

Колісник Ігор Леонідович,
доктор медичних наук, професор,
професор кафедри креативного менеджменту і дизайну,
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця,
ihor.kolisnyk@hneu.net

ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗАСОБАМИ STEAM-ОСВІТИ У ВИВЧЕННІ АНАТОМІЇ ЛЮДИНИ

Анотація. У статті досліджено можливості STEAM-підходу у вивченні анатомії людини через інтеграцію цифрового мистецтва, медичної візуалізації та медіаторчості. Актуальність теми зумовлена цифровою трансформацією освіти, необхідністю модернізації навчання здобувачів вищої освіти анатомії людини, зростанням ролі візуальної комунікації у медицині та потребою формування цифрових компетентностей, сумісних із сучасними європейськими рамками компетентностей. Метою роботи є теоретичне обґрунтування і опис моделі навчання, у якій анатомія опановується не лише через споглядання готових зображень, а через активне створення візуальних репрезентацій - схем, скетчів, інфографік, 3D-моделей, інтерактивних сцен і коротких медіапродуктів з використанням принципів STEAM освіти. Методологія поєднує аналітичний наративний огляд рецензованої літератури та порівняльний аналіз офіційних цифрових платформ. Показано, що 3D-моделі, VR та цифрові малюнки найкраще працюють як доповнення до традиційних методів, посилюючи просторове мислення, мотивацію та глибину розуміння. Узагальнено можливості BioDigital Human, Visible Body, Blender, Sketchfab і 3D Slicer для анатомічного STEAM-навчання. Доведено, що поєднання мистецтва, цифрових технологій та анатомії людини створює умови для формування не лише предметних знань, а й міждисциплінарних, комунікативних і цифрових компетентностей.

Ключові слова: STEAM-освіта, анатомія людини, цифрове мистецтво, медична візуалізація, медіаторчість, цифрові компетентності, 3D-моделювання, VR, медична ілюстрація.

Abstract. The article explores the possibilities of the STEAM approach in the study of human anatomy through the integration of digital art, medical visualization, and media creativity. The relevance of the topic is determined by the digital transformation of education, the need to modernize the teaching of human anatomy for higher education students, the growing role of visual communication in medicine, and the necessity to develop digital competencies compatible with contemporary European competence frameworks. The aim of the study is to provide a theoretical justification and describe a learning model in which anatomy is mastered not only through the observation of ready-made images, but also through the active creation of visual representations, including schemes, sketches, infographics, 3D models, interactive scenes, and short media products based on STEAM education principles. The methodology combines an analytical narrative review of peer-reviewed literature with a comparative analysis of official digital platforms. It has been demonstrated that 3D models, virtual reality technologies, and digital drawing are most effective when used

as supplements to traditional teaching methods, enhancing spatial thinking, motivation, and depth of understanding. The study summarizes the educational potential of BioDigital Human, Visible Body, Blender, Sketchfab, and 3D Slicer for anatomical STEAM learning. It is proved that the integration of art, digital technologies, and human anatomy creates conditions for the development not only of subject-specific knowledge, but also of interdisciplinary, communicative, and digital competencies.

Keywords: STEAM education, human anatomy, digital art, medical visualization, media creativity, digital competencies, 3D modeling, virtual reality, medical illustration.

Вступ. Український і європейський освітній контекст дедалі виразніше підтримує інтегровані моделі навчання, у яких наука, технології, інженерія, мистецтва та математика працюють не як ізольовані дисципліни, а як взаємопов'язані способи мислення. У Концепції розвитку природничо-математичної освіти в Україні STEM-освіта визначена як цілісна система, що спирається на трансдисциплінарний підхід і практичне застосування знань для розв'язання реальних проблем; план заходів до 2027 року деталізує цю рамку через розвиток інфраструктури, оновлення змісту навчання й підготовку педагогів. Інтегровані STEM і STEAM підходи розвивають адаптивність, креативність і вміння працювати з комплексними задачами у п'яти сферах, що охоплюють інформаційну грамотність, цифрову комунікацію, створення цифрового контенту, цифрову безпеку та здатність до технологічного розв'язання проблем [1-4].

У цій рамці анатомія людини посідає особливе місце. Це фундаментальна дисципліна для медичної, біологічної, мистецької й педагогічної освіти, але водночас одна з найскладніших для засвоєння через просторову щільність матеріалу, багат шаровість структур, потребу бачити об'єкт у різних проєкціях і співвідносити будову з функцією. Саме тому анатомія природно тяжіє до візуалізації. У науковій літературі останніх років цифрова анатомія описується як новий освітній напрям, що поєднує традиційне навчання з 3D-моделями, інтерактивним середовищем, мобільними застосунками й віртуальним форматом представлення тіла людини [7], [11-13].

