

DOI [https://doi.org/10.32405/2218-7650-2022-21\(50\)-144-177](https://doi.org/10.32405/2218-7650-2022-21(50)-144-177)
УДК 373.5.091.12.011.2:004.946

Лупаренко Лілія Анатоліївна,
кандидат педагогічних наук, завідувачка відділу
цифрової трансформації НАПН України;
Інститут цифровізації освіти НАПН України.
Київ, Україна.

 <https://orcid.org/0000-0002-4500-3155>
lisoln1@gmail.com

Литвинова Світлана Григорівна,
доктор педагогічних наук, старша наукова співробітниця,
заступник директора з наукової роботи
Інститут цифровізації освіти НАПН України, м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-5450-6635>
s.h.lytvynova@gmail.com

Пінчук Ольга Павлівна,
кандидат педагогічних наук, старша наукова співробітниця,
заступник директора з науково-експериментальної роботи
Інституту цифровізації освіти НАПН України.
Київ, Україна.

 <https://orcid.org/0000-0002-2770-0838>
opinchuk100@gmail.com

Соколюк Олександра Миколаївна,
кандидат педагогічних наук, старша наукова співробітниця,
вчений секретар Інституту цифровізації освіти НАПН України.
Київ, Україна.

 <https://orcid.org/0000-0002-5963-760X>
sokolyuk62@gmail.com

ГОТОВНІСТЬ ВЧИТЕЛІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Анотація. У статті представлено дослідження сучасного стану готовності й ставлення вчителів ЗЗСО України до використання доповненої реальності в освітньому процесі. Встановлено, що 90% респондентів знають або чули про технологію AR, однак лише чверть з них мали попередній досвід її використання. Зазвичай вчителі застосовували AR у процесі самоосвіти, візуалізації інформації у ході пояснення нового матеріалу та з метою створення ситуації захоплення й зацікавлення учнів до вивчення предмета. Більше половини опитаних

має однозначно позитивне ставлення до використання доповненої реальності у процесі навчання і ще третина вбачають за доцільне її застосування на окремих заняттях. 92,7% – виявили бажання підвищити свій рівень професійної майстерності та опанувати AR, зокрема – 90% вчителів зацікавлені у її використанні у професійній діяльності, 48,4% готові навчатися дистанційно, а близько 80% – очікує позитивний ефект цієї технології на навчальні досягнення та мотивацію учнів у процесі опанування навчального матеріалу. Практично всі освітяни погоджуються, що доповнена реальність могла б знайти своє застосування на всіх навчальних предметах і бути інтегрованою в усі відповідні засоби навчання або види наочності (підручники, атласи, посібники, плакати, картки, робочі зошити, контурні карти, робочі аркуші). 85,8% педагогів мають потребу у розробленні нових AR-додатків з предметів, що ними викладаються, оскільки наявних зразків або недостатньо, або вони не задовольняють потребам освітнього процесу. Розглядаючи детальніше цифровий контент з доповненою реальністю, який доцільно використовувати у таких додатках, респонденти надали перевагу 3D-моделям просторових об'єктів, імітаційним 3D-сценаріям природних процесів і явищ, симуляціям наукових експериментів, анімаціям та голограмам. До основних характеристик, яким повинні відповідати технології AR, вчителі віднесли першочергово такі: доступність для завантаження на мобільні пристрої учнів; якісна графіка, зображення, анімація, відео; можливість хмарного збереження результатів роботи; наукова обґрунтованість і відповідність термінології, законам, формулам, правилам; інтуїтивна зрозумілість для використання учнями; якість зображень та їхня відповідність реальним об'єктам.

Ключові слова: готовність вчителя; ЗЗСО; технології доповненої реальності; AR; засоби навчання; цифровий контент; освітній процес.

ВСТУП / INTRODUCTION

Постановка проблеми. Проблематика цифрової трансформації (digital transformation) усіх сфер суспільного життя нині надзвичайно актуальна. За цим запитом пошукова система Google надає біля 213 000 результатів українською та 712 000 000 – англійською мовами відповідно. У різних країнах і галузях трансформаційні процеси протікають з різною швидкістю та досягають успіху, коли є поступовими, економічно ефективними та стійкими. Для досягнення масштабних цілей необхідно

суспільне позитивне бачення, чіткі визначені цілі, нові й вдосконалені цифрові технології, гнучка методологія, надійний інструментарій оцінювання результатів та, мабуть найголовніше, відповідний людський капітал, оскільки саме людина з її здібностями та уміннями є рушійною силою розвитку в будь-якій галузі.

Цифрова трансформація не є новим імперативом й для освіти, однак пандемія COVID-19 зробила її більш актуальною. Ця галузь сьогодні зазнає найзначніших, на нашу думку, перетворень за всю історію. Школи та університети звернулися до цифрових інструментів співпраці, таких як Zoom і Microsoft Teams. Адаптивне навчання, онлайн оцінювання, персоналізовані освітні середовища та ін. Суспільство змирилося з реальністю, що освіта буде гібридною, та визнало існування переваг технологій, які замінюють або доповнюють традиційні навчальні середовища. Одним із інструментів професійного розвитку, зокрема вчителів, що з'явився в результаті цифрової трансформації освіти, стало мікронавчання [1]. З'явилося багато освітнього контенту, а разом з цим усвідомлення, що легкий доступ до нього не є освітою і не означає її якість. Система методів й засобів має враховувати різні стилі навчання, різні освітні потреби учнів, надавати їм можливість знайти свій навчальний шлях.

Цифрова трансформація освіти ще триває і попереду довгий шлях постійного нарощування можливостей – технологічних і людських.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Доповнена реальність (англ. *augmented reality, AR*) – це реальне середовище, що розширене за допомогою такої «комп'ютерної інформації», як звук, відео або графіка. Зазвичай, AR-додатки, містять онлайнві відеозображення оточуючого світу у поєднанні з даними, що генеруються комп'ютерною технікою (зображення, тексти, тривимірні моделі, інтерактивні двомірні і тривимірні сцени) [2].

Розвиток сучасних цифрових технологій спричинює зростання кількості наукових пошуків щодо впровадження та використання AR-технологій у навчальному процесі закладів освіти всіх рівнів [3]. У праці щодо застосування доповненої реальності у викладанні фізики як активного інструменту візуалізації уявлень про динаміку та взаємодію процесів фізичних явищ [4]. Авторами здійснено аналіз типів AR-технологій і програмного забезпечення для розроблення AR-додатків, описано відповідні програмні засоби та презентовано створено мобільний додаток AR Physics. Нас зацікавили результати опитування студентів і викладачів, які вказали на переваги та недоліки використання цієї

технології в навчальному процесі. З'ясувалось, що студенти вважають найбільш значущими характеристиками AR: «забезпечення відчуття реальності, захоплюючий досвід навчання, економію часу та місця». Серед недоліків вони називали переважно «технічні проблеми, пов'язані з характеристиками мобільних пристроїв або відсутністю доступу до швидкісного Інтернету». Викладачі ж відзначили такі проблеми з використанням AR: «недостатній рівень цифрової компетентності, що перешкоджає повному використанню таких інструментів у навчальному процесі; «неадекватність» методики навчання з використанням AR; обмеженість відповідного дидактичного матеріалу». Автори зауважують, що під час використання мобільних AR-додатків засоби навчання фізики, до яких учні звикли, не змінюються, однак їхні можливості значно розширюються. Пропонується підхід «корегування», а не радикальних змін і перегляду методики навчання фізики з AR. Вважаємо, що такий підхід застосовний до вивчення всіх природничих дисциплін.

Саме про корегування, доповнення, вдосконалення існуючих методик навчання йдеться у роботі [5]. Окрім інструментів розробки, важливим фактором у набутті навчального досвіду з доповненої реальності (*augmented reality learning experiences – ARLEs*) також є дизайн інструкцій. Автори зазначають, що з метою адаптування ARLE у формальній освіті, слід розробити спеціальну навчальну програму для ретельного інтегрування AR та різноманітних супутніх пристроїв для роботи в класі. Спочатку передбачається озброїти учня такими навичками, як дослідження та оцінювання за допомогою обраного AR-дисплея, наприклад смартфонів і настільних комп'ютерів. Наступним етапом є опанування таких можливостей, як дозволені взаємодії. І лише після цього учні можуть набути власний досвід навчання з AR. Зауважимо, що дослідники виокремлюють три переваги властиві доповненій реальності:

- анотація реального світу (відображення тексту та інших символів на об'єктах реального світу);
- контекстна візуалізація (відображення віртуального вмісту в насиченому контексті реального середовища)
- тактильна/зорово-тактильна візуалізація (інтеграція як зору, так і відчуття дотику при сприйнятті віртуальної інформації; цей ефект спостерігається переважно при зміні точки зору користувача, надаючи можливість перевірити віртуальний вміст об'єкта під різними кутами, обертаючи і пересуваючи його ближче або далі від себе).

В огляді [6] знаходимо низку досліджень, що надають переконливі

докази покращення академічної успішності, збільшення залученості, мотивації та задоволеності студентів завдяки освітнім середовищам, які збагачені додатками AR.

Цікавим і перспективним є питання спеціального навчання педагогів розробленню програмного забезпечення доповненої реальності у системі професійного розвитку в закладах післядипломної освіти. Праця [7] презентує такий курс для вчителів STEM, що сприяв розвитку їхньої компетентності в проектуванні та використанні інноваційних засобів навчання.

Процес професійної підготовки майбутніх учителів зазнає потужного впливу цифрової трансформації у провідних педагогічних університетах. У [8] обґрунтовано актуальність впровадження AR-технологій для формування готовності майбутніх учителів-філологів до професійної діяльності. Наголошується, що впровадження AR-технологій забезпечує підвищення мотивації до систематичного оволодіння практичними навичками, підвищує концентрацію та увагу студентів, збільшує їхній когнітивний досвід, сприяє розвитку творчих здібностей та ін. Вивчення можливостей використання AR-технологій на уроках в середній школі визначається як перспективне.

Аналогічно, з позицій застосування доповненої реальності, розглянуто процес професійної підготовки майбутніх учителів закладів дошкільної та початкової освіти [9]. Авторами розроблено методичку діагностичного дослідження рівня та особливостей готовності майбутніх педагогів до використання AR у професійній діяльності. Вважаємо, що заслуговують на увагу дослідників цифровізації освіти та потребують подальших наукових розвідок визначені у цій праці критерії, показники та рівні розвитку основних компонентів досліджуваної готовності. Так, *мотиваційний критерій* має показники: виявлення інтересу до нових технологій, потреби у вивченні доповненої реальності та бажання використовувати її в навчальному процесі; бажання використовувати тенденції сучасної освіти, досягати ефективних результатів у професійній діяльності, прагнення до творчого пошуку. *Когнітивний критерій* – знання технології доповненої реальності, засобів навчання в дошкільній та початковій освіті з AR-додатками, зміст поняття «готовність педагогів до використання доповненої реальності в освітньому процесі дошкільної та початкової освіти». *Діяльнісний критерій* – уміння розробити конспект інтегративного заняття для дітей дошкільного (молодшого шкільного) віку за будь-якою освітньою галуззю з використанням AR; визначити та обґрунтувати застосування AR; розробити модель застосування AR; визначити мобільні додатки для візуалізації навчального матеріалу; вибрати гаджети, які підходять для експлуатації;

впроваджувати конспект у навчальну практику. Однак, готовність практикуючих учителів до використання такої технології не розглянуто.

