного для спілкування, так і щодо якості зв'язку. Однак одна з найбільших перешкод на шляху широкого впровадження таких каналів полягає в тому, що вони підтримують лише односторонній зв'язок. Не було ефективних способів дізнатися, як повідомлення було отримано на іншому кінці в реальному часі. Крім того, деякі предмети більше підходять для формальної та неформальної освіти, інші, такі як технічні чи наукові дослідження потребують більш практичного підходу. Незважаючи на те, що ця технологія розвивалася семимильними кроками, вона все ще знаходилася в зародковому стані з точки зору моделювання досвіду реального світу, необхідного для багатьох дисциплін, які вимагають великої кількості практичних занять.

З появою цифрових технологій дистанційна освіта переживає новий рівень трансформації [3]. Нині університети пропонують віртуальні курси, які можна пройти онлайн. Подібно до заочного навчання, ці заняття долають бар'єри місця та часу. Однак ці заняття є значно кращими, ніж заочне навчання, через удосконалення, яке ми відчуваємо в спілкуванні в цифровому середовищі. Позитивним моментом є те, що курси доступні для більшої кількості студентів, ресурси є багатими та доступними в різних форматах, а різноманітні платформи дозволяють студентам і викладачам ефективно взаємодіяти. З іншого боку, віртуальним аудиторіям бракує реальної взаємодії між учнями та вчителями. Курси, які потребують командної роботи, можуть страждати від відсутності ефективних віртуальних платформ для співпраці. Значна кількість цифрових навчальних матеріалів вимагає оцінки якості цих матеріалів. Цифровий характер багатьох ресурсів часто ускладнює для викладача та студента збереження або використання ресурсу [4].

Психолого-педагогічним особливостям організації навчання у закладах вищої освіти, дидактичним основам розробки й упровадження інноваційних технологій під час підготовки

педагогічних кадрів, аналізу основних аспектів інформатизації навчального процесу, визначенню стратегії впровадження ІКТ у процес навчання присвятили свої дослідження А. М. Алексюк, В. М. Галузинський, С. У. Гончаренко, В. Ю. Биков, Є. Ф. Вінниченко, М. І. Жалдак, В. Ф. Заболотний, В. І. Ключко, М. П. Лапчик, Н. В. Морзе, С. М. Овчаров, С. А. Раков, Ю. С. Рамський, О. В. Семеніхіна, С. О. Семеріков, С. О. Сисоєва, О. В. Співаковський, О. М. Спірін, Ю. В. Триус, М. Г. Чобітько, С. М. Яшанов та інші.

Традиційне навчання в аудиторії також зазнає зміни в стилях викладання через появу цифрових технологій. Щоб підтримувати різні підходи до навчання, аудиторії краще обладнані для підключення до кількох платформ (наприклад, настільного комп'ютера, ноутбука та мобільних пристроїв). Проектори розвинулися від непрозорих проекторів, які використовували світло для проектування нотаток, до цифрових сенсорних пристроїв, які можна підключати до комп'ютерів, дозволяючи викладачам ділитися своїми конспектами лекцій зі студентами. Такі налаштування заохочують більшість закладів розвивати спільне навчання за допомогою комп'ютерних завдань [1]. Різні гаджети, такі як ноутбуки, планшети та мобільні телефони, змінюють сферу викладання та навчання [5]. Лекції проводяться поза аудиторіями за допомогою методу перевернутого навчання [2]. Доведено, що деякі з цих методів навчання покращують взаємодію між викладачами та здобувачами освіти, мають потенціал для покращення якості навчання та інколи демонструють більше залучення студентів [6; 7]. Проте ще належить з'ясувати, як ці технології застосовують різні вчителі з різними стилями викладання.

Метою дослідження є оцінка загального впливу цифрових технологій на різні педагогічні технології та залучення студентів до навчання.

Методи дослідження. Системний аналіз наукової, навчальної та методичної літератури, порівняння та синтез теоретичних положень та узагальнення власного педагогічного досвіду та досвіду колег з інших закладів вищої освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. У освітньому процесі ЗВО лекції відіграють ключову роль у навчанні, і цифрові технології змінюють характер проведення лекцій, оскільки новітні технології дозволяють педагогам використовувати анімацію та симуляції у процесі проведення лекційного заняття.

