



ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

УДК 378.147:611:004.946:159.955

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.20408530>

Оцінювання рівня когнітивного навантаження студентів під час вивчення анатомії із застосуванням технологій доповненої реальності

Турчененко Сергій Олегович,

асистент кафедри інтернатури лікарів-стоматологів,

Донецький національний медичний університет,

м. Краматорськ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-0396-357X>

Тяпченко Олександр Миколайович,

викладач закладу вищої освіти, кафедра медичної і біологічної фізики та

інформатики, навчально-науковий інститут медицини,

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця,

м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-2412-1515>

Копко Ірина Євгенівна,

кандидат біологічних наук, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін,

географії та екології, Дрогобицький державний педагогічний

університет імені Івана Франка, м. Дрогобич, Україна,

<https://orcid.org/0000-0002-8607-7900>

Прийнято: 14.05.2026 | Опубліковано: 27.05.2026

Анотація. Впровадження імерсивних технологій в освітній процес підготовки медичних фахівців актуалізує проблему вивчення їх впливу на рівень інформаційної складності навчання та якість освітніх результатів.



*Метою статті є дослідження рівня когнітивного навантаження студентів під час вивчення анатомії із застосуванням технологій доповненої реальності, а також оцінення ефективності використання цих технологій у порівнянні з традиційними методами навчання. **Методи.** У дослідженні застосовано аналіз і узагальнення наукової та методичної літератури з проблем навчально-пізнавального навантаження; систематизація сучасних підходів до оцінювання ефективності цифрових освітніх технологій; порівняльний аналіз традиційних та імерсивних методів викладання анатомії з метою визначення їх впливу на засвоєння навчального матеріалу та рівень когнітивного навантаження студентів. **Результати.** Показано, що когнітивне навантаження є важливою проблемою в медичній освіті, особливо під час вивчення анатомії через великий обсяг складної візуальної інформації. Виявлено переваги технології доповненої реальності перед традиційними методами навчання, зокрема здатність забезпечити достатнє просторове розуміння матеріалу, підвищення ефективності засвоєння знань, мотивації та активності здобувачів медичної освіти. Встановлено, що інструменти доповненої реальності сприяють покращенню результатів навчання, полегшенню розуміння анатомічних структур і зниженню когнітивного навантаження завдяки поєднанню різних типів представлення інформації. **Висновки.** Технології доповненої реальності є ефективним інструментом когнітивної підтримки навчання анатомії, що забезпечує оптимізацію когнітивного навантаження та підвищення якості освітніх результатів. Їх інтеграція в навчально-педагогічний процес є науково обґрунтованою і педагогічно доцільною, однак потребує ретельного методичного дизайну, дидактичної адаптації контенту та врахування принципів когнітивної ергономіки з метою запобігання інформаційному перевантаженню здобувачів вищої освіти.*



Ключові слова: освітні технології, медична освіта, візуалізація анатомії, інтерактивне навчання, цифрові навчальні середовища, ефективність навчання, навчальні симуляції.

Assessment of students' cognitive load while studying anatomy using augmented reality technologies

Serhii Turchenko,

Assistant of the Department of Internship for Dentists, Donetsk National Medical University, Kramatorsk, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-0396-357X>

Oleksandr Tyapchenko,

Teacher of Higher Education Institution, Department of Medical and Biological Physics and Informatics, Educational and Scientific Institute of Medicine, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-2412-1515>

Iryna Kopko,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Departments of Medical and Biological Disciplines, Geography and Ecology, Ivan Franko Drohobych State Pedagogical University, Drohobych, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-8607-7900>

Abstract. *The introduction of immersive technologies into the training of medical specialists raises questions about their impact on the complexity of learning information and the quality of educational outcomes. The **aim of the article** is to examine students' cognitive load during anatomy instruction using augmented reality technologies and to assess the effectiveness of these technologies compared*



with traditional teaching methods. **Methods.** The study used an analysis and generalization of scientific and methodological literature on the problems of educational and cognitive load; systematization of modern approaches to assessing the effectiveness of digital educational technologies; and a comparative analysis of traditional and immersive methods of teaching anatomy in order to determine their impact on the assimilation of educational material and the level of cognitive load of students. **Results.** Cognitive load is an important issue in medical education, especially in anatomy, given the large amount of complex visual information. The advantages of augmented reality technology over traditional teaching methods have been identified, particularly the ability to provide sufficient spatial understanding of the material, increase the efficiency of knowledge acquisition, and enhance motivation and engagement among medical students. It has been established that augmented reality tools improve learning outcomes, facilitate understanding of anatomical structures, and reduce cognitive load by combining different types of information presentation. **Conclusions.** Augmented reality technologies are an effective tool for cognitive support in teaching anatomy, optimizing cognitive load and improving the quality of educational outcomes. Their integration into the educational and pedagogical process is scientifically sound and pedagogically appropriate, but requires careful methodological design, didactic adaptation of content and consideration of the principles of cognitive ergonomics to prevent information overload for students.