Нами досліджується використання доповненої реальності у загальній середній освіті як засобу підвищення активізації пізнавальної діяльності учнів. У [10] описано засоби та програмне забезпечення для відтворення AR з фізики 8–11 класів. Авторами обґрунтовано критеріально-показникову матрицю визначення якості об'єктів AR, що містять такі основні критерії: техніко-технологічний, візуально-динамічний, змістово-методичний та десять показників. Природньо, що якість цифрового ресурсу впливає, однак не визначає якість формування предметних компетентностей учнів. Учитель був і залишається ключовою фігурою цього процесу.

Огляд дослідницьких статей [11] щодо використання доповненої реальності для навчання дозволив виокремити дві основні мети оцінювання: показати, чи є вона корисною в освітньому процесі, а також виміряти досвід користувача та виявити шляхи покращення.

У [12] було визначено головні переваги того, як AR може розширити та покращити викладання і навчання на рівні загальної середньої освіти (К-12). По-перше, це *автентичне навчання*, яке передбачає, що учні залучаються до вирішення реальних завдань у безпечному цифровому середовищі. По-друге, навчання з доповненою реальністю підтримує навчання, *орієнтоване на учня*. По-третє, *контекстуалізоване* навчання безпосередньо пов'язане з контекстом реального світу, в якому воно відбувається. AR – це інструмент, що безпосередньо залучає учня до спостереження за навколишнім світом, водночас надаючи додаткову підтримку (підказки та інструменти). Четверте, *візуалізація інформації* має відображати абстрактну інформацію динамічним способом. Графічні ілюстрації, інтерактивні демонстрації, навчальні посібники, аудіо- та відеопрезентації можуть бути використані для того, щоб учні могли повністю усвідомити навчальний матеріал.

Аналіз останніх публікацій щодо навчання з підтримкою доповненої реальності дозволяє зробити висновок про існуючий дефіцит онлайн програм безперервного професійного розвитку вчителів у цій сфері. Хоча є й приклади вдалого досвіду. Наприклад у [13] презентовано програму професійного розвитку вчителів, де AR інтегровано з основними ідеями навчальної програми STEM для перетворення класних кімнат на інтелектуальне середовище навчання. Інший проект [14] мав на меті перетворити вчителів на розробників AR.

Опікуючись розвитком цифрової компетентності вчителів, автори публікації [15], розробили восьмитижневу програму професійного розвитку для вчителів «Доповнена та віртуальна реальність у викладанні

та навчанні». Подвійна мета програми полягала в тому, щоб а) надати вчителям будь-якого рівня та дисципліни змогу використовувати, модифікувати та повторно використовувати існуючі ресурси та середовища педагогічно обґрунтованим способом; б) реалізувати прості технологічні програми з доповненою та віртуальною реальністю.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ / AIM AND TASKS

Метою дослідження є визначення сучасного стану готовності й ставлення вчителів до використання доповненої реальності в освітньому процесі ЗЗСО в Україні.

Відповідно до зазначеної мети у статті поставлено такі **завдання**:

1) дослідити ступінь обізнаності вчителів щодо технології доповненої реальності, їх ставлення та очікування від використання об'єктів AR в освітньому процесі;

2) з'ясувати доцільність викладання різних навчальних предметів з використанням AR, потреби в інтеграції об'єктів доповненої реальності у засоби навчання;

3) визначити думку вчителів щодо основних характеристик, яким повинен відповідати цифровий AR-контент;

4) визначити, чи існує потреба у розробленні AR-додатків та додатковому навчанні вчителів щодо використання цифрового контенту з доповненою реальністю.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ / THE THEORETICAL BACKGROUNDS

Теоретичним базисом дослідження є компетентнісно-зорієнтоване навчання та дитиноцентризм, функції наочності в методиці І. Лернера, що визначаються метою навчання в школі, тісно пов'язане зі стимулюванням критичного мислення під час проблемного навчання; філософські, педагогічні та концептуальні основи навчання з AR, закладені С. Кідд і Х. Кромптон (Augmented Learning with Augmented Reality, 2016).

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ / RESEARCH METHODS

У межах дослідження авторами здійснено аналіз вітчизняних та закордонних наукових джерел, а також педагогічної і методичної літератури у галузі комп'ютерно орієнтованих педагогічних технологій з метою вивчення досвіду використання технології доповненої реальності у процесі навчання.

Задля виявлення тенденцій впровадження доповненої реальності в

освітній процес, готовності і зацікавленості вчителів у використанні нових технологій навчання протягом травня 2022 року було організовано і проведено опитування. З огляду на умови військового стану в Україні анкетування проводилося в форматі онлайн з використанням сервісу Google Forms. Запропонована анкета містила групи питань, об'єднані у два блоки:

1. Короткі відомості про учасника опитування та заклад освіти.
2. Готовність до використання технології доповненої реальності.

Результати опрацьовувалися та інтерпретувалися як за всією вибіркою так і за групами. З цією метою було застосовано різні фільтри та їх послідовності в Excel, а також побудовано відповідні діаграми. В опитуванні взяло участь 248 респондентів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ / RESULTS OF THE RESEARCH

4.1 Основні відомості про учасників опитування, заклади освіти та забезпеченість освітнього процесу технічними засобами

Віковий розподіл опитуваних був наступним: 36–45 р. – 73 осіб (29,4%); 46–55 р. – 67 (27%); 26–35 р. – 66 (26,6%); 56–65 р. – 34 (13,7%); 20–25 р. – 5 (2%); 66–74 р. – 3 (1,2%) (рис. 1а).

Стаж педагогічної діяльності (рис. 1б) опитаних складав 11–20 р. – 79 (31,9%); 21–30 р. – 69 (27,8%); 6–10 р. – 44 (17,7%); 31 і більше років – 41 (16,5%); найменше респондентів мали досвід до 5 р. – 15 (6%).

Серед вітчизняних закладів освіти, які представляли опитуванні вчителі: ліцей – 59 осіб (23,8%); гімназія – 58 (23,4%); спеціалізована школа – 39 (15,7%); 30Ш – 38 (15,3%); НВК – 25 (10%); санаторна школа – 10 (4%); початкова школа – 9 (3,6%); заклади професійної (професійно-технічної), фахової передвищої освіти – 5 (2%); спеціальна школа – 2 (0,8%); ЗДО – 1 (0,4%); ЗВО – 1 (0,4%); ЗППО – 1 (0,4%).

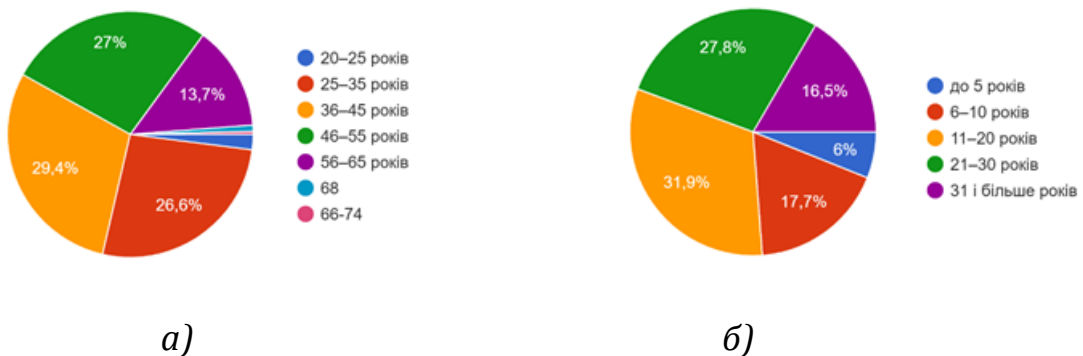


Рис. 1 Вікова група та стаж педагогічної діяльності учасників опитування

Більшість цих закладів – 158 (63,7%) – не мали певного профілю/спеціалізації. П'ята частина опитуваних – 48 осіб (19,3%) – працює в спеціалізованих школах з поглибленим вивченням іноземних мов; 15 (6%) – з вивченням української мови і літератури; 5 (2%) – природничих наук; 2 (0,4%) – математики; 2 (0,4%) – математики та англійської мови; 2 (0,4%) – медицини; 2 (0,4%) – філології; 2 (0,4%) – інформаційних технологій. Освітній заклад мистецького профілю; науковий ліцей; ясла-садок комбінованого типу; школа-інтернат для дітей із тяжкими порушеннями мовлення; школа-інтернат для дітей з психоневрологічними захворюваннями; санаторна школа-інтернат; спеціалізована школа представлені по одному вчителю (0,4%).

Під час опитування вчителі зазначили, що викладають інформатику – 91 осіб (36,7%), математику (алгебру, геометрію) – 45 (18,1%), іноземну мову – 36 (14,5%), українську мову та літературу – 28 (11,3%), предмети початкової школи – 21 (8,5%), трудове навчання – 17 (6,9%), біологію – 16 (6,5%), фізику – 15 (6%), історію – 14 (6,5%), географію та природознавство – по 13 (5,2%), хімію – 9 (3,6%), зарубіжну (світову) літературу – 9 (3,6%), малювання – 6 (2,4%), фізкультуру – 4 (1,6%), основи здоров'я – 4 (1,6%), мистецтво – 3 (1,2%), музичне мистецтво – 2 (0,8%), родинні фінанси, фінансово-грамотного споживача, прикладні фінанси, фінансову грамотність – 2 (0,8%), астрономію – 1 (0,4%), розвиток мовлення – 1 (0,4%), хореографію – 1 (0,4%), факультативний курс – 1 (0,4%), – 1 (0,4%), громадянську освіту, правознавство – 1 (0,4%), захист України – 1 (0,4%).

Доцільно зауважити, що 92 учасника (37%) викладають два і більше навчальних предмети. По одному респонденту (0,4%) вказали, що працюють на посаді практичного психолога, соціального педагога, логопеда, вихователя, керівника гуртка та директора школи (рис. 2).

Більше половини опитаних вчителів викладає в середній школі, зокрема у п'ятому класі – 168 осіб (67,7%), шостому – 163 (65,7%), сьомому – 171 (69%), восьмому – 162 (65,3%), дев'ятому – 174 (70,2%). Дещо менше – у старшій школі, а саме: у десятому класі – 144 (58,1%), одинадцятому – 141 (56,9%) і лише 14 (5,6%) – у дванадцятому. В анкетуванні взяло участь значно менше вчителів початкової школи: 26 осіб (10,5%) вказали, що викладають у першому класі, 56 (22,6%) – у другому, 58 (23,4%) – у третьому, 65 (26,2%) – у четвертому.