Викладення лекції завжди передбачало спілкування лектора з аудиторією в тій чи іншій формі. Наприклад, лекцій на складні теми спеціальних математичних курсів, які передбачають монолог лектора, передбачають пасивне навчання. Така пасивна комунікація зберіглася з впровадженням технологій радіомовлення. Легкість запису відео та їх редагування розширюють межі запису лекторів, і викладачі знімають свої лекції під час проведення або поза заняттям. Безкоштовні відеохостинги, такі як YouTube, Vimeo тощо, допомагають зробити ці відео загальнодоступними. Ці сайти дозволяють студентам переглядати лекції у зручний для них час, студенти можуть контролювати темп цих лекцій і переглядати їх неодноразово. Однак динамічну взаємодію в реальному часі в аудиторії неможливо відтворити за допомогою цих відео, викладачу складно оцінити розуміння студентами викладеного матеріалу під час використання таких методів. Проте, наприклад у методі перевернутого класу, відеолекції використовуються як додатковий матеріал, і викладачі витрачають свій час в аудиторії лише на розв'язування практичних завдань [2].

Окремою проблемою під час проведення відеолекцій є контроль якості їх змісту, оскільки будь-хто, маючи правильний цифровий інструмент, може створювати та розмішувати відео на різні теми, не обов'язково при цьому маючи відповідні знання та науковий ступінь. Викладачі та студенти повинні з обережністю використовувати навчальних відеоматеріалів сторонніх виробників. Цифрові ресурси, розміщені в Інтернеті, є тимчасовими за своєю природою – їх можна видалити або відредагувати в будь-який час, не зберігаючи та не передаючи джерела походження ресурсу, що не дозволяє викладачам повною мірою покладатися на цифрові ресурси, розроблені іншими.

Демонстрація є невід'ємною частиною лекції для майбутніх бакалаврів середньої освіти з багатьох дисциплін. Різні цифрові технології, програмне забезпечення для презентацій, такі як PowerPoint чи Keynote впливають на те, як викладачі демонструють будь-яку тему. Проте дослідження показують, що ефективність застосування таких технологій сильно залежить від педагогічного стилю лектора [4]. Крім того, прогрес у технологіях візуалізації дозволив створювати візуальні засоби для ефективною демонстрації нових концепцій, лектори використовують презентації, моделювання та анімацію, щоб зробити свої лекції виразними і демонстративними, щоб покращити сприйняття матеріалу студентами, які краще засвоюють виклад з візуальними елементами [4; 5].

Візуалізація, анімація та моделювання – це різні способи представлення абстрактних понять в інтерактивний спосіб. Викладачі з різних дисциплін використовують ці засоби навчання. Візуалізація може бути статичною і динамічною. Статичні візуалізації часто включають зображення, фігури та діаграми. Динамічні візуалізації показують розвиток концепції разом зі змінами стану. Візуалізація та анімація часом можуть бути схожими, однак, порівняно з візуалізацією, анімація не підтримує взаємодії

з користувачем. Симуляція – це розширена версія візуалізації, де складна модель змінює свій стан відповідно до введених користувачем даних і попередньо визначених правил. Моделювання використовувалося в багатьох сферах вищої освіти, зокрема під час професійної підготовки майбутніх учителів фізико-математичних дисциплін.

Вплив таких технологій на освітній процес є різноманітним. Позитивним є те, що ці матеріали можна багаторазово використовувати, ними можна ділитися, їх можна анімувати та дозволяють викладачеві проводити більше часу, спілкуючись зі студентами. З іншого боку, підготовка такого матеріалу потребує часу, а викладачі потребують технічної підтримки в його підготовці та використанні. Такі матеріали можуть підвищити темп лекції, що ускладнить роботу менш підготовлених студентів. Дослідження підтверджують, що в порівнянні з традиційними лекціями використання такого програмного забезпечення забезпечує активізацію пізнавальної діяльності студентів під час лекції [6; 7].

Іншим аспектом впливу цифрових технологій на освітній процес підготовки майбутніх бакалаврів середньої освіти є те, що цифрові технології починають доповнювати або замінювати традиційну паперову книгу. Зараз багато друкованих книг мають електронні версії, відомі як електронні книги (електронні книги). Портативність електронних книг є однією з їхніх найбільших переваг їх використання. Порівняно з паперовими книгами, електронні книги коштують дешевше, можуть містити інтерактивну анімацію та симуляцію для опису понять, можуть мати інтегровані елементи для оцінювання. Проте, якість електронних книг викладач має особисто оцінювати, щоб прийняти обґрунтоване рішення щодо її використання в освітньому процесі. Загальна якість підручника має досягати певного стандарту, щоб бути ефективним і корисним.