Історично анатомія й мистецтво ніколи не існували ізольовано. Медична ілюстрація виникла як спосіб пояснення складних структур і процесів, а не як суто естетичний жанр. Праці з історії медичної ілюстрації показують перехід від ранніх візуальних практик до високоточних анатомічних зображень модерної науки, а дослідження про Леонардо да Вінчі наголошують на тому, що його анатомічні малюнки були одночасно науковим інструментом і художньою формою спостереження. Сучасні цифрові медіа продовжують цю традицію в

нових формах, наприклад, через інтерактивні атласи, 3D-скульпт, веб-моделі, VR або навчальну анімацію [8-10].

Сучасний STEAM-дискурс наголошує, що мистецтво в інтегрованому навчанні виконує не допоміжну, а структурну функцію. Систематичний огляд імплементації STEAM у школах фіксує стабільний інтерес до міждисциплінарних моделей, а дослідження інтегрованої STEAM-освіти для розвитку творчості показує, що цифрові інструменти й мистецькі завдання можуть бути середовищем творчого проблеморозв'язання, а не лише формою візуального супроводу. Українське дослідження щодо 3D-моделювання, AR/VR у навчанні анатомії також засвідчує зростання локального академічного інтересу до цифрової візуалізації анатомічного матеріалу. [5-7].

Окремий пласт літератури стосується цифрової анатомії як нової дисциплінарної конфігурації. Цифрову анатомію визначають як перспективний напрям модернізації анатомічної освіти, при чому підкреслюється, що цей напрям поступово набуває ознак зрілої освітньої практики, пов'язаної з цифровою грамотністю, 3D-візуалізацією, VR та новими формами роботи з анатомічним контентом [11-12].

Суттєву доказову базу дають дослідження просторової візуалізації. Науковий та практичний інтерес до 3D-анатомічних моделей залишається стійким попри нерівномірну методологічну якість досліджень. Наприклад, існують дослідження, які підтверджують, що VR технології загалом можуть підвищувати навчальні результати й сприймаються студентами як корисні. Водночас деякі дослідники зазначають, що для VR доказовість залишається неоднорідною, а результати суттєво залежать від просторових здібностей студентів, якості дизайну дослідження та способу інтеграції технології в курс. [13-15].

Не менш важливим є блок досліджень про малювання як спосіб формування анатомічно орієнтованого мислення. Інтерактивне прогресивне малювання може виступати як інструмент послідовного побудування анатомічних схем. При цьому дослідження показують значуще покращення результатів навчання у групі, що вивчала анатомію за допомогою малювання. При цьому поєднання малювання з вивченням анатомії поліпшує здатність розуміти та засвоювати анатомію людини. При цьому була розроблена методика включення VR в курс анатомії людини та модель поетапного змішаного навчання із застосуванням 3D-ресурсів до, під час і після заняття. Окремо акцентують на потенціалі студенто-орієнтованої роботи з власноруч підготовленими анатомічними моделями [16-21].

На основі проаналізованих джерел можна стверджувати, що анатомія у концепції STEAM найкраще розкривається як дисципліна візуального мислення. Це означає, що навчальна мета не обмежується запам'ятовуванням термінів, адже студент має навчитися бачити, відбирати головне, абстрагувати, зіставляти

ракурс, шар, функцію і клінічний сенс. Саме тому цифрове мистецтво є тут не «ілюстративним додатком», а формою побудови знання. Така інтерпретація є аналітичним висновком із STEAM-досліджень, історії медичної ілюстрації та сучасних праць про продуктивне малювання в анатомії. [5-10], [16-18].

У методичному сенсі це означає перехід від «готового зображення» до «створюваної репрезентації». Студент, який робить анатомічний скетч, пошарову схему м'язів, 3D модель або інтерактивний проєкт, виконує послідовність інтелектуальних операцій: сегментацію об'єкта, ієрархізацію ознак, добір масштабу, встановлення сусідств, виявлення функціональних зв'язків і перетворення морфології на повідомлення для конкретної аудиторії. Тому в такому навчанні візуальний продукт є не «результатом після теми», а способом проходження теми. [16-21], [24-30].