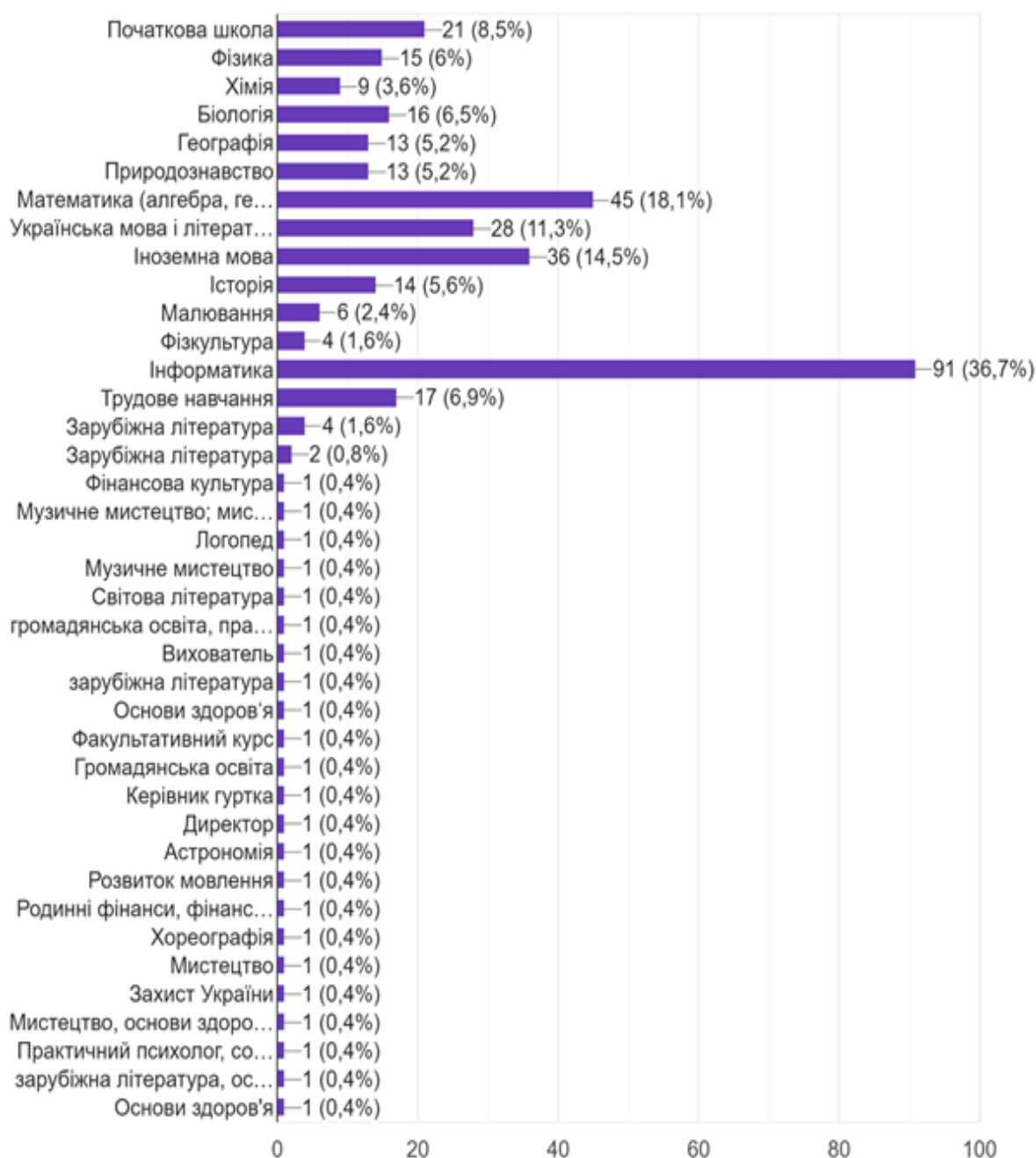


Рис. 2 Навчальні предмети, що викладають учасники опитування

Щодо забезпечення освітнього процесу технічними засобами навчання (рис. 3), можна констатувати, що переважна більшість вчителів нині забезпечена доступом до мережі Інтернет як у класі – 213 (85,9%), так і вдома – 235 (94,8%). Мобільні телефони на уроці використовує 220

осіб (88,7%), ноутбуки домашні – 170 (68,5%), а класні – 141 (56,9%). Близько половини опитаних 116 (46,8%) має персональний комп'ютер дома і до 40% (99 осіб) – у класі, однак планшетів використовується значно менше: власних – 42 (16,9%), шкільних – 21 (8,5%).

Лише 32 учасника (12,9%) повідомило про наявність персональних комп'ютерів для учнів, 15 (6%) – учнівських ноутбуків та 13 (5,2%) – планшетів.

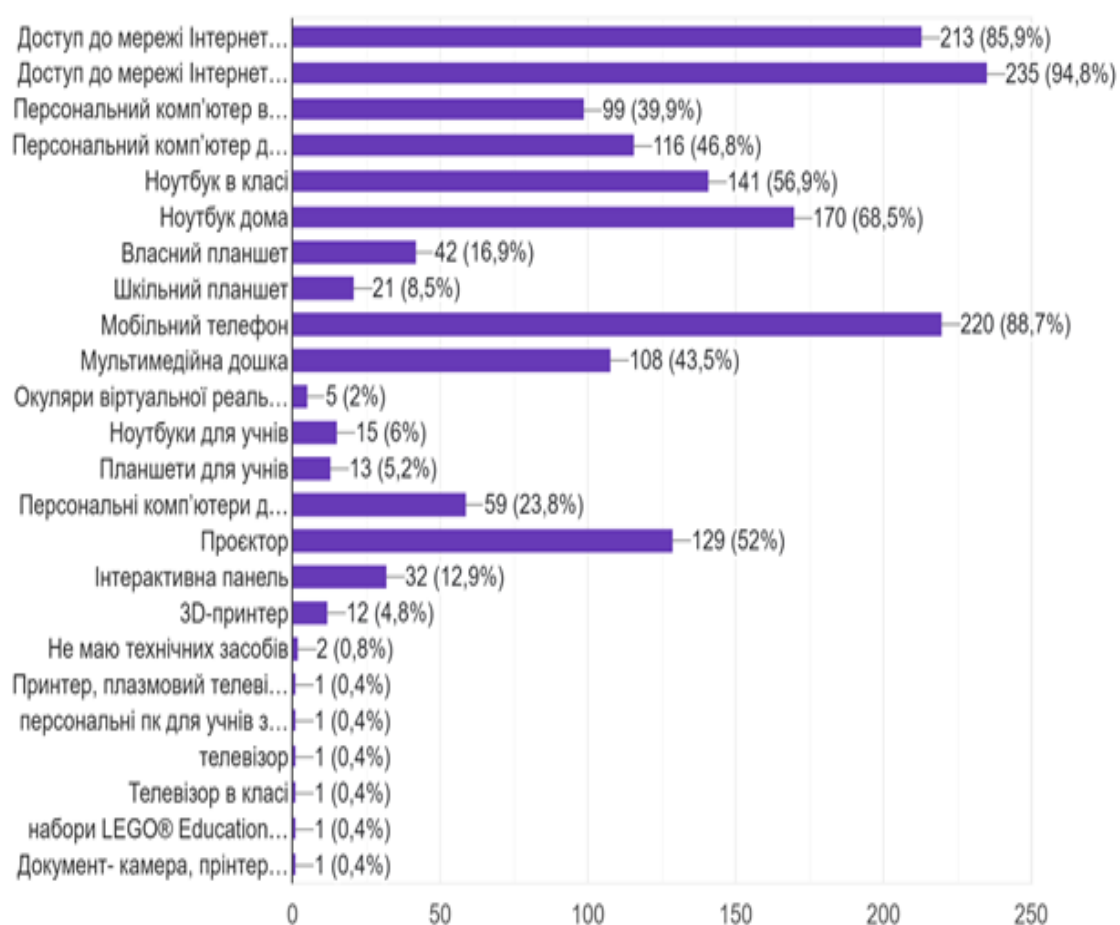


Рис. 3 Забезпеченість вчителів технічними засобами для здійснення освітнього процесу

129 (52%) вчителів вказали, що мають змогу користуватись проектором, 108 (43,5%) – мультимедійною дошкою, 32 (12,9%) – інтерактивною панеллю, 12 (4,8%) – 3D принтером, 5 (2%) – окулярами віртуальної реальності, 2 (0,8%) – телевізором у класі та лише 1 (0,4%) – наборами LEGO® Education SPIKE™ Prime.

Повну відсутність технічних засобів навчання зазначили лише 2 респонденти, що складає 0,8% опитаних. Відповідь нас здивувала, оскільки один з них викладає інформатику.

4.2 Обізнаність вчителів щодо технології доповненої реальності та попередній досвід її використання

Важливим кроком до повсюдного впровадження AR в освітньому процесі є обізнаність вчителів, опанування та використання ними цієї технології для досягнення мети навчання і задоволення освітніх потреб здобувачів. Аналізуючи відповіді на запитання «Чи знаєте Ви про доповнену реальність?», можемо відмітити, що переважна більшість вчителів вже знає (92 (37,1%)) або чули про неї (79 (31%)) і навіть використовували на деяких заняттях (26 (10,5%)). Також про зацікавленість технологією свідчить те, що 23 (9,3%) встановлювали AR-додатки на мобільний пристрій для ознайомлення або використовували у соцмережах з розважальною метою – 4 (1,6%). Лише 24 (9,7%) особи вказали, що не знають, що це (рис. 4а). Тривожним є факт, що серед учителів-респондентів, які викладають інформатику і не знають про технології AR – 4 особи; лише чули про AR – 17. Разом це складає 23% учителів інформатики. Відповідно не можуть визначитися, не мають, скоріш не мають досвіду використання AR – близько 64%.

З іншого боку, слід наголосити, що лише незначна частка всіх опитаних вчителів має попередній практичний досвід використання доповненої реальності в освітній практиці. «Так» або «Скоріше так» відповіли 59 респондентів, що становить близько чверті опитаних (23,8%). 189 (76,2%) вчителів не використовували технологію AR взагалі (рис. 4б).



Рис. 4 Обізнаність вчителів щодо технології доповненої реальності та попередній досвід її використання

На прохання коротко описати ситуацію, в якій було використано доповнену реальність, було зазначено такі випадки її застосування в освітньому процесі:

- «на уроках математики і «Я досліджую світ» в початковій школі»;
- «використання 3D моделей просторових фігур, просторових тіл, перерізів та ін. на уроках геометрії»;
- «використання 3D моделей з сайту «Mozaik» (<https://www.mozaweb.com/uk/>)»;
- «використання сайту «Фізика Анімації/Симуляції» (<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=ua>)»;
- «використання розробки BookVar, ілюстрування експериментів з підручника»; «для проведення віртуальних екскурсій»;
- «під час вивчення теми «Будова атома» на уроках хімії»;
- «у ході вивчення теми з мистецтва «Архітектура» і теми з технологій (трудового навчання) «Пряничний будинок»»;
- «для розгляду будови Землі на уроках географії та використання ресурсу "Планета Земля"»;
- «використання віртуального музею на уроках літератури при вивченні біографії письменника та епохи»;
- «використання мобільних AR-додатків на уроках у 1-му класі при вивченні алфавіту та у 8-му класі при вивченні визначних місць Великобританії»;
- «демонстрування учням технології AR на уроках з теми «Доповнена реальність» у межах викладання курсу інформатики»;
- використання на уроках інформатики при вивченні теми «Інформаційні технології в суспільстві», а також демонстрування можливостей таких додатків колегам (робота з картками з доповненою реальністю для початкової школи)»;
- «використання на уроках інформатики при вивченні теми «Об'єкти, властивості об'єктів»»;
- «використання маркерної реальності при розміщенні маркерів на сторінках підручників».

Респонденти зазначають, що застосовують AR з такою метою:

- «для візуалізації матеріалу»;
- «у поясненні нового матеріалу»;
- «використання з метою створення ситуації захоплення, зацікавити і спонукати до виконання «нудних» задач»;
- «при виконанні і перевірці домашніх завдань»;

- «у проведенні виховних занять»;
- «для здійснення проєктної діяльності»;
- «під час командної роботи».

До того ж, вчителі вказували на використання AR у процесі самоосвіти:

- «проходила дистанційний курс, виконані завдання демонструвала учням»;
- «прослухала курс І. Іванова»;
- «вивчала на курсах РОІППО»;
- «ознайомлювався на Міжнародному форумі освітян "Е2"»;
- «застосовував симуляції у соцмережах».