В аудиторії під час заняття викладачі, зокрема фізико-математичних дисциплін, витрачають досить багато часу на пояснення нових понять. Натомість динамічні властивості багатьох електронних книг (наприклад, анімація та моделювання) допомагають викладачам передавати ту саму інформацію, не витрачаючи багато часу та зусиль на представлення тем під час заняття. Однак слід мати на увазі, що хоча деякі студенти активно сприймають візуальні підказки, інші студенти краще реагують на слухові інструкції та пояснення до навчального матеріалу. Тому інтерактивні цифрові книги лише додають ще один рівень діяльності для підтримки навчання. Також деякі з цих електронних книг дозволяють викладачам переглядати дії студентів у книзі (наприклад, виконання вправ і перегляд прикладів) [3]. Знання того, чи приділили студенти достатньо часу темі, дозволяє викладачам краще оцінювати успішність студентів, а також оцінювати рівень залучення студентів та їх мотивації до навчання.

В останні роки електронні книги також почали інтегрувати в систему оцінювання. Це дозволяє викладачам переглядати та вимірювати рівень навчальних досягнень студентів. Хоча цифрове оцінювання зазвичай дозволяє швидше виставляти оцінки, проблеми цієї методики включають стандартизований підхід у вигляді тестування. Було розроблено різні системи, щоб зробити оцінювання надійним і ефективним. Такі системи, як Kahoot, LearningApps тощо, дозволяють викладачам ділитися інтерактивними завданнями, повторно використовувати їх, залучати студентів і переглядати відповіді студентів у реальному часі. Багато з цих систем не прив'язані до жодного конкретного підручника чи посібника та не вимагають тривалого налаштування, що робить їх універсальними засобами оцінювання для використання в різних курсах.

Проте ефективність цифрових систем оцінювання також потребує аналізу. Більшість, якщо не всі, поточних систем оцінювання передбачають однотипні запитання з кількома варіантами відповіді або запитання «вірно-неправда». Однак автоматичне оцінювання коротких відповідей і есе порівняно складніше. У таких випадках завдання мають бути конкретними щодо вимог, що вимагає від викладачів значної кількості часу на розробку таких завдань.

З віртуальними методами викладання та ресурсами потреба в ефективній комунікації між студентами та викладачами значно зростає. Для викладачів важливо мати можливість спілкуватися зі студентами за допомогою кількох каналів зв'язку. Методи віртуального спілкування включають електронну пошту, відеоконференції тощо. Ці засоби підтримують спілкування «один-до-одного», «один-до-багатьох» і «багато-до-багатьох». Програмне забезпечення для спілкування з відкритим кодом, такі як Skype, Zoom чи GoogleMeet, дозволяє викладачам і студентам спілкуватися в реальному часі. Деякі платформи надають послуги спільного використання екрана разом із можливостями відеоконференцій. Викладачі також повинні спілкуватися з академічною групою студентів у цілому. Форуми, дошки обговорень і вікі зазвичай використовуються як засоби такого групового спілкування. Зокрема, професійна підготовка майбутніх бакалаврів освіти, як жодна інша спеціальність, потребує використання ефективних комунікаційних платформ для підтримки віртуальної співпраці в освітньому процесі педагогічних ЗВО. Однак такі платформи часто вимагають активної та інтенсивної модерації, щоб забезпечити студентам таке конструктивне цифрове освітнє середовище, яке заохочує

до вивчення, яке дозволяє студентам підтримувати один одного та отримувати консультації викладача.

Системи керування курсами, такі як Moodle, Classroom тощо, пропонують інтегровану платформу для управління освітніми ресурсами, спілкуванням та оцінюванням студентів. Ці системи доступні або комерційно, або з відкритим кодом. Порівняно з рішеннями з відкритим кодом, комерційні системи керування курсами часто менш гнучкі в оновленні своїх можливостей і дорожчі. Через складність цих систем установам потрібен спеціальний технічний персонал для налаштування та обслуговування послуг. Останніми роками з'являються рішення з відкритим вихідним кодом для створення онлайн-курсів. Викладачі можуть створити онлайн-курс за допомогою EdX, Coursera, Prometheus тощо. Ці системи прокладають шлях для таких рухів, як масові відкриті онлайн-курси. Більшість таких курсів є безкоштовними, тому будь-хто має змогу записатися на ці курси, відвідувати їх онлайн і отримати сертифікат. Серед труднощів таких відкритих онлайн курсів слід назвати підтримку мотивації студентів, ефективність оцінювання студентів, а також створення й управління продуктивним середовищем для співпраці. Також різні викладачі можуть використовувати різні системи для відкритих онлайн курсів, і студентам може бути складно працювати у кількох системах одночасно.