Також проаналізована література дозволяє виділити кілька висновків. По-перше, 3D-моделі корисні насамперед для розуміння просторових взаємозв'язків, локалізації та побудови ментальних карт тіла. По-друге, VR формат здатен підвищувати залученість здобувачів освіти і в низці випадків покращувати результати навчання, але їхня перевага не є автоматичною та потребує чіткого інструкційного дизайну. По-третє, малювання, анатомічна схема і власноручне моделювання працюють як продуктивні форми навчання, бо змушують студента зробити знання видимим і організованим. По-четверте, найпереконливіші результати демонструють не ізольовані технології, а змішані моделі, де 3D-ресурс включено в доаудиторний, аудиторний і післяаудиторний цикл [13-21].

Важливим є і застереження: цифрові технології не слід розглядати як повну заміну традиційним формам вивчення анатомії. VR, 3D-друк і веб-платформи трансформують насамперед способи доповнення, масштабування й персоналізації навчання. Отже, найбільш продуктивною є мультимодальна модель, у якій анатомічний препарат або якісна 2D-ілюстрація, доповнені цифровим атласом, інтерактивною моделлю, студентським скетчем і коротким медіапродуктом [22].

Порівняльний аналіз показує, що ці інструменти доцільно не протиставляти, а розподіляти за ролями. Цифрові платформи типу BioDigital і Visible Body дають швидкий доступ до якісного готового контенту й особливо корисні на ранніх етапах вивчення анатомії. Blender і Sketchfab більш ефективні там, де треба перейти від споживання знань до продукування цифрового артефакту. 3D Slicer формує зв'язок між анатомічною освітою, медичною візуалізацією та первинними дослідницькими навичками роботи з клінічними даними. [23-30]. Для ілюстративного супроводу курсу доцільно використовувати не випадкові зображення з мережі, а верифіковані ресурси з офіційних платформ.

Найпродуктивнішу добірку становлять такі джерела як Visible Human Project, BioDigital Human, Visible Body Learn Site, Sketchfab Education , Blender Grease Pencil 3D Slicer Training Compendium та ін. [23-30].

Якщо проектувати такий курс через логіку DigComp, анатомічний STEAM-модуль природно охоплює всі п'ять сфер цифрової компетентності. Інформаційна грамотність проявляється у вмінні звіряти джерела, перевіряти номенклатуру й відрізнити науково коректну модель від естетично привабливого, але анатомічно неточного зображення. Комунікація і співпраця реалізуються через обговорення моделей, співавторство в цифрових сценах, анотовані коментарі та роботу з LMS. Створення цифрового контенту охоплює скетчинг, інтерактивні постери, 3D-моделі, короткі анімації та вбудовані веб-сцени. Безпека пов'язується з етичним використанням анатомічних даних, а розв'язання проблем - з доббором інструмента під навчальну мету, а не навпаки. [4], [11-21]. Етичний блок у такому курсі не є додатковою опцією, адже програми донорства мають чітко визначати, чи допускається створення фото- і відеоматеріалів, з якою метою, чи можлива комерціалізація похідного продукту, як довго зберігаються матеріали й як забезпечується поінформована згода. Для STEAM-курсу це означає просте правило: якщо навчальний продукт використовує реальні анатомічні дані, зображення препаратів, КТ, МРТ або похідні реконструкції, викладач повинен мати ясну правову та етичну основу для такого використання [29].

Другий вимір етики стосується авторського права й академічної доброчесності. Створення нової анатомічної ілюстрації на основі існуючої не має очевидної «яскравої межі» між допустимою трансформацією і порушенням авторського права, тому ключовими стають принципи суттєвої відмінності, коректного посилання на джерело і ясного розуміння того, що саме є оригінальним внеском автора. У студентській практиці це означає, що слід уникати буквального перемальовування чужих атласів і, натомість, будувати самостійну візуальну інтерпретацію з документованою джерельною базою [30].

Третій вимір – приватність платформ і режим використання сервісів, відображений у політиці конфіденційності, що прямо зазначає збір персональної інформації, даних облікового запису, певних результатів вікторин і даних використання сервісів. Додатки та платформи переважно надають ліцензію на використання з навчальною метою, але обмежують несанкціоноване копіювання, комерційне використання і створення похідних матеріалів поза межами умов угоди. Отже, будь-який модуль з медіаторності в анатомії також має включати короткий інструктаж із питань конфіденційності, дозволених режимів експорту та повторного використання контенту [25-26], [27], [29].