Враховуючи, що біля 10% осіб зазначили своє «не знання» про технологію доповненої реальності (далі «особи НЗ»), подальший аналіз результатів окремих питань ми проводили з урахуванням цього факту. Зазначимо, що чітка кореляція з належністю до вікової групи в даному випадку не спостерігалась (1 особа 20–25 р., 9–25–35 р.; 3–36–45 р.; 9–46–55 р.; 2–56–65 р.).

4.3 Ставлення, зацікавленість та очікування вчителів від використання технології доповненої реальності в освітньому процесі

Для досягнення мети успішного впровадження AR і ефективного навчання учнів з її використанням важливим аспектом є позитивне налаштування, мотивація і бажання до змін в освітньому процесі, а також його вдосконалення. Дослідження показало (рис. 5а), що більше половини – 148 (58,1%) – вчителів має однозначно позитивне ставлення до використання доповненої реальності у процесі навчання, 82 (33,1%) – вбачають за доцільне її застосування на окремих заняттях, а 6 респондентів в (2,4%), що потрібно на всіх предметах. 3 (1,2%) вчителів висловили думку, що ця технологія підійде краще у професійному навчанні, 2 (0,8%) – тільки на природничих предметах, 2 (0,8%) – з реабілітаційною (корекційною) метою. 8 (3,2%) опитаних зазначили, що не можуть визначитися, оскільки або не знайомі з AR, або їм байдуже (1 (0,4%)).

Серед осіб НЗ спостерігаємо більшою мірою позитивне ставлення (54%) та зацікавленість (71%) до використання AR у власній професійній діяльності.

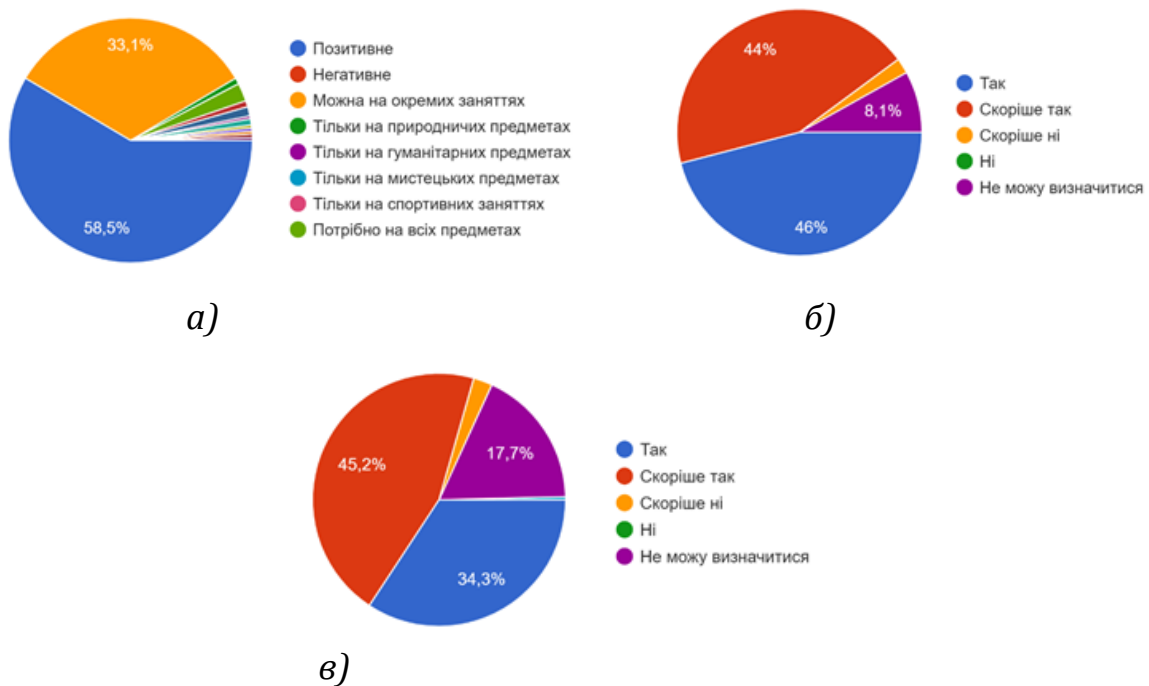


Рис. 5 Ставлення, зацікавленість та очікування вчителів у використанні технології доповненої реальності в освітньому процесі

а) «Ваше ставлення до використання доповненої реальності для навчання»;

б) «Чи зацікавлені Ви у використанні доповненої реальності?»;

в) «На Вашу думку, чи матиме ця технологія позитивний ефект на навчальні досягнення та мотивацію учнів в процесі опанування навчального матеріалу?»

Стосовно зацікавленості у використанні доповненої реальності (рис. 5б), спостерігається загальна позитивна тенденція: сумарно 223 (90%) респондентів надали відповіді «так» і «скоріше так», 20 осіб (8,1%) не змогли визначитись, і лише 5 (2%) вказали «скоріше ні». Слід відмітити, що однозначної байдужості у цьому питанні не висловив жоден вчитель.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що переважна більшість вчителів очікує позитивний ефект цієї технології на навчальні досягнення та мотивацію учнів у процесі опанування навчального матеріалу (рис. 5в). Сумарно «так» і «скоріше так» відповіло 197 (79,5%) респондентів. П'ята частина опитаних – 50 (20,1%) висловлює негативні прогнози щодо впливу AR учнів («ні», «скоріше ні»). Один респондент висловив думку, що широкому впровадженню таких новітніх технологій, як

доповнена реальність, має передувати оновлення існуючої матеріально-технічної бази, зокрема заміна застарілих персональних комп'ютерів у класах. Проте, використання AR не вимагає застосування ПК і у більшості випадків орієнтовано тільки на мобільні пристрої.

4.4 Доцільність викладання різних навчальних предметів з використанням AR й інтеграції об'єктів доповненої реальності у засоби навчання та наочність

Для з'ясування думки освітян, які ж навчальні предмети з використанням доповненої реальності доцільно викладати в школі, було запропоновано варіанти відповідей, представлених на рис. 6.

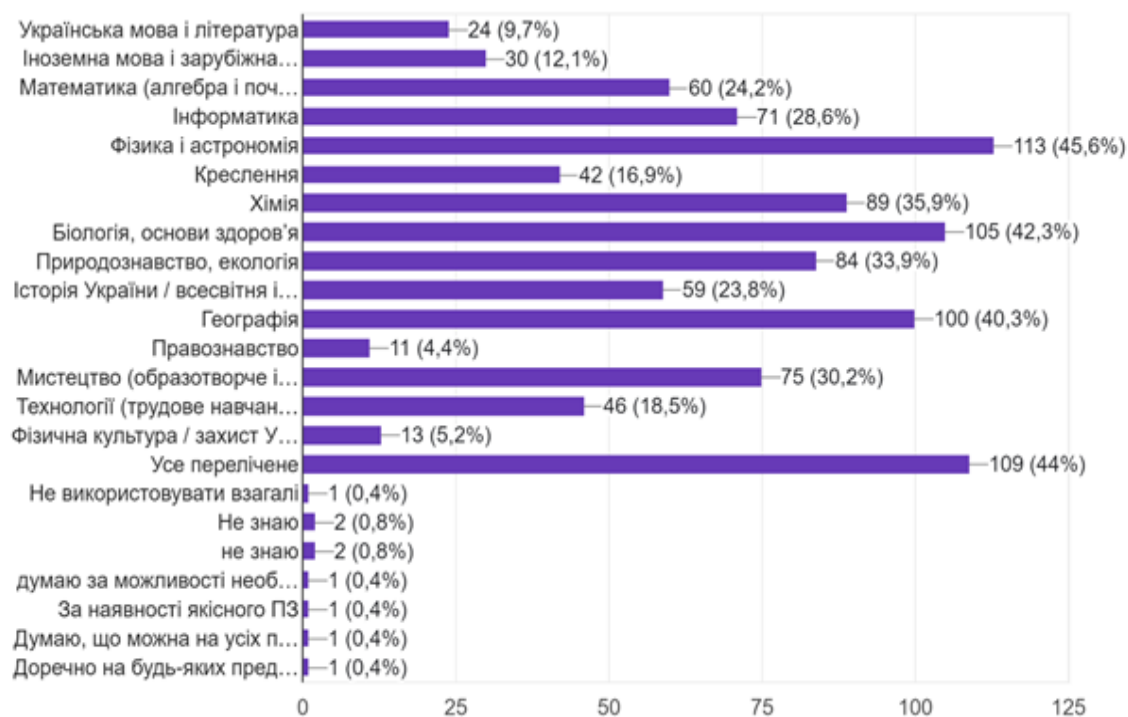


Рис. 6 Доцільність викладання різних навчальних предметів з використанням AR

З'ясувалося, що 109 (44%) вчителів вбачають доречність використання такої технології у викладанні всіх предметів, зокрема в пріоритеті природничий цикл: фізика й астрономія – 113 (45,6%), біологія та основи здоров'я – 105 (42,3%), географія – 100 (40,3%).

Близько третини опитуваних обрали такі предмети, як хімія – 89 (35,9%), природознавство і екологія – 84 (33,9%), мистецтво (образотворче і музичне) – 75 (30,2%), інформатика – 71 (28,6%).

Дещо менше респондентів обрало такі предмети, як математика (алгебра і початки аналізу та геометрія) – 60 (24,2%), історія України / всесвітня історія – 59 (23,8%), технології (трудове навчання) – 46 (18,5%), креслення – 42 (16,9%), іноземна мова і зарубіжна література – 30 (12,1%), українська мова і література – 24 (9,7%), фізична культура / захист України – 13 (5,2%) та правознавство – 11 (4,4%). Не визначились лише 4 (1,6%) особи. Один (0,4%) вчитель не вважав за доцільне використовувати AR взагалі, однак відповідями цього респондента можна знехтувати, оскільки протягом всього дослідження він демонстрував суперечливе власне ставлення до предмету опитування. Так, наприклад, він не знає про AR, не може визначитися щодо позитивного ефекту використання цієї технології, відзначає своє позитивне ставлення до її використання, висловлюється про необхідність інтегрування її об'єктів у всі засоби навчання і наочність, але вважає, що її недоцільно використовувати взагалі на жодному з навчальних предметів.

Резюмувати ж загальну тенденцію можна відповіддю одного з опитуваних вчителів, який зазначив: *«вважаю, за можливості, необхідно використовувати всі засоби, що дозволять зробити урок цікавим і доступним, та намагатись якомога більше розширювати кругозір учнів і вчителів»*.

Важливу роль у викладанні будь-якого предмету відіграють засоби навчання і наочність. Вбудовування AR об'єктів у такі засоби має бути ретельним і доцільним. У ході дослідження було поставлено запитання «У які засоби навчання або вид наочності доцільно інтегрувати доповнену реальність?» (рис. 7).