Keywords: educational technologies, medical education, anatomical visualization, interactive learning, digital learning environments, learning effectiveness, educational simulations.

Постановка проблеми. Натепер до здобувачів вищої медичної освіти висуваються вимоги щодо засвоєння значного обсягу складної тривимірної інформації, зокрема під час вивчення таких дисциплін, як анатомія. Водночас



традиційні методи навчання не завжди можуть забезпечити достатній рівень наочності та інтерактивності. З огляду на це все більшого поширення набувають технології доповненої реальності (далі – AR), які покращують візуалізацію матеріалу, підвищують зацікавленість студентів і сприяють розвитку їхнього просторового мислення. Водночас використання AR може супроводжуватися ризиком надмірного когнітивного навантаження, зумовленого складністю інтерфейсів, надлишком стимулів і невідповідністю матеріалу рівню підготовки здобувачів освіти, що може негативно позначатися на засвоєнні знань. Утім, і недостатній рівень навантаження також не сприяє досягненню глибокого навчання.

Таким чином, актуалізується необхідність комплексного дослідження когнітивного навантаження студентів у процесі використання AR-технологій під час вивчення анатомії, з урахуванням нейрокогнітивних, ергономічних та дидактичних аспектів. Особливої уваги потребує розроблення валідних і надійних методик оцінювання когнітивного навантаження (наприклад, суб'єктивних шкал, психофізіологічних індикаторів, поведінкових метрик), а також формування принципів педагогічного дизайну AR-середовищ на засадах когнітивної ергономіки, мультимедійного навчання та інструкційного дизайну. Недостатній рівень теоретико-методологічного опрацювання цих питань і відсутність стандартизованих рекомендацій зумовлюють високу науково-практичну актуальність зазначеної проблематики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останніх років проблема оцінювання когнітивного навантаження студентів у процесі навчання з використанням AR-технологій привертає значну увагу науковців у галузі педагогіки, психології та медичної освіти. Особливо це актуально для вивчення анатомії, де складність просторового мислення та великий обсяг інформації створюють підвищене когнітивне навантаження. Зокрема, в науковому дослідженні М. Матвієнко та І. Прохоренка обґрунтовано



імплементацию технологій комп'ютеризованого навчання, доповненої і віртуальної реальності в доклінічну стоматологічну освіту як інноваційних дидактичних інструментів, що забезпечують інтерактивні освітні модулі, цифрові симуляції, безперервний фідбек і моделювання клінічних сценаріїв, підвищуючи мотиваційну залученість й ефективність формування професійних компетентностей студентів [1].

У наукових розвідках В. Кундіної, Ю. Сторожчук і Т. Козаренко систематизовано інтерактивні педагогічні технології (групова дискусія, кейс-метод, мозковий штурм, алгоритмізація, модульно-рейтингове оцінювання), ефективно імплементовані в дистанційному медичному освітньому середовищі через платформи відеоконференцій (Zoom, Google Meet) і цифрові інструменти (Padlet, Miro, Conceptboard, Edpuzzle, Kahoot), включно із симуляційними додатками для формування клінічних компетентностей, що в сукупності оптимізує дидактичний процес і когнітивне навантаження студентів у контексті застосування AR-технологій [2]. Значення використання інтерактивних платформ в освітньому процесі підкреслюють І. Ніженковська та В. Проворова, акцентуючи увагу на необхідності їх належної адаптації відповідно до специфіки конкретної медичної дисципліни та освітніх потреб здобувачів вищої освіти [3].

Дослідники Ю. Дехтяр, О. Чорній та Л. Бутенко зазначають, що впровадження інформаційних систем у медичній сфері України значно підвищило ефективність організаційних процесів у закладах охорони здоров'я [4]. Водночас О. Письменна аналізує змішане навчання як інноваційну педагогічну модель, що оптимізує організацію самостійної та самоосвітньої діяльності студентів медичних коледжів через формування спеціальної компетентності підтримки самоосвіти, яка виконує розвивальну, інтегративну, регулятивну, прогностичну та ціннісно-сміслову функції у структурі професійної підготовки майбутніх фахівців [5].