Висновки. Проведений аналіз дозволяє зробити кілька принципових висновків. По-перше, STEAM-підхід у вивченні анатомії людини є методично виправданим, оскільки поєднує наукову точність, цифрове середовище і художній спосіб репрезентації знання. У такій моделі мистецтво не «оживляє» вже готовий матеріал, а бере участь у його осмисленні через малюнок, схему, 3D-форму, анімацію і медіанаратив. По-друге, цифрові інструменти найбільш ефективні не як автономна технологічна заміна, а як елемент багатоканального навчального дизайну. Рецензована література свідчить про користь 3D-моделей, XR і активного малювання, але також вказує на залежність результатів від якості завдання, рівня підготовки викладача, доступної інфраструктури і логіки інтеграції в курс. По-третє, готові платформи на кшталт BioDigital Human і Visible Body доцільно використовувати для первинного дослідження та пояснення анатомії, тоді як Blender, Sketchfab і 3D Slicer забезпечують перехід до творчого виробництва цифрового контенту. Саме цей перехід від споживання візуалізацій до їх свідомого створення є головним внеском STEAM у предметне вивчення анатомії. По-четверте, будь-яка сучасна методика анатомічної візуалізації має містити етичний блок: питання поінформованої згоди, режиму використання фото- і відеоматеріалів, захисту персональних даних, авторського права та відповідального використання платформених сервісів. Саме поєднання наукової, цифрової і етичної грамотності робить анатомічний STEAM-модуль не просто інноваційним, а академічно зрілим [25], [27], [29-30].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
2. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 р. № 131-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/131-2021-%D1%80#Text>
3. MAZZEO ORTOLANI, G., STEM and STEAM education, and disciplinary integration: a guide to informed policy action, European Commission, Brussels, 2025, JRC141438. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC141438>
4. Vuorikari, R., Kluzer, S. and Punie, Y., DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-48882-8, doi:10.2760/115376, JRC128415.
5. Amanova, A. K., Butabayeva, L. A., Abayeva, G. A., Umirbekova, A. N., Abildina, S. K., & Makhmetova, A. A. (2025). A systematic review of the implementation of STEAM education in schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(1), em2568. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15894>
6. Filipe, J., Baptista, M., & Conceição, T. (2024). Integrated STEAM Education for Students' Creativity Development. *Education Sciences*, 14(6), 676. <https://doi.org/10.3390/educsci14060676>

7. Омельчук, О., Білик, В., Василенко, К., & Книш, С. (2025). Використання цифрових технологій (3d-моделювання, ar/vr) у навчанні анатомії людини майбутніх фахівців з фізичної культури і спорту. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15, (8(195)), 99-104. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.08\(195\).21](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.08(195).21)
8. Hajar R. Medical illustration: art in medical education. *Heart Views*. 2011 Apr;12(2):83-91. doi: 10.4103/1995-705X.86023. PMID: 22121469; PMCID: PMC3221200.
9. Tsafirir, J., & Ohry, A. (2001). Medical illustration: from caves to cyberspace. *Health information and libraries journal*, 18(2), 99-109. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2532.2001.00315.x>
10. Schuez, I., & Alt, K. W. (2022). Leonardo da Vinci and dental anatomy. *Journal of anatomy*, 240(2), 183-196. <https://doi.org/10.1111/joa.13561>
11. Wickramasinghe, N., Thompson, B. R., & Xiao, J. (2022). The Opportunities and Challenges of Digital Anatomy for Medical Sciences: Narrative Review. *JMIR medical education*, 8(2), e34687. <https://doi.org/10.2196/34687>
12. Xiao, J., Donkin, R., & Lathe, S. (2026). Digital Anatomy: A New Frontier in Health and Medical Science Education. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, 39(1), 20-24. <https://doi.org/10.1002/ca.70013>
13. Azer S. A., Azer S. 3D Anatomy Models and Impact on Learning: A Review of the Quality of the Literature // *Health Professions Education*. 2016. Vol. 2, Issue 2. P. 80-98. DOI: 10.1016/j.hpe.2016.05.002.
14. García-Robles, P., Cortés-Pérez, I., Nieto-Escámez, F. A., García-López, H., Obrero-Gaitán, E., & Osuna-Pérez, M. C. (2024). Immersive virtual reality and augmented reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis. *Anatomical sciences education*, 17(3), 514-528. <https://doi.org/10.1002/ase.2397>
15. Bölek KA, De Jong G, Henssen D. The effectiveness of the use of augmented reality in anatomy education: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2021 Jul 27;11(1):15292. doi: 10.1038/s41598-021-94721-4. PMID: 34315955; PMCID: PMC8316386.
16. Greene SJ. The use and effectiveness of interactive progressive drawing in anatomy education. *Anat Sci Educ*. 2018 Sep;11(5):445-460. doi: 10.1002/ase.1784. Epub 2018 Apr 6. PMID: 29624896; PMCID: PMC6314192.
17. Beach IR, D'Agostino EN, Thakrar R, Lunardini DJ. Learning by drawing and modeling: Teaching modalities for spinal anatomy in medical students. *Anat Sci Educ*. 2023;16:1041-1045. <https://doi.org/10.1002/ase.2313>
18. Adkins, E. N., Barrett, E., D'Amato, J., Maxwell, R. A., & Kindig, M. (2023). Learning Pelvic Anatomy and Pathology Through Drawing: An Interactive Session in the Obstetrics and Gynecology Clerkship. *MedEdPORTAL : the journal of teaching and learning resources*, 19, 11363. https://doi.org/10.15766/mep_2374-8265.11363
19. Boyanovsky, B. B., Belghasem, M., White, B. A., & Kadavakollu, S. (2024). Incorporating Augmented Reality Into Anatomy Education in a Contemporary Medical School Curriculum. *Cureus*, 16(4), e57443. <https://doi.org/10.7759/cureus.57443>
20. Niu, S., Zhang, J., Lin, J., Wang, B., & Yan, J. (2025). Enhancing anatomy education with virtual reality: integrating three-dimensional models for improved learning efficiency and student satisfaction. *Frontiers in medicine*, 12, 1555053. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1555053>