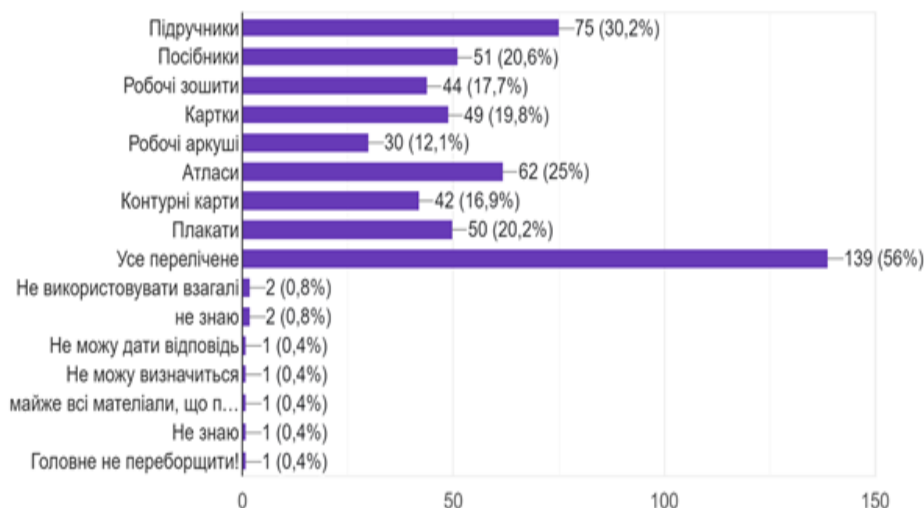


Рис. 7 Доцільність інтегрування AR об'єктів у засоби навчання та наочність

Отримано наступний розподіл: підручники – 75 (30,2%), атласи – 62 (25%), посібники – 51 (20,6%), плакати – 50 (20,2%), картки – 49 (19,8%), робочі зошити – 44 (17,7%), контурні карти – 42 (16,9%), робочі аркуші – 30 (12,1).

Більше половини опитуваних – 139 (56%) – підтримали всі запропоновані варіанти, 2 (0,8%) – пропонують не використовувати взагалі, а 5 (2%) – не змогли визначитися.

4.5 Цифровий контент з доповненою реальністю

Одним з найважливіших аспектів впровадження технології доповненої реальності в освітню практику є розуміння вчителями форм та методів застосування її для досягнення цілей уроку. Саме доцільність використання такого освітнього цифрового контенту дозволить забезпечити неперервність навчання, удосконалить візуалізацію об'єктів живої та неживої природи (рис. 8).

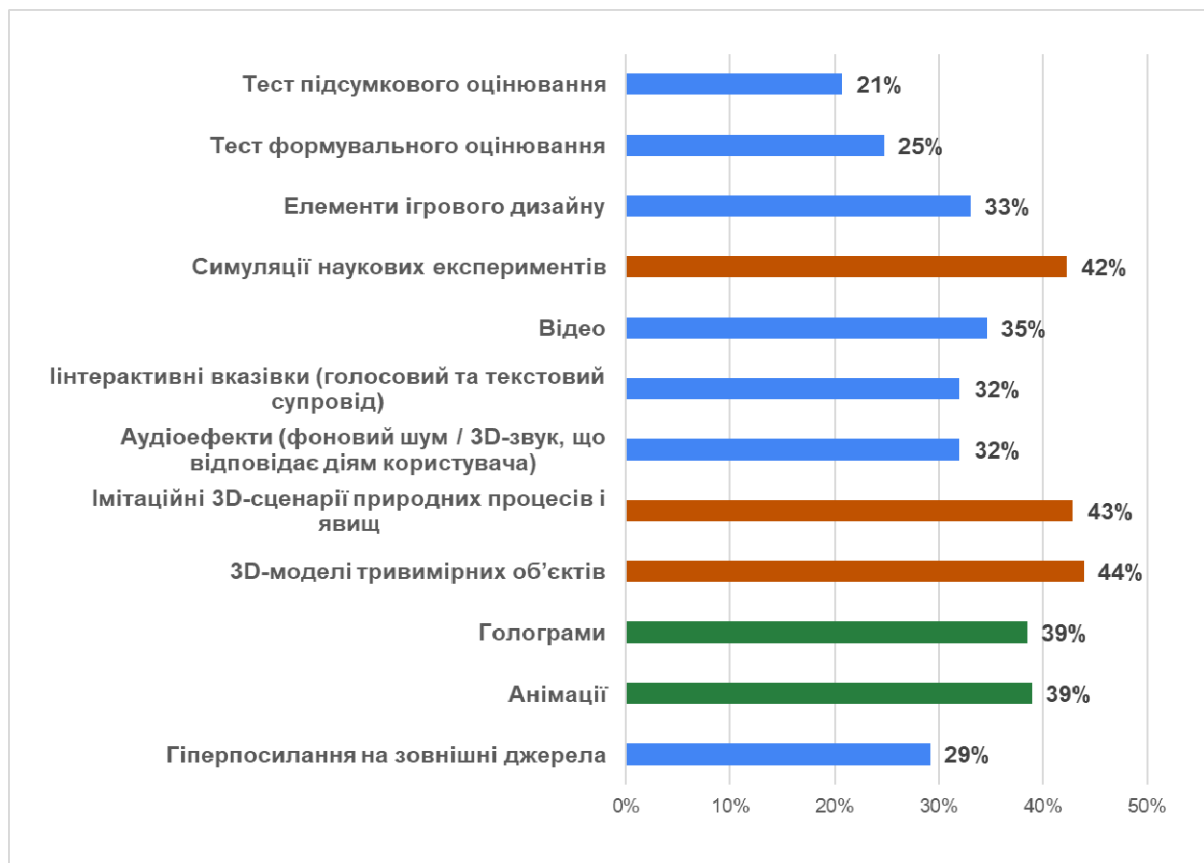


Рис. 8 Доцільність використання цифрового контенту на базі технології доповненої реальності

Аналізуючи сучасний освітній контент і результати опитування вчителів, з'ясовано, що в освітній практиці не вистачає 3D-моделей просторових об'єктів – 44%; імітаційних 3D-сценаріїв природних процесів і явищ – 43% та симуляцій наукових експериментів – 42%, що можна реалізувати за допомогою доповненої реальності і надати доступ кожному учню для використання в навчанні, зокрема за дистанційною формою навчання або змішаною.

До ключових переваг доповненої реальності в реалізації освітнього контенту необхідно віднести анімацію – 39% та голограми – 39%. Такий вибір вчителів обумовлений необхідністю послідовного викладу матеріалу, що важко реалізувати в умовах дистанційної форми навчання. Анімація, доступна кожному учню, могла б вирішити низку педагогічних проблем саме за цих обставин.

Вважаємо за доцільне окремо розглянути анкети, подані вчителями, які «знають» про технології AR та мають певний досвід їх використання, а це чверть опитаних (59 осіб). Оцінювання доцільності відбувалося за шкалою від «-2» до 2 з кроком в «1», в результаті чого отримано наступні результати (рис. 9):

1. **3D-моделі просторових об'єктів** – 1 та 2 бали надали 71% учителів;

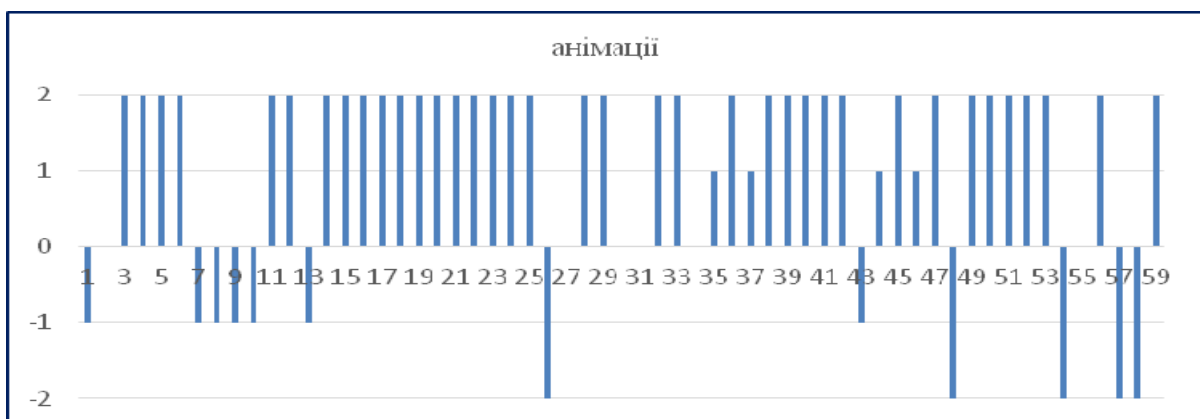
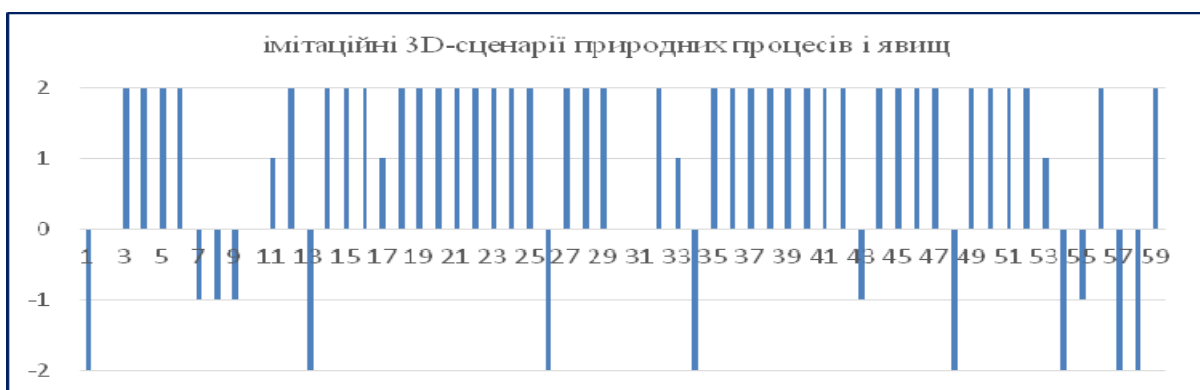
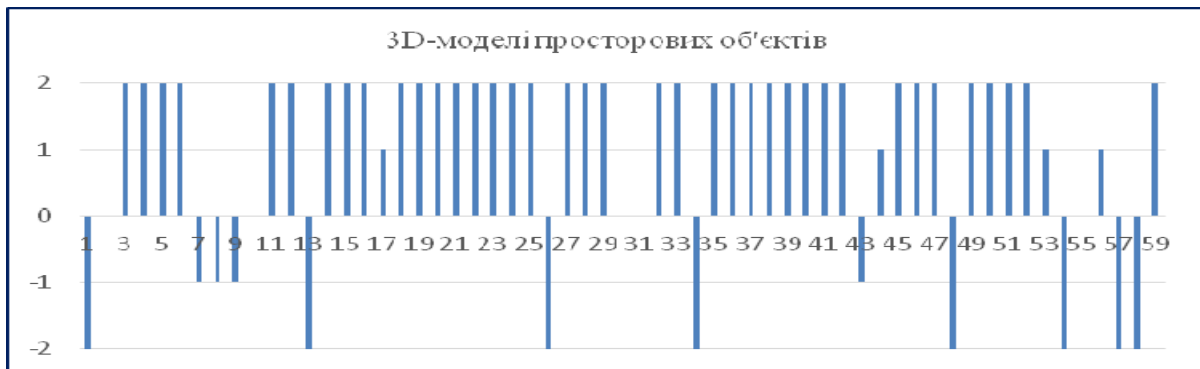
2. **Імітаційні 3D-сценарії природних процесів і явищ** – 69% учителів;

3. **Симуляції наукових експериментів** – як і у попередньому випадку 69% учителів, однак кількість вибору максимальних 2х балів зменшилася на 10 %;

4. **Анімації**, порівняно з **голограмами** оцінені вище. Кількість респондентів, які обрали 2 бали на 23% більше, у порівнянні з тими, хто поставив найвищу оцінку голограмам.