У працях А. Романюк, Т. Шевчук, Л. Апончук, М. Майструка та С. Кривов'яз проаналізовано сучасні науково-методичні підходи до модернізації викладання анатомії в умовах цифрової трансформації освіти, міждисциплінарної інтеграції та зростання клініко-освітніх вимог, з акцентом на імплементацію інноваційних педагогічних технологій (AR/VR, 3D-моделювання, симуляційні платформи), гейміфікації, змішаного навчання і компетентнісно та функціонально орієнтованих дидактичних стратегій [6]. У дослідженні Я. Шпряха, Б. Лисецького та В. Ільїної-Стогнієнко здійснено комплексний аналіз дидактичного потенціалу та проблем імплементації AR в освітні програми підготовки хірургів в Україні, зокрема ідентифіковано інституційні та методичні труднощі інтеграції AR в освітній процес, запропоновано стратегії їх подолання та визначено перспективи подальших досліджень у контексті підвищення навчальної ефективності й оптимізації когнітивного навантаження здобувачів освіти [7].

У науковій полеміці О. Ковальчук, М. Бондаренко, А. Охрей, І. Прибителько та Є. Решетник констатують, що інтеграція імерсивних технологій в освітній процес інтенсифікує практико-орієнтовану дидактику, підвищує когнітивну продуктивність, увагу та мотиваційну залученість здобувачів освіти, оптимізує інформаційно-пошукові й обробні процеси, стимулює розвиток креативного мислення й мнемічних функцій, а також забезпечує мультимодальне оцінювання навчальних досягнень і формування візуально насиченої, технологічно оптимізованої підготовки майбутніх медичних фахівців [8]. Роль симуляційних освітніх технологій у вищій медичній освіті як інструменту формування клініко-практичних навичок, пацієнт-безпечного тренінгу та розвитку технічних і нетехнічних компетентностей майбутніх лікарів у контексті професійної підготовки аналізують Р. Юрій, Л. Башкірова та Ю. Тиравська [9]. У статті І. Корчинського та Н. Фірман підкреслено, що цифрові технології справляють



суттєвий вплив на систему освіти у сфері охорони здоров'я та медичну галузь загалом. У світовій практиці процес цифровізації призвів до появи концепції «цифрової медицини», яка відображає інтеграцію цифрових рішень у медичні та освітні процеси [10].

Таким чином, аналіз останніх досліджень свідчить, що AR-технології мають значний потенціал для оптимізації когнітивного навантаження студентів під час вивчення анатомії. Водночас ефективність їх застосування значною мірою залежить від педагогічного дизайну, адаптивності контенту та врахування індивідуальних особливостей здобувачів освіти.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значний корпус наукових публікацій, присвячених застосуванню AR-технологій в освітній процес, проблема комплексної операціоналізації та валідного вимірювання когнітивного навантаження в таких середовищах залишається відкритою. Зокрема, спостерігається дефіцит досліджень, спрямованих на диференційований аналіз впливу різних форматів візуалізації (тривимірні просторові моделі, інтерактивні мультимодальні об'єкти, динамічні анімаційні репрезентації) на структуру когнітивного навантаження – внутрішнього, зовнішнього і релевантного / герменевтичного – у процесі опанування складних анатомічних знань. Крім того, відсутня уніфікована та стандартизована методологічна рамка для оцінювання когнітивного навантаження в умовах AR-опосередкованого навчання. Наявні психометричні інструменти та експериментальні протоколи переважно адаптовані до традиційних освітніх середовищ або змішаного навчання і не враховують специфіку інтерактивності, імерсивності та мультимодальності AR. Це зумовлює низький рівень порівнюваності результатів міждисциплінарних досліджень та ускладнює метааналітичну інтеграцію даних. Окремим проблемним аспектом є недостатня інкорпорація індивідуально-психологічних і когнітивних характеристик здобувачів освіти.