Отже, основними педагогічними цілями використання цифрових технологій у професійній підготовці є:

1) розвиток особистості студента, підготовка його до комфортного життя в умовах інформаційного (цифрового) суспільства, зокрема розвиток різних видів мислення та комунікативних здібностей; формування естетичної культури за рахунок візуалізації інформації засобами програм комп'ютерної графіки, мультимедійних технологій; формування умінь знаходити оптимальні рішення в непередбачуваних складних ситуаціях; розвиток умінь здійснювати експериментально-дослідницьку діяльність – комп'ютерне моделювання, дослідження новітніх засобів ІКТ; формування інформаційної культури, здатностей здійснювати обробку різнотипної інформації засобами відповідного програмного забезпечення тощо;

2) реалізація соціального замовлення відповідно до потреб інформаційного суспільства і етапу його інформатизації;

3) інтенсифікація всіх рівнів освітнього процесу: підвищення ефективності і якості освітнього процесу за рахунок реалізації всього дидактичного потенціалу цифрових технологій; забезпечення підвищення мотивації до навчання через комп'ютерну візуалізацію інформації, можливості керування діяльністю студентів, інтерактивної взаємодії суб'єктів освітнього процесу; розширення і поглиблення міжпредметних зв'язків за рахунок використання сучасних засобів обробки текстової, графічної, аудіовізуальної інформації при розв'язуванні задач із різних предметних областей тощо.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проведене дослідження показує, що удосконалення і розвиток інформатизації та комп'ютеризації освітнього процесу ЗВО потребує вирішення наступних завдань:

- розвиток матеріальної бази – надання доступу суб'єктам освітнього процесу до роботи із сучасним технічним та програмним забезпеченням;
- удосконалення методології – добір способів і методів для ефективного використання цифрових технологій в освітньому процесі;
- забезпечення активного спілкування – комунікація всіх учасників освітнього процесу засобами цифрових технологій та нові шляхи їх використання в освітній діяльності ЗВО.

У подальшому важливо обґрунтувати, яким чином систематична інтеграція цифрових освітніх ресурсів може підвищити ефективність навчання студентів, їхню мотивацію та увагу, забезпечити формування ключових професійних компетентностей.

Список використаних джерел

1. Kesim M., Ozarslan Y. Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2012. № 47. P. 297-302.
2. Kleyman B. Welcome to Fog Computing: Extending the Cloud to the Edge. URL: <http://www.cisco.com>.
3. Lee K. Augmented reality in education and training. *TechTrends*. 2012. № 56(2). P.13-21.
4. Lin H., Dwyer F. M. The effect of static and animated visualization: a perspective of instructional effectiveness and efficiency. *Education Tech. Research Dev*. 2010. Vol. 58. P. 155-174.
5. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrović V.M., Jovanović K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*. 2016. № 95. P. 309-327.
6. Semenikhina O. V., Drushlyak M. G., Bondarenko Yu. A., Kondratiuk S. M., Ionova I. M. Open Educational Resources as a Trend of Modern Education. *Proceedings of 42 International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics "MIPRO 2019"*, Opatija (Croatia), 2019, P. 779-782.
7. Semenikhina E., Drushlyak M., Shishenko I., Zigunov V. Using a praxeology approach to the rational choice of specialized software in the preparation 483 of the computer science teacher. *TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics*. 2018. Vol.7. No.1. P. 164-170.

References

1. Kesim M., Ozarslan Y. Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2012. № 47. P. 297-302.
2. Kleyman B. Welcome to Fog Computing: Extending the Cloud to the Edge. URL: <http://www.cisco.com>.
3. Lee K. Augmented reality in education and training. *TechTrends*. 2012. № 56(2). P.13-21.
4. Lin H., Dwyer F. M. The effect of static and animated visualization: a perspective of instructional effectiveness and efficiency. *Education Tech. Research Dev.* 2010. Vol. 58. P. 155-174.
5. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrović V.M., Jovanović K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*. 2016. № 95. P. 309-327.
6. Semenikhina O. V., Drushlyak M. G., Bondarenko Yu. A., Kondratiuk S. M., Ionova I. M. Open Educational Resources as a Trend of Modern Education. *Proceedings of 42 International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics "MIPRO 2019"*, Opatija (Croatia), 2019, P. 779-782.
7. Semenikhina E., Drushlyak M., Shishenko I., Zigunov V. Using a praxeology approach to the rational choice of specialized software in the preparation 483 of the computer science teacher. *TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics*. 2018. Vol.7. No.1. P. 164-170.