5. Найнижче візуалізовано оцінену учителями доцільність використання **тестування на базі технології доповненої реальності**. Відповідає, в цілому, результатам, отриманим на повній вибірці.

Варто зауважити, дві останні діаграми яскраво свідчать про те, що респонденти практично не зафіксували значимої різниці між використанням AR під час тестування (формульовального чи підсумкового).



Продовження рис. 9

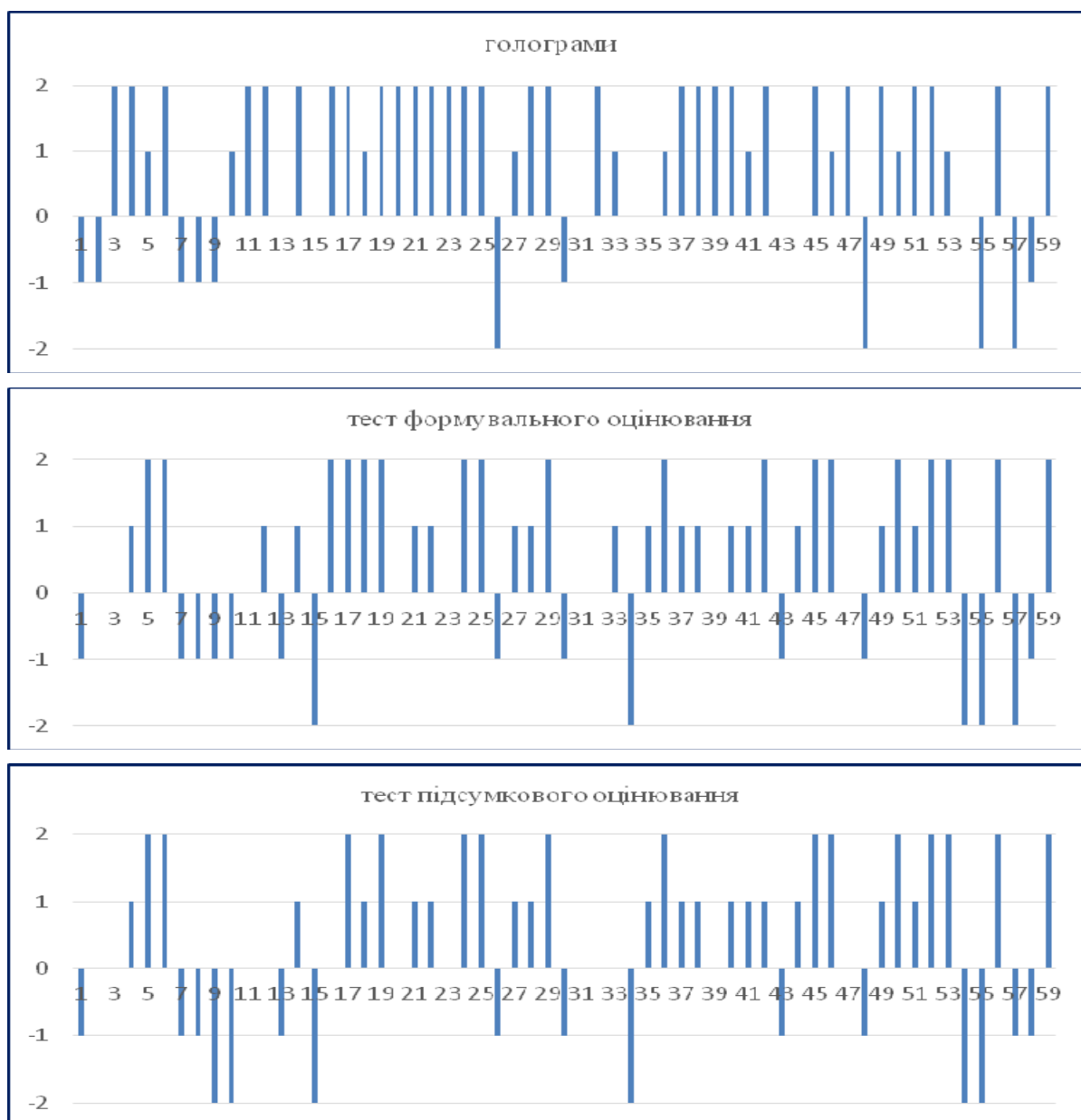


Рис. 9 Оцінювання доцільності використання цифрового AR контенту вчителями, що обізнані з цією технологією

Не дивлячись на привабливість цифрового контенту створеного за цією технологією, необхідно наголосити на виключно важливому питанні його якості та визначити основні характеристики з метою створення методики оцінювання для закладів загальної середньої освіти (рис. 10).



Рис. 10 Оцінювання вчителями характеристик цифрових об'єктів з доповненої реальності

На думку вчителів, такий цифровий контент має бути доступним для завантаження на мобільні пристрої учнів (45%), бути інтуїтивно зрозумілим (44%) та з якісною графікою, зображеннями, анімацією і відео (43%). Значна кількість опитаних (42%) зазначають про необхідність збереження результатів навчання учнів (формульованого та підсумкового оцінювання). Вони вказують на необхідність організації доступу до хмарного середовища для аналізу результатів самостійного навчання учнів. Не залишилися без уваги такі характеристики, як наукова обґрунтованість і відповідність термінології, законам, формулам, правилам – 41%, якість зображень та їхня відповідність реальним об'єктам – 41%. Важливою характеристикою залишається відповідність віковим особливостям учнів – 40%, оскільки розробники мають створити дизайн, що відповідає соціальній свідомості користувачів.

Досліджуючи думку опитаних, які «знають» та «мають досвід» використання AR, ми знайшли певні відмінності, порівняно з результатами загальної вибірки. Зобразимо результати за допомогою рейтингування від найвагоміших характеристик, перше місце, до менш значимих на думку респондентів, за спаданням (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння оцінювання групами вчителів характеристик цифрових об'єктів з доповненої реальності

№ з/п	Характеристик цифрових об'єктів з доповненої реальності	Місце в рейтингу	
		Загальна вибірка	Група учителів, які обізнані в AR та мають досвід її використання
1	Доступність для завантаження на мобільні пристрої учнів	1	1
2	Інтуїтивна зрозумілість для використання учнями	2	4
3	Якісна графіка, зображення, анімація, відео	3	2
4	Можливість хмарного збереження результатів роботи	4	2
5	Наукова обґрунтованість і відповідність термінології, законам, формулам, правилам	5	3
6	Якість зображень та їхня відповідність реальним об'єктам	4	5
7	Відповідність освітній програмі та змісту навчання	6	9
8	Відповідність віковим особливостям учнів	6	6
9	Динамічність відтворення візуалізації	7	7
10	Якість і синхронність відтворення звуку	7	6
11	Підтримування різних версій операційних систем	8	7
12	Можливість спільної роботи в мережі Інтернет	9	8
13	Забезпечення контролю знань	10	10

Відмінності у рейтингуванні, що відображені в таблиці, пов'язані з тим, що загальна вибірка враховує думку тих, хто не має досвіду та знань щодо AR і керується у питаннях доцільності та якості об'єктів AR професійною інтуїцією та певними припущеннями. Враховуючи малочисельність вибірки вважаємо за потрібне врахувати думку всіх учасників опитування та продемонструвати виявлені відмінності. Зауважимо, якщо сумарно кількість респондентів, які надали «1» і «2» бали були однакові, подальше упорядкування відбувалося за кількістю респондентів, що надали перевагу характеристиці у «2» бали.

Рисунок 11 ілюструє відмінності перших трьох позицій рейтингу, для яких позитивна оцінка характеристики (1 або 2 бали) була надана 69% учителів (41 респондент з 59), які мають досвід використання AR.

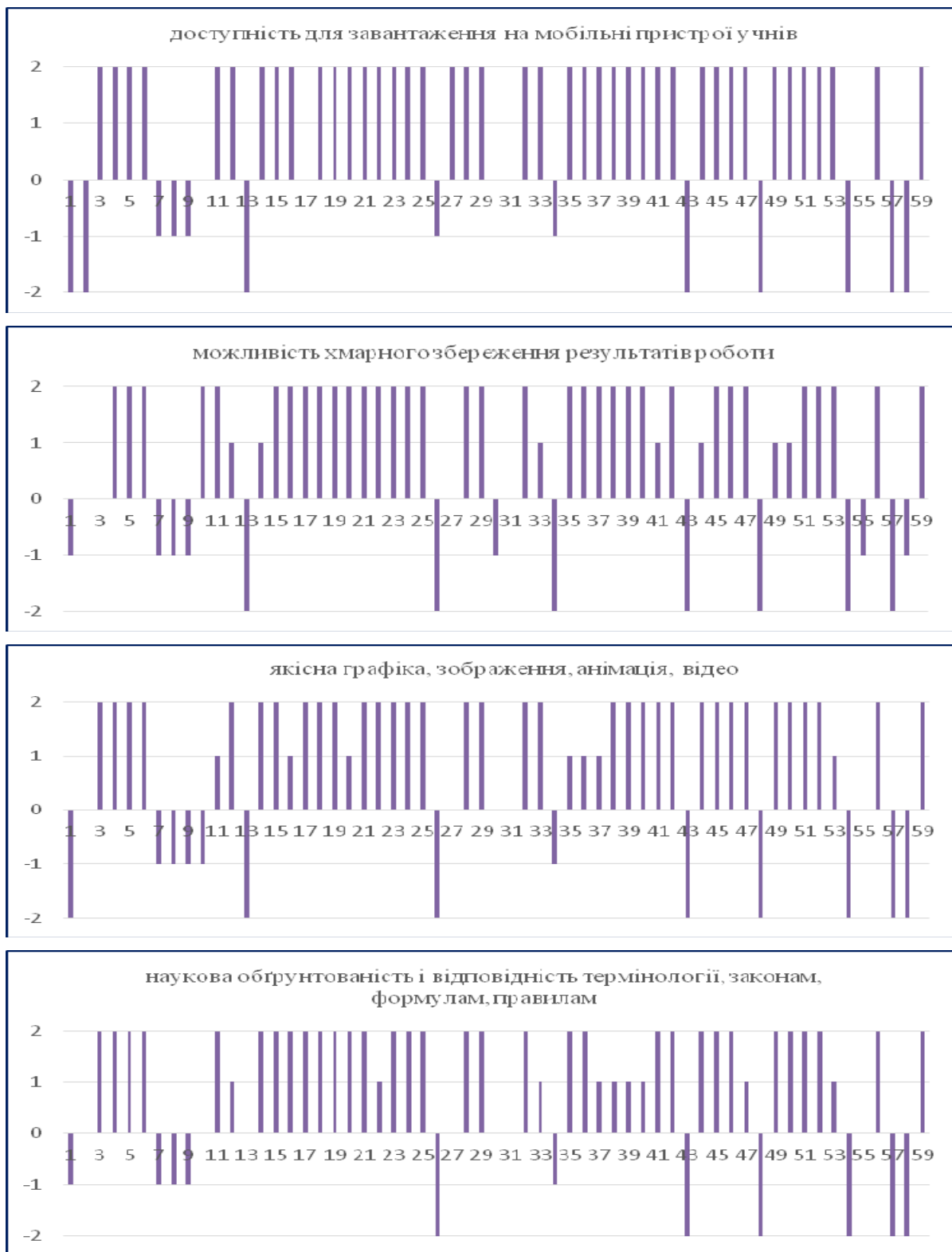


Рис. 11 Оцінювання характеристик цифрового AR контенту вчителями, які обізнані з цією технологією

Проте, «доступність для завантаження на мобільні пристрої учнів» оцінена найвищою кількістю балів всіма 69%, «можливість хмарного збереження результатів роботи» та «якісна графіка, зображення, анімація, відео» – 58%, «наукова обґрунтованість і відповідність термінології, законам, формулам, правилам» – 54%.