Такі змінні, як попередній предметний досвід, рівень розвитку просторово-візуального мислення, когнітивний стиль, а також цифрова та інформаційна компетентність, виступають потенційними модераторами когнітивного навантаження в AR-середовищах, однак у більшості досліджень вони або ігноруються, або враховуються фрагментарно без належного статистичного контролю. Також спостерігається нестача лонгітюдних досліджень, спрямованих на оцінювання відстрочених освітніх ефектів використання доповненої реальності. Зокрема, недостатньо вивчено питання довготривалого збереження знань, трансферу навчання та формування клінічного мислення як складника професійної компетентності майбутніх медиків. Переважання короткострокових експериментальних дизайнів обмежує можливість комплексного оцінювання ефективності AR-технологій.

Отже, актуалізовано потребу в розробленні теоретично обґрунтованих і емпірично валідованих інструментів діагностики когнітивного навантаження, інтеграції мультифакторних моделей аналізу індивідуальних відмінностей, а також у визначенні оптимальних дидактичних і технологічних параметрів використання AR у процесі навчання анатомії з урахуванням принципів когнітивної теорії навчання та інструкційного дизайну.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є дослідження рівня когнітивного навантаження студентів під час вивчення анатомії із застосуванням AR-технологій.

Для досягнення мети дослідження сформульовано завдання:

- 1) проаналізувати теоретичні підходи до поняття когнітивного навантаження та його складників (внутрішнього, зовнішнього і релевантного) у контексті освітнього процесу;
- 2) дослідити особливості використання AR-технологій у викладанні анатомії здобувачам медичної освіти;



3) оцінити вплив використання AR-технологій на ефективність оброблення навчальної інформації для студентів медичної галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Поняття когнітивного навантаження постає як центральна категорія в межах когнітивно-орієнтованої дидактики та освітньої психології, оскільки воно безпосередньо корелює з ефективністю кодування, зберігання та подальшого відтворення інформації в довготривалій пам'яті. Теоретико-методологічним підґрунтям його інтерпретації слугує когнітивна теорія навчання, яка концептуалізує архітектуру людської пам'яті як багаторівневу систему оброблення інформації з обмеженою пропускнуою здатністю, зокрема на рівні робочої пам'яті, що виконує функції тимчасового буфера та операційного простору для ментальних репрезентацій [11, р. 4422].

У цьому контексті освітній процес розглядається крізь призму оптимізації когнітивних ресурсів, де ключовим завданням є редукція надлишкового та раціоналізація інструкційного дизайну з метою запобігання перевантаженню когнітивної системи здобувачів освіти. Відповідно, ефективна педагогічна взаємодія передбачає узгодження складності навчального матеріалу з актуальним рівнем когнітивної готовності та попереднього знання здобувача освіти [12, с.141].

Згідно з класичною трикомпонентною моделлю, когнітивне навантаження диференціюється на три взаємопов'язані складники: внутрішній, що детермінується елементною взаємозалежністю та складністю самого навчального матеріалу; зовнішній, який зумовлюється особливостями подання інформації та може бути мінімізований через оптимізацію педагогічного дизайну; релевантний або герменевтичний, що сприяє формуванню схем та автоматизації когнітивних структур, забезпечуючи глибинне розуміння й інтеграцію знань у довготривалу пам'ять (табл. 1).

Таблиця 1

Види когнітивного навантаження

Вид когнітивного навантаження	Сутність	Приклад	Навантаження за використання AR
Внутрішнє	Залежить від складності навчального матеріалу та рівня підготовки студента	Вивчення анатомії з великою кількістю термінів і структур	Відносно стабільне; може зменшуватися через поетапне подання та структурування матеріалу
Зовнішнє	Виникає через неякісний дизайн або подання матеріалу	Перевантажені слайди, складна навігація, зайві візуальні елементи	Може зростати через надлишок стимулів або зменшуватися завдяки грамотній візуалізації
Релевантне (корисне)	Пов'язане з глибоким засвоєнням знань та їх інтеграцією	Осмислення та узагальнення анатомічних структур	Підвищується через інтерактивні 3D-моделі та активну взаємодію

Джерело: узагальнено авторами за [13; 14]

Таким чином, ефективна організація освітнього процесу, зокрема із застосуванням AR-технологій, має передбачати баланс між трьома видами когнітивного навантаження. Зменшення зовнішнього навантаження та оптимізація внутрішнього створюють умови для максимізації релевантного, що в підсумку підвищує якість засвоєння знань здобувачами освіти.