21. Kılıç, M. F., Yurtsever, A. Z., Açıkgöz, F., Başgut, B., Mavi, B., Ertuç, E., Sevim, S., Oruk, T., Kıyak, Y. S., & Peker, T. (2025). A new classmate in anatomy education: 3D anatomical modeling medical students' engagement on learning through self-prepared anatomical models. *Anatomical sciences education*, 18(7), 727-737. <https://doi.org/10.1002/ase.70070>
22. Black, Erik & Harrell, Kelly & Singh, Asmita & Blood, Angela. (2026). *Anatomy Education in Medical School Curricula*. 10.15766/datasnapshot_anatomy_0126.
23. U.S. National Library of Medicine. The Visible Human Project. URL: https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html
24. The BioDigital Human. Interactive 3D Anatomy Platform. URL: <https://www.biodigital.com/>
25. Visible Body. Visible Body Suite URL: <https://www.visiblebody.com/anatomy-and-physiology-apps/vb-suite>
26. Blender Foundation; Blender Manual. Features; License; Requirements; Grease Pencil. URL: <https://www.blender.org>
27. Sketchfab. Virtual Reality & 3D for Education; Plans & Pricing; What is WebGL? URL: <https://sketchfab.com/education>
28. 3D Slicer. 3D Slicer image computing platform; Getting Started; Commercial Use. URL: <https://www.slicer.org/>
29. American Association for Anatomy. Best Practices Guide for Human Body Donation Programs. 2023. URL: <https://anatomy.org>
30. Cornwall, J., White, R., Pennefather, P., Hildebrandt, S., Gregory, J., Smith, H. F., Organ, J., & Krebs, C. (2025). Legal and ethical considerations around the use of existing illustrations to generate new illustrations in the anatomical sciences. *Anatomical sciences education*, 18(3), 289-300. URL: <https://doi.org/10.1002/ase.70002>

Коломієць Ірина Федорівна,

вчитель фізики

КЗ «Слатинський ліцей»

Дергачівської міської ради Харківської області,

kolomietz.irina2023@gmail.com

ІНТЕРАКТИВНІ РОБОЧІ АРКУШІ LIVEWORKSHEETS НА УРОКАХ ФІЗИКИ: ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИЧНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ STEAM-ПІДХОДУ

Анотація. У роботі обґрунтовано доцільність використання інтерактивних робочих аркушів платформи LiveWorksheets на уроках фізики. Розкрито методичні аспекти трансформації традиційних дидактичних матеріалів у гнучкий цифровий формат. Особливу увагу приділено реалізації STEAM-підходу, що дозволяє інтегрувати фізичні закони з технологіями, інженерією та математикою через практичні завдання.

Ключові слова: LiveWorksheets, інтерактивні робочі аркуші, уроки фізики, STEAM-підхід, цифрові інструменти, візуалізація знань, автоматизоване оцінювання.