4.6 Потреба у розробленні AR-додатків та додатковому навчанні вчителів

Важливою для дослідників була думка педагогів щодо доцільності розроблення AR-додатків з предметів, що ними викладаються (рис. 12). Переважна більшість, сумарно 213 (85,8%), надала позитивну відповідь, конкретизуючи, що така потреба викликана відсутністю або крайньою недостатністю навчальних вебдодатків з доповненою реальністю – 138 (55,6%) або ж невідповідністю наявних екземплярів потребам освітнього процесу – 75 (30,2%). Зокрема цікавою є думка респондента, який зазначив: «Додатків багато, але вони зовсім не синхронізовані. Це певною мірою надає свободу вибору, однак не враховується в системах конкурсів і олімпіад, які й досі прив'язані не до досягнення результату, а до використання певних програм».

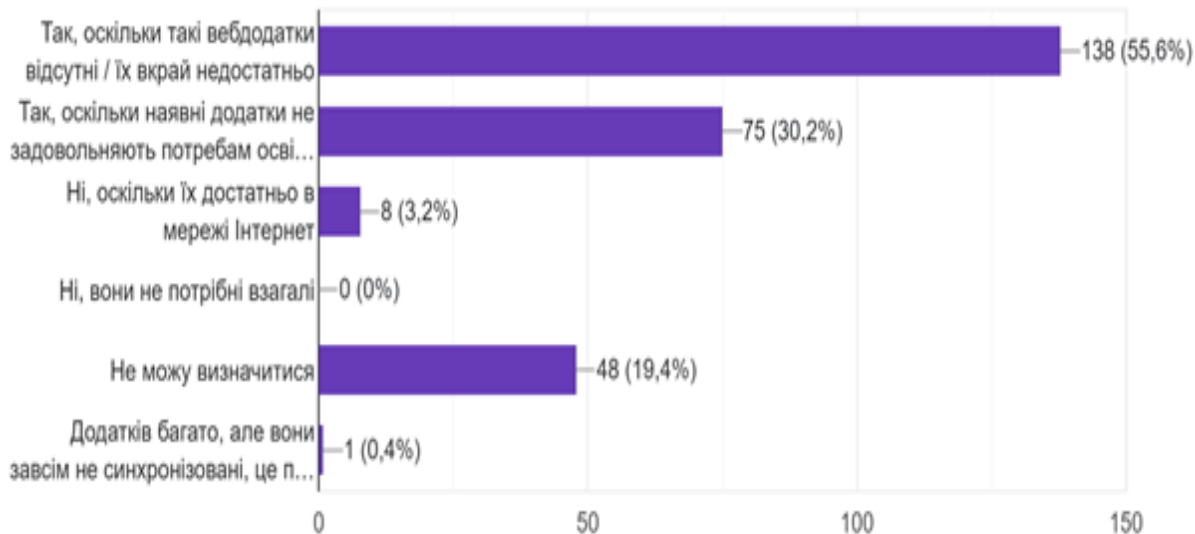


Рис. 12 Доцільність розроблення AR додатків

8 (3,2%) осіб вважає, що таких програмних засобів цілком достатньо в мережі Інтернет, а 48 (19,4%) – не змогли визначитись. Слід відмітити, що жоден з респондентів не надав категоричної негативної відповіді.

Якісне здійснення освітнього процесу з використанням AR, у першу

чергу, вимагає належної підготовки вчителів (рис. 13). На запитання «Чи потребуєте Ви додаткового навчання (вебінари, тренінги, курси, методичні матеріали) щодо використання технології доповненої реальності в освітньому процесі?» значна частка опитуваних 230 (92,7%) надали позитивну відповідь, зокрема один респондент виявив бажання долучитись до його організації та проведення, оскільки є сертифікованим тренером Google. 12 (4,8%) осіб такої потреби не відчують, а 6 (2,4%) – не змогли визначитись.

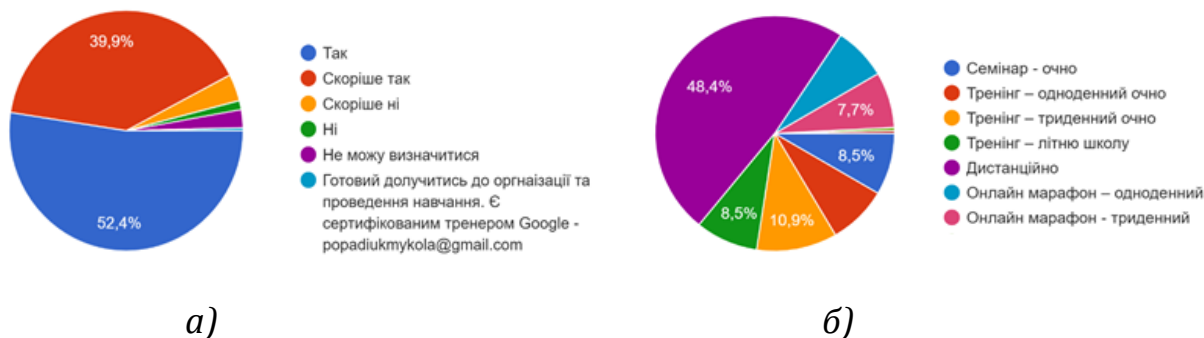


Рис. 13 Потреба у додатковому навчанні вчителів щодо використання AR

В умовах військового стану в Україні майже для половини вчителів – 120 (48,4%) – таке навчання було б зручніше пройти дистанційно.

Інші учасники опитування надали б перевагу таким формам навчання:

- тренінг (триденний очно) – 27 (10,9%), тренінг (літню школу) – 21 (8,5%), тренінг (одноденний очно) – 20 (8,1%);
- семінар (очно) – 21 (8,5%), онлайн марафон (триденний) – 19 (7,7%), онлайн марафон (одноденний) – 19 (7,7%).

Вважаємо слушною думку одного з опитуваних: «Звісно очний формат був би доцільнішим і передбачав би не лише семінар, але й набір практикумів. Однак у сучасних обставинах (щодня ракети) вважаю, що збирати людей в одному місці – дуже небезпечно».

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ / CONCLUSIONS AND PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH

Сучасні виклики в галузі освіти обумовлені стрімким переходом на дистанційну форму навчання, зміною форм освітньої комунікації з учнями, екстериторіальною присутністю (за кордоном, в різних областях України) учасників освітнього процесу та необхідністю насичення освітнього середовища цифровим освітнім контентом.

Основними проблемами використання такого контенту є його відсутність, низька якість, невідповідність освітній програмі, вартість використання та ін. До цього переліку необхідно додати прогалини у неперервному розвитку вчителя, який має опановувати цифрові технології для створення освітнього контенту з метою задоволення своїх професійних потреб.

Зазначимо, що в Україні кожен учень має доступ до цифрової версії підручника, що й досі створюється за традиційною технологією. В останні роки видавці почали удосконалювати підручники й насичувати їх QR-кодами, зокрема кодувати посилання на YouTube, що не вирішує проблему візуалізації предметів живої й неживої природи та процесів, які в ній відбуваються.

Вирішити низку педагогічних проблем, зокрема в процесі організації дистанційної форми навчання та проведення лабораторних і практичних робіт може технологія доповненої реальності. З огляду на це, виникає потреба у визначенні готовності вчителя до її опанування, а саме бути обізнаним про існування такої технології, розуміти їх місце в освітньому процесі, бути готовим психологічно до сприйняття нового і технологічно для ефективного використання в процесі навчання.

Аналіз результатів проведеного дослідження дозволяє зробити наступні висновки:

- не зважаючи на те, що 90% респондентів знають або чули про технологію доповненої реальності, лише чверть з них мали попередній досвід взаємодії з нею;
- зазвичай вчителі вказували на використання AR у процесі самоосвіти, візуалізації інформації у ході пояснення нового матеріалу на уроках та з метою створення ситуації захоплення і зацікавлення учнів до вивчення предмета;
- більше половини опитаних має однозначно позитивне ставлення до використання доповненої реальності у процесі навчання і ще третина вбачають за доцільне її застосування на окремих заняттях;
- 92,7% – виявили бажання підвищити свій рівень професійної майстерності та опанувати доповнену реальність, зокрема – 48,4% готові навчатися дистанційно;
- 90% вчителів зацікавлені у її використанні, а близько 80% – очікує позитивний ефект цієї технології на навчальні досягнення та мотивацію учнів у процесі опанування навчального матеріалу;
- практично всі освітяни погоджуються, що технологія AR могла б знайти своє застосування на всіх навчальних предметах і бути інтегрованою

в усі відповідні засоби навчання або види наочності (підручники, атласи, посібники, плакати, картки, робочі зошити, контурні карти, робочі аркуші);

- 85,8% педагогів мають потребу у розробленні нових AR-додатків з предметів, що ними викладаються, оскільки наявних зразків або недостатньо, або вони не задовольняють потребам освітнього процесу;

- розглядаючи детальніше цифровий контент з доповненою реальністю, який доцільно використовувати у таких додатках, респонденти надали перевагу 3D-моделям просторових об'єктів, імітаційним 3D-сценаріям природних процесів і явищ, симуляціям наукових експериментів, анімаціям та голограмам;

- до основних характеристик, яким повинні відповідати технології доповненої реальності, вчителі віднесли першочергово такі: доступність для завантаження на мобільні пристрої учнів; якісна графіка, зображення, анімація, відео; можливість хмарного збереження результатів роботи; наукову обґрунтованість і відповідність термінології, законам, формулам, правилам; інтуїтивну зрозумілість для використання учнями; якість зображень та їхню відповідність реальним об'єктам.

Підсумовуючи, можемо впевнено констатувати, що вчителі закладів загальної середньої освіти готові до опанування технології доповненої реальності, оскільки вкрай потребують якісного освітнього цифрового контенту, який є, одночасно, як ключовим в питаннях мотивації до навчання для учнів, так й ефективним інструментом для сучасного педагога.

Перспективи подальших досліджень. В часи екстремального впровадження дистанційного та змішаного навчання, пандемічних локдаунів та запровадження військового стану загострюється проблема якісної наочності у навчанні. Ефективне використання об'єктів AR потребує методичної підтримки та якісного контенту. Наукові розвідки вважаємо за доцільно спрямувати на розроблення науково-обґрунтованих методичних рекомендацій щодо оцінювання об'єктів доповненої реальності для закладів загальної середньої освіти, членів експертних груп і рад, видавців навчальних матеріалів.