Використання AR-технологій у системі медичної освіти репрезентує інноваційний дидактичний інструментарій, що істотно розширює когнітивні можливості студентів у процесі опрацювання складних навчальних контентів, зокрема в межах морфологічних дисциплін, як-от анатомія людини. Конвенційні педагогічні підходи, що ґрунтуються на використанні друкованих підручників, анатомічних атласів і двовимірних ілюстративних репрезентацій, характеризуються обмеженою здатністю до формування адекватних просторово-візуалізаційних уявлень про топографо-анатомічну організацію людського тіла. Натомість AR-технології забезпечують інтеграцію тривимірних віртуальних об'єктів у реальний перцептивний простір,

формуючи мультимодальне, імерсивне та інтерактивне навчальне середовище [15].

Особливістю використання AR у викладанні анатомії є можливість контекстуалізації знань через накладання цифрових анатомічних структур безпосередньо на фізичні об'єкти або тіло людини, що сприяє формуванню клінічно релевантних асоціацій. Додатково важливим є забезпечення просторової узгодженості між віртуальними моделями та реальним середовищем, що дозволяє здобувачам освіти інтуїтивно розуміти взаєморозташування органів і систем [16].

Суттєвою дидактичною перевагою технології є можливість реалізації принципів поетапного ускладнення навчального матеріалу (scaffolding), коли студент поступово переходить від базових анатомічних структур до складних функціональних систем із можливістю керування рівнем деталізації (zoom, layer control, segmentation). Це створює умови для індивідуалізації освітнього процесу та адаптації темпу навчання відповідно до когнітивних можливостей здобувача освіти. Інтерактивність AR-середовища також забезпечує активне навчання через маніпуляцію об'єктами (обертання, розтин, ізоляція структур), що є критично важливим для формування просторового мислення та клінічного аналізу (табл. 2).

Таблиця 2

AR-інструменти у викладанні анатомії

Інструмент	Основні можливості	Особливості використання
Complete Anatomy	Високоточна 3D-сегментація, функціональні моделі систем	Детальне покрокове вивчення анатомії з регулюванням рівня складності
Visible Body	Інтерактивні 3D-моделі з AR-візуалізацією	Зручний мобільний доступ для навчання
Human Anatomy Atlas	Структуровані 3D-моделі, навчальні сценарії, клінічні кейси	Підходить для освітнього та клінічного контексту
Microsoft HoloLens + HoloAnatomy	Голографічна AR-візуалізація, спільна робота	Імерсивне навчання в командному середовищі



Інструмент	Основні можливості	Особливості використання
AR Anatomy 4D (мобільні застосунки)	Базові 3D/AR-моделі організму	Доступний інструмент для початкового ознайомлення

Джерело: узагальнено авторами за [17, р. 157; 18]

З позиції теорії когнітивного навантаження, використання AR-інструментів в освітньому процесі має неоднозначний вплив на ефективність опрацювання інформації та формування знань.

Зменшення зовнішнього навантаження спостерігається тоді, коли складні двовимірні зображення або текстові описи замінюються інтерактивними тривимірними моделями. Це полегшує сприйняття просторових об'єктів і знижує потребу в їх ментальній реконструкції. Особливо ефективними в цьому контексті є структуровані освітні платформи, як-от Complete Anatomy, де інформація подається логічно організовано та візуально інтуїтивно.

Водночас внутрішнє навантаження може зростати в разі надлишку одночасних стимулів – наприклад, використання голограм, складних анімаційних ефектів або перевантажених інтерфейсів, як це іноді спостерігається в системах на кшталт HoloLens. Така ситуація особливо ускладнює навчання студентів молодших курсів або користувачів із недостатнім рівнем цифрової грамотності, оскільки збільшується складність опрацювання інформації [19, р. 567].

Натомість герменевтичне навантаження може зростати за умови правильно організованого освітнього процесу, коли студенти активно аналізують, пояснюють побачене, інтегрують нові знання та формують цілісні ментальні моделі. Саме цей тип когнітивної активності є ключовим для довготривалого засвоєння матеріалу. Водночас слід урахувувати, що надмірна візуальна насиченість або складність інтерфейсу AR-середовищ може спричинити когнітивне перевантаження, що негативно впливає на робочу



пам'ять, знижує концентрацію уваги та, як наслідок, зменшує загальну ефективність навчання [20].

Таким чином, інтеграція AR у викладання анатомії має потенціал суттєво підвищити ефективність освітнього процесу за умови педагогічно обґрунтованого дизайну цифрового контенту та врахування когнітивних обмежень здобувачів освіти.

Оцінювання впливу використання AR-технологій у викладанні анатомії передбачає комплексний аналіз того, як ці інструменти змінюють процес сприйняття, оброблення та запам'ятовування складної візуально-просторової інформації студентами медичних спеціальностей. Анатомія належить до дисциплін із високим когнітивним навантаженням, оскільки потребує одночасного засвоєння тривимірних структур, спеціалізованої термінології та складних взаємозв'язків між органами. У цьому контексті технології доповненої реальності розглядаються як ефективний засіб зниження надлишкового когнітивного навантаження та підвищення результативності освітнього процесу [21, р. 37].

Особливістю використання AR-технологій у викладанні анатомії є можливість інтеграції цифрових тривимірних моделей у реальний навчальний простір, що забезпечує інтерактивне вивчення органів, систем і тканин у різних проекціях та масштабах. На відміну від традиційних атласів або двовимірних ілюстрацій, AR дає змогу студентам взаємодіяти з анатомічними структурами в режимі реального часу: обертати моделі, змінювати рівні візуалізації, виділяти окремі системи органів та аналізувати просторові взаємозв'язки між ними. Це особливо важливо під час вивчення топографічної анатомії, нейроанатомії та судинних структур, де просторове уявлення є критичним для формування професійних компетентностей.

У сучасній медичній освіті використовуються різні AR-інструменти та платформи, зокрема Microsoft HoloLens, Complete Anatomy, Human Anatomy



Atlas, Magic Leap, Visible Body та GreyMapp-AR. Їх застосування дозволяє створювати інтерактивні сценарії навчання, в яких студент може одночасно сприймати візуальну інформацію, текстові пояснення та аудіосупровід. Наприклад, використання Microsoft HoloLens забезпечує голографічне накладання анатомічних моделей на фізичний простір аудиторії, тоді як Complete Anatomy і Visible Body надають можливість деталізованого вивчення окремих систем організму з інтерактивними функціями розтину та анімації фізіологічних процесів.

Характеристики впливу цих інструментів на когнітивне навантаження пояснюються через теорію когнітивного навантаження Дж. Свеллера. AR-технології сприяють зменшенню зовнішнього когнітивного навантаження завдяки поєднанню текстової, візуальної та просторової інформації в єдиному середовищі навчання. Це дозволяє уникнути необхідності постійного перемикання уваги між підручником, анатомічним атласом і фізичним об'єктом. Водночас AR посилює герменевтичне когнітивне навантаження, оскільки стимулює активне формування ментальних моделей та покращує інтеграцію нових знань у довготривалу пам'ять. Однак надмірна кількість інтерактивних елементів або складний інтерфейс можуть спричинити перевантаження робочої пам'яті, що вимагає педагогічно виваженого використання AR-засобів в освітньому процесі.

Використання доповненої реальності у викладанні анатомії позитивно впливає на ключові когнітивні показники. Зокрема, спостерігається підвищення швидкості розпізнавання анатомічних структур, зростання точності просторового мислення, а також покращення глибини розуміння анатомічних зв'язків. Крім того, AR-технологія сприяє підвищенню довготривалого запам'ятовування, зменшенню кількості когнітивних помилок під час навчання, а також підвищує навчальну мотивацію та залученість студентів [22, р. 53].

Аналіз ефективності оброблення навчального матеріалу свідчить, що AR-технології забезпечують вищий рівень когнітивної інтеграції інформації порівняно з традиційними методами викладання. Завдяки інтерактивній візуалізації студенти швидше ідентифікують анатомічні структури, краще орієнтуються в просторовому розташуванні органів та ефективніше встановлюють функціональні взаємозв'язки між системами організму. Дослідження демонструють, що використання AR скорочує час засвоєння складного матеріалу, підвищує точність виконання практичних завдань і покращує результати тестового контролю знань. Особливо помітним є позитивний вплив на студентів із домінуванням візуально-просторового стилю навчання, для яких інтерактивні тривимірні моделі є більш ефективними, ніж статичні зображення.

Для оцінювання ефективності впровадження AR-технологій можна застосовувати комплекс показників (табл. 3).