Фінансування

Статтю підготовлено в межах виконання наукового дослідження «Критерії та показники оцінювання якості освітнього цифрового контенту з доповненою реальністю» (реєстраційний № 0122U001518). Проєкт є переможцем конкурсного відбору на виконання у 2022 р. за рахунок підтримки НАПН України наукових досліджень з проблем розвитку освіти, що потребують невідкладного розгляду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] С. Г. Литвинова, «Мікронавчання ІК-технологій педагогів в умовах онлайнового марафону як парадигма цифрової трансформації освіти», *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, Т. 3, № 1, с. 1–6, 2021. DOI: 10.37472/2707-305X-2021-3-1-10-1.
- [2] О. П. Пінчук, та Л. А. Лупаренко, «Дидактичний потенціал використання цифрового контенту з доповненою реальністю», *Проблеми використання інформаційних технологій у сучасних закладах освіти*, № 63, с. 39–57, 2022.
- [3] S. H. Lytvynova, S. O. Semerikov, A. M. Striuk, M. I. Striuk, L. S. Kolgatina, V. Ye. Velychko, I. S. Mintii, O. O. Kalinichenko, & S. M. Tukalo, «AREdu2021-Immersive technology today», in *Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*. Kryvyi Rih, 2021, pp. 1–40. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper00.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.
- [4] A. E. Kiv, V. V. Bilous, D. M. Bodnenko, D. V. Horbatovskyi, O. S. Lytvyn, & V. V. Proshkin, «The development and use of mobile app AR Physics in physics teaching at the university», in *Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*. Kryvyi Rih, 2021. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper11.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.
- [5] M. E. C. Santos, A. Chen, T. Taketomi, G. Yamamoto, J. Miyazaki, & H. Kato, «Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation», *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 7, no. 1, pp. 38–56, 2014. DOI: 10.1109/TLT.2013.37.
- [6] F. Saltan, & Ö. Arslan, «The Use of Augmented Reality in Formal Education: A Scoping Review», *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Vol. 13, no. 2, pp. 503–520, 2017. DOI: [10.12973/eurasia.2017.00628a](https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00628a).
- [7] S. O. Semerikov, M. M. Mintii, & I. S. Mintii, «Review of the course "Development of Virtual and Augmented Reality Software" for STEM teachers: implementation results and improvement potentials», in *Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*. Kryvyi Rih, 2021. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper09.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.
- [8] O. B. Petrovych, A. P. Vinnichuk, V. P. Krupka, I. A. Zelenenka, & A. V. Voznyak, «The usage of augmented reality technologies in

professional training of future teachers of Ukrainian language and literature», in *Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*. Kryvyi Rih, 2021. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper17.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.

- [9] S. P. Palamar, G. V. Bielienka, T. O. Ponomarenko, L. V. Kozak, L. L. Nezhyva, & A. V. Voznyak, «Formation of readiness of future teachers to use augmented reality in the educational process of preschool and primary education», in *Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021)*. Kryvyi Rih, 2021. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper18.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.
- [10] С. Г. Литвинова, та О. М. Соколюк, «Критерії та показники оцінювання якості освітніх об'єктів доповненої реальності в підручниках фізики», *Інформаційні технології і засоби навчання*, Т. 88, № 2, с. 23–37, 2022. DOI: [10.333407/itlt.v88i2.4870](https://doi.org/10.333407/itlt.v88i2.4870).
- [11] M. E. C. Santos, A. Chen, T. Taketomi, G. Yamamoto, J. Miyazaki, & H. Kato, «Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation», *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 7, no. 1, pp. 38–56, 2014. DOI: [10.1109/TLT.2013.37](https://doi.org/10.1109/TLT.2013.37).
- [12] L. J. Leighton, & H. Crompton, «Augmented reality in K-12 education», in *Mobile Technologies and Augmented Reality in Open Education*, G. Kurubacak and H. Altinpulluk, Eds. IGI Global, 2017, pp. 281–290.
- [13] I.-E. Lasica, M. Meletiou-Mavrotheris, & K. Katzis, «Augmented Reality in Lower Secondary Education: A Teacher Professional Development Program in Cyprus and Greece». *Educ. Sci*, V.10(4), no. 121, 2020. DOI: [10.3390/educsci10040121](https://doi.org/10.3390/educsci10040121).
- [14] M. Papagianni, & N. Eteokleous, «Developing augmented reality applications: E-learning professional development training for in-service teachers», in *Proc. of the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, Langran E., Archambault L., Eds., Association for the Advancement of Computing in Education (AACE): Chesapeake, VA, USA, 2021, pp. 910–920.
- [15] S. Mystakidis, M. Fragkaki, & G. Filippousis, «Ready Teacher One: Virtual and Augmented Reality Online Professional Development for K-12 School Teachers», *Computers*, Vol. 10(10), no. 134, 2021. DOI: [10.3390/computers10100134](https://doi.org/10.3390/computers10100134).

READINESS OF TEACHERS TO USE AUGMENTED REALITY IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Liliia Luparenko,

PhD of Pedagogical Sciences,
Head of the Department of Digital Transformation of the NAES of Ukraine;
Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine.
Kyiv, Ukraine.

 <https://orcid.org/0000-0002-4500-3155>
lisoln1@gmail.com

Svitlana Lytvynova,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Senior Researcher, Deputy Director for Science
Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine.
Kyiv, Ukraine.

 <https://orcid.org/0000-0002-5450-6635>
s.h.lytvynova@gmail.com

Olga Pinchuk,

PhD of Pedagogical Sciences, Senior Researcher,
Deputy Director for Research and Experimental Work
Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine.
Kyiv, Ukraine.

 <https://orcid.org/0000-0002-2770-0838>
opinchuk100@gmail.com

Oleksandra Sokoliuk,

PhD of Pedagogical Sciences, Senior Researcher;
Deputy of Scientific Secretary
Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine.
Kyiv, Ukraine.

 <https://orcid.org/0000-0002-5963-760X>
sokolyuk62@gmail.com

Abstract. The article presents a study of the current state of readiness and attitude of teachers at secondary schools in Ukraine to the use of augmented reality in the educational process. It was found that 90% of respondents know or have heard of AR technology, but only a quarter of them had previous experience using it. Usually, teachers used AR in the process of self-education, visualization of information during the explanation of new material, and creating a situation of enthusiasm and interest of students in studying the subject. More than half of the

respondents have an unambiguously positive attitude towards the use of augmented reality in the learning process, and another third consider its use in individual classes to be appropriate. 92,7% – expressed a desire to improve their level of professional skill and master the use of augmented reality in their professional activities, in particular – 90% of teachers are interested in its use, 48,4% are ready to study remotely, and about 80% – expect a positive effect of this technology on educational achievements and motivation of students in the process of mastering the educational material. Virtually all educators agree that AR technology could find its application in all educational subjects and be integrated into all relevant teaching aids or types of visualization (textbooks, atlases, manuals, posters, cards, workbooks, contour maps, worksheets). 85,8% of teachers need to develop new AR applications for the subjects they teach because the existing samples are either insufficient or they do not meet the needs of the educational process. Examining digital content with augmented reality, which is advisable to use in such applications, the respondents preferred 3D models of spatial objects, simulated 3D scenarios of natural processes and phenomena, simulations of scientific experiments, animations, and holograms. Among the main characteristics that AR technologies should meet, the teachers primarily attributed the following: availability for downloading to students' mobile devices; high-quality graphics, images, animations, and videos; the possibility of cloud storage of work results; scientific validity and compliance with terminology, laws, formulas, rules; intuitive for use by students; quality of images and their correspondence to real objects.

Keywords: readiness of the teacher; institution of general secondary education; augmented reality technologies; AR; teaching aids; digital content; educational process.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] S. H. Lytvynova, «Mikronavchannia IK-tekhnologii pedahohiv v umovakh onlainovoho marafonu yak paradyhma tsyfrovoy transformatsii osvity», *Visnyk Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy*, T. 3, № 1, s. 1–6, 2021. DOI: 10.37472/2707-305X-2021-3-1-10-1.
- [2] O. P. Pinchuk, ta L. A. Luparenko, «Dydaktychnyi potentsial vykorystannia tsyfrovoho kontentu z dopovnenoiu realnistiu», *Problemy vykorystannia informatsiinykh tekhnologii u suchasnykh zakladakh osvity*, № 63, s. 39–57, 2022.

- [3] S. H. Lytvynova, S. O. Semerikov, A. M. Striuk, M. I. Striuk, L. S. Kolgatina, V. Ye. Velychko, I. S. Mintii, O. O. Kalinichenko, & S. M. Tukalo, «AREdu2021- Immersive technology today», in Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021). Kryvyi Rih, 2021, pp.1–40. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper00.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.
- [4] A. E. Kiv, V. V. Bilous, D. M. Bodnenko, D. V. Horbatovskyi, O. S. Lytvyn, & V. V. Proshkin, «The development and use of mobile app AR Physics in physics teaching at the university», in Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021). Kryvyi Rih, 2021. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper11.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.
- [5] M. E. C. Santos, A. Chen, T. Taketomi, G. Yamamoto, J. Miyazaki, & H. Kato, «Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation», IEEE Transactions on Learning Technologies, Vol. 7, no. 1, pp. 38–56, 2014. DOI: 10.1109/TLT.2013.37.
- [6] F. Saltan, & Ö. Arslan, «The Use of Augmented Reality in Formal Education: A Scoping Review», Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, Vol. 13, no. 2, pp. 503–520, 2017. DOI: [10.12973/eurasia.2017.00628a](https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00628a).
- [7] S. O. Semerikov, M. M. Mintii, & I. S. Mintii, «Review of the course "Development of Virtual and Augmented Reality Software" for STEM teachers: implementation results and improvement potentials», in Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021). Kryvyi Rih, 2021. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper09.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.
- [8] O. B. Petrovych, A. P. Vinnichuk, V. P. Krupka, I. A. Zelenenka, & A. V. Voznyak, «The usage of augmented reality technologies in professional training of future teachers of Ukrainian language and literature», in Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021). Kryvyi Rih, 2021. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper17.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.
- [9] S. P. Palamar, G. V. Bieliienka, T. O. Ponomarenko, L. V. Kozak, L. L. Nezhyva, & A. V. Voznyak, «Formation of readiness of future teachers to use augmented reality in the educational process of preschool and primary education», in Proc. of the 4th Int. Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021). Kryvyi Rih, 2021. [Online].

Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2898/paper18.pdf> Accessed on: Aug., 02, 2022.

- [10] S. H. Lytvynova, та O. M. Sokoliuk, «Kryterii ta pokaznyky otsiniuvannia yakosti osvitnikh obiektiv dopovненоi realnosti v pidruchnykakh fizyky», *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, T. 88, № 2, s. 23–37, 2022. DOI: [10.33407/itlt.v88i2.4870](https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4870)
- [11] M. E. C. Santos, A. Chen, T. Taketomi, G. Yamamoto, J. Miyazaki, & H. Kato, «Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation», *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 7, no. 1, pp. 38–56, 2014. DOI: [10.1109/TLT.2013.37](https://doi.org/10.1109/TLT.2013.37).
- [12] L. J. Leighton, & H. Crompton, «Augmented reality in K-12 education», in *Mobile Technologies and Augmented Reality in Open Education*, G. Kurubacak and H. Altinpulluk, Eds. IGI Global, 2017, pp. 281–290.
- [13] I.-E. Lasica, M. Meletiou-Mavrotheris, & K. Katzis, «Augmented Reality in Lower Secondary Education: A Teacher Professional Development Program in Cyprus and Greece». *Educ. Sci*, V.10(4), no.121, 2020. DOI: [10.3390/educsci10040121](https://doi.org/10.3390/educsci10040121).
- [14] M. Papagianni, & N. Eteokleous, «Developing augmented reality applications: E-learning professional development training for in-service teachers», in *Proc. of the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, Langran E., Archambault L., Eds., Association for the Advancement of Computing in Education (AACE): Chesapeake, VA, USA, 2021, pp. 910–920.
- [15] S. Mystakidis, M. Fragkaki, & G. Filippousis, «Ready Teacher One: Virtual and Augmented Reality Online Professional Development for K-12 School Teachers», *Computers*, Vol. 10(10), no. 134, 2021. DOI: [10.3390/computers10100134](https://doi.org/10.3390/computers10100134)

*Стаття надійшла до редакції
04 серпня 2022 року*