Таблиця 3

Комплекс кількісних і якісних показників ефективності використання AR у медичній освіті

Показник	Метод вимірювання
Когнітивне навантаження	NASA-TLX, Paas Cognitive Load Scale
Навчальні результати	Порівняння претестів та посттестів
Швидкість виконання завдань	Час ідентифікації та відтворення анатомічних структур
Точність засвоєння матеріалу	Кількість правильних відповідей у тестах і практичних завданнях
Рівень залученості студентів	Спостереження та опитування (engagement metrics)
Суб'єктивна складність матеріалу	Самооцінка студентів
Довготривале запам'ятовування	Результати відтермінованого тестування (затримка після тестування)

Джерело: узагальнено авторами за [2; 5; 7, с. 1859; 7, с. 158; 23, с. 64]

Як бачимо, показниками ефективності використання у викладанні анатомії виступають результати академічної успішності, рівень



довготривалого запам'ятовування, швидкість виконання практичних завдань, точність ідентифікації анатомічних структур, а також показники когнітивного навантаження, що вимірюються за допомогою спеціалізованих шкал, зокрема NASA-TLX або Paas Cognitive Load Scale. Додатковими індикаторами є рівень навчальної мотивації, ступінь залученості студентів до освітнього процесу та задоволеність якістю навчання. Аналіз результативності AR-інструментів за цими критеріями, представлений у фаховій літературі [2; 5; 7, с. 1859; 7, с. 158], вказує на їхній значний потенціал для підвищення ефективності викладання анатомії та оптимізації когнітивних процесів у медичній освіті.

Таким чином, AR-технології у викладанні анатомії виступають дієвим засобом оптимізації когнітивного навантаження, оскільки вони дозволяють зменшити надмірну візуально-інформаційну складність навчального матеріалу та водночас сприяють формуванню більш чітких ментальних моделей. У результаті підвищується ефективність опрацювання інформації, що проявляється в кращому засвоєнні, глибшому розумінні та точнішому відтворенні анатомічних знань здобувачами освіти медичних спеціальностей.

Висновки. Проведене дослідження дозволило встановити, що когнітивне навантаження є одним із ключових факторів, які впливають на ефективність засвоєння анатомічного матеріалу здобувачами вищої медичної освіти. Виявлено, що традиційні методи навчання не завжди забезпечують достатній рівень просторового розуміння складних анатомічних структур, що може ускладнювати процес навчання та підвищувати когнітивне навантаження.

Водночас використання AR-технологій сприяє більш наочному представленню навчального матеріалу, інтеграції різних типів інформації та активізації пізнавальної діяльності студентів, що покращує розуміння анатомічних структур, підвищує мотивацію до навчання та сприяє зниженню надмірного когнітивного навантаження.



Отримані результати свідчать про доцільність упровадження імерсивних технологій у процес викладання анатомії як ефективного інструменту підвищення якості медичної освіти та оптимізації навчального навантаження студентів.

Список використаних джерел.

1. Матвієнко М. М., Прохоренко І. А. Використання технологій комп'ютеризованого навчання, доповненої (AR) та віртуальної (VR) реальностей у доклінічній стоматологічній освіті. *Медицина та фармація: освітні дискурси*. 2024. № 4. С. 70–78. DOI: <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-4-12>.
2. Кундіна В. В., Сторожчук Ю. О., Козаренко Т. М. Використання інтерактивних інструментів у дистанційному навчанні медичних спеціалістів. *Академічні візії*. 2024. № 38. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14529876>.
3. Ніженковська І. В., Проворова В. О. Характеристика та можливості використання інтерактивних платформ Edpuzzle, Padlet, Kahoot і Labster у фармацевтичній освіті. *Медицина та фармація: освітні дискурси*. 2024. № 1. С. 30–40. DOI : <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-1-5>.
4. Дехтяр Ю., Чорній О., Бутенко Л. Вища медична освіта в Україні в еру цифрової трансформації: вплив технологій. *Перспективи та інновації науки*. 2024. № 1 (35). С. 909–920. DOI: [10.52058/2786-4952-2024-1\(35\)-909-920](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-1(35)-909-920).
5. Письменна О. М. Інноваційні підходи до формування самоосвітньої компетентності студентів медичних коледжів шляхом адаптації технологічних моделей змішаного навчання. *Адаптивне управління: теорія і практика*. 2024. Т. 19, № 37. DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0255-19\(37\)-16](https://doi.org/10.33296/2707-0255-19(37)-16).
6. Романюк А. П., Шевчук Т. Я., Апончук Л. С., Майструк М., Кривов'яз С. Анатомічна освіта у реабілітаційних науках: сучасні виклики і



шляхи вдосконалення. *Physical culture and sport: scientific perspective*. 2025. № 2. С. 241–252. DOI: <https://doi.org/10.31891/pcs.2025.2.31>.

7. Шпряха Я., Лисецький Б., Ільїна-Стогнієнко В. Застосування технології доповненої реальності в навчальних програмах для хірургів в Україні. *Перспективи та інновації науки*. 2024. № 12 (46) С. 1859–1873. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-12\(46\)-1859-1873](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-12(46)-1859-1873).

8. Ковальчук О. І., Бондаренко М. П., Охрей А. Г., Прибителько І. Й., Решетник Е. М. Особливості використання імерсивних технологій (віртуальної та доповненої реальності) в медичній освіті та практиці. *Морфологія / Morphologia / Morfologiâ*. 2020. Т. 3, № 14 С. 158–164. DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2020.3.158-164>.

9. Юрій Р. Ф., Башкірова Л. М., Тиравська Ю. В. Роль віртуальних пацієнтів та тренажерів у симуляційному навчанні та клінічній медичній освіті України. *Академічні візії*. 2023. № 26. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10334141>.

10. Корчинський І. О., Фірман Н. А. Цифрова медицина: особливості та проблеми становлення в Україні. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2022. № 1 (01). С. 100–105. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.1-16>.

11. Chovriy S., Sotska H., Tiahur V., Kibich D., Du J. Cherkasov V. Application of interactive methods and technologies in teaching art disciplines. *Revista Conrado*. 2025. № 21 (105). 4422. URL: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/4422> (дата звернення 25.04.2026).

12. Стучинська Н., Матвієнко М. Роль вибіркового дисциплін у формуванні цифрової компетентності майбутніх лікарів. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій та загальноосвітній школах*. 2023. № 88. С. 138–146. DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2023.88.25>.



13. Антоненко Г. М., Терменжи Д. Є., Різак Г. В. Дослідження ролі дистанційних технологій у забезпеченні стійкості української вищої освіти. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 19. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15779450>.

14. Chovriy S., Berezivska L., Kochubei T., Balalaieva O., Sabat N., Kuchai T. International experience in monitoring the quality of higher education in European countries. *Revista Conrado*. 2025. № 21 (107). 4437. URL: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/4437> (дата звернення 25.04.2026).

15. Дудік О. П., Чорній О. В. Основи безпечного використання ІТ продуктів у медичних ЗВО України. *Академічні візії*. 2024. № 27. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10468493>.

16. Новік К., Папіжук В., Лісова Ю. Використання штучного інтелекту для виявлення та корекції фонетичних помилок у здобувачів освіти: теоретичний аналіз та практичні рекомендації. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2024. Т. 2, № 77. С. 210–216. DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/77-2-30>.

17. Novik K. Ethics and efficiency: exploring the benefits and challenges of ai in English teaching. *Collection of Scientific Papers «SCIENTIA»*. 2024. P. 156–160. URL: <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/2332> (дата звернення 05.05.2026).

18. Шемякіна Н. В., Дніпровська Т. В., Різак Г. В. Формування компетентностей глобальної мобільності шляхом використання віртуальних академічних обмінів та транснаціональних альянсів. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2026. № 26. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18300954>.

19. Konstantinidis K., Apostolakis I., Karaiskos P. A narrative review of e-learning in professional education of healthcare professionals in medical imaging



and radiation therapy. *Radiography*. 2022. № 28 (2). P. 565–570. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.12.002>.

20. Zhaldak M. The role of industrial site revitalization in the creation of multifunctional creative spaces for non-formal education. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 22. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19219062>.

21. Rizak G. V. Search for biologically active substances using the example of 2,4-dioxo- and 4-imino-2-oxo-3-phenyl-5,6,6a-thieno [2,3-d] pyrimidines, prospects for their use in pharmacy and medicine. *Azərbaycan Əczaçılıq və Farmakoterapiya Jurnalı*. 2023. № 23 (1). P. 29–46. DOI: 10.58495/BUCC4973.

22. Hrechka U. Integration of AR and VR into architectural design and spatial solution verification processes. *Emerging Frontiers Library for The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research*. 2025. № 7 (12). P. 48–60. DOI: <https://doi.org/10.37547/tajir/Volume07Issue12-07>.

23. Кравчук Л. В., Кадобний Т. Б., Бучко А. Т. Окремі аспекти підготовки майбутніх фахівців медичної галузі в умовах змішаного навчання. *Медична освіта*. 2023. № 1. С. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.11603/m.2414-5998.2023.1.13827>.