ISSN: 2522-9699, 2616-5007

ІННОВАЦІЇ В ОСВІТІ

DOI 10.33930/ed.2019.5007.58(3-4)-8
УДК 378.011.3-051:53]:159.954

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ДО РОЗВИТКУ ОБРАЗНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ

О. О. Сизьон
А. В. Рябко

Анотація.

Актуальність теми дослідження*. Цифровізація та розвиток STEM-освіти вимагають від учителя фізики здатності трансформувати абстрактні концепції у наочно-образні структури. Образне мислення є базовим когнітивним інструментом формування цілісної фізичної картини світу, а візуалізація знань стає універсальною мовою сучасного наукового*

пізнання.

Постановка проблеми*. Високий рівень абстрактності фізичних законів створює бар'єри у їх засвоєнні учнями. Існує суперечність між потенціалом засобів наочності та їх репродуктивним використанням у школі. Відсутність цілісних моделей підготовки вчителя, що інтегрують психологію образу та ІТ-технології, гальмує модернізацію методики навчання.*

Аналіз останніх досліджень і публікацій. *Дослідження О. Бадмуса, М. Кадемії, В. Заболотного та ін. підтверджують роль візуалізації та VAK-підходів у навчанні. Питання моделювання висвітлено у працях В. Мороза та Є. Лодатка. Проте системна підготовка вчителя до розвитку образного мислення учнів як цілісного процесу досі не отримала належного методологічного обґрунтування.*

Постановка завдання*. Метою статті є теоретичне обґрунтування та представлення структурно-функціональної моделі формування готовності майбутніх учителів фізики до розвитку образного мислення учнів, а також визначення критеріїв оцінки ефективності цього процесу.*

Виклад основного матеріалу. *Розроблено авторську модель, що охоплює чотири блоки. Цільовий блок визначає стратегію на основі системного та компетентнісного підходів. Змістовий блок інтегрує психологічні знання про природу образу з методикою наукових аналогій. Процесуально-технологічний блок розкриває етапи підготовки, зокрема конструктивно-діяльнісний, де студенти опановують 3D-графіку та мову Python для моделювання явищ. Результативно-оцінювальний блок містить критеріальний апарат (мотиваційний, когнітивний, операційний, рефлексивний) для діагностики рівнів професійної готовності.*

Висновки. *Запропонована модель інтегрує фундаментальну підготовку з інноваційними технологіями візуалізації. Її впровадження забезпечує перехід майбутнього вчителя від ілюстративності до креативного проектування освітнього середовища, що дозволяє ефективно керувати когнітивним розвитком учнів і долати абстрактність фізичних понять.*

Ключові слова*: учитель фізики, професійна готовність, образне мислення, структурно-функціональна модель, когнітивна візуалізація, методична підготовка, фізична освіта.*

ISSN: 2522-9699, 2616-5007

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR FORMING THE READINESS OF FUTURE PHYSICS TEACHERS TO DEVELOP STUDENTS' VISUAL-IMAGE THINKING

Oleksandr Syzon
Andrii Riabko

Abstract.

Relevance of the research. *Digitalization and the development of STEM education require physics teachers to be able to transform abstract concepts into visual-image structures. Visual thinking is a basic cognitive tool for forming a holistic physical picture of the world, and knowledge visualization is becoming a universal language of modern scientific cognition.*

Problem statement. *The high level of abstraction of physical laws creates barriers to their assimilation by students. There is a contradiction between the potential of visualization tools and their reproductive use in schools. The lack of holistic teacher training models that integrate the psychology of imagery and IT technologies hinders the modernization of teaching methods.*

Analysis of recent reseafch and publications. *Studies by O. Badmus, M. Kademiia, V. Zabolotnyi, and others confirm the role of visualization and VAK approaches in learning. Modeling issues are highlighted in the works of V. Moroz and Ye. Lodatko. However, the systematic preparation of teachers for the development of students' visual thinking as a holistic process has not yet received proper methodological substantiation.*

Research task. *The purpose of the article is the theoretical substantiation and presentation of a structural-functional model for forming the readiness of future physics teachers to develop students' visual-image thinking, as well as defining criteria for evaluating the effectiveness of this process.*

Main material presentation. *An original model has been developed, covering four blocks. The target block defines the strategy based on systemic and competency-based approaches. The content block integrates psychological knowledge about the nature of imagery with the methodology of scientific analogies. The procedural-technological block reveals the stages of preparation, in particular the constructive-activity stage, where students master 3D graphics for modeling phenomena. The result-evaluative block contains a criteria apparatus (motivational, cognitive, operational, reflective) for diagnosing the levels of professional readiness.*

Conclusions. *The proposed model integrates fundamental training with innovative visualization technologies. Its implementation ensures the future teacher's transition from simple illustration to the creative design of an educational environment, which allows for effective management of students' cognitive development and overcoming the abstractness of physical concepts.*

Keywords: *physics teacher, professional readiness, visual-image thinking, structural-functional model, cognitive visualization, methodical training, physical education.*

Актуальність теми. Виклики XXI століття вимагають від учителя фізики здатності до складного моделювання та візуалізації. Пріоритетним у цьому контексті є розвиток образного мислення учнів як абстрактної форми пізнання, що дозволяє через оперування символами та зображеннями дешифрувати складні фізичні поняття, розширюючи когнітивні межі особистості. Проте аналіз практики засвідчує ігнорування цієї компоненти через хибне переконання у її стихійному розвитку. Виникає гостре протиріччя між значним розвивальним потенціалом фізики та непідготовленістю педагогів до цілеспрямованого керування процесами візуалізації. Це зумовлює необхідність обґрунтування засад формування професійної готовності майбутніх учителів фізики до розвитку образного мислення учнів.

Постановка проблеми. Специфіка фізики як навчальної дисципліни, що оперує високим рівнем абстракції та математичного формалізму, часто призводить до втрати учнями розуміння фізичної суті явищ за їхніми формульними виразами. У зв'язку з цим виникає нагальна практична потреба у розробці таких методик навчання, які б дозволили учням "бачити" фізику через систему ментальних образів та аналогій. Образне мислення в даному контексті виступає не лише допоміжним засобом наочності, а фундаментальним когнітивним механізмом, що забезпечує перехід від чуттєвого сприйняття до глибокого теоретичного узагальнення.

ISSN: 2522-9699, 2616-5007

Однак, незважаючи на актуальність цього напряму для STEM-освіти, у системі вищої педагогічної школи спостерігається дефіцит цілісних теоретико-методологічних засад підготовки вчителів, здатних професійно керувати розвитком образної сфери учнів. Розв'язання цієї проблеми пов'язане з важливим науковим завданням — розробкою та впровадженням моделей професійної підготовки, які б інтегрували психологію когнітивних процесів із сучасними технологіями комп'ютерного моделювання та візуалізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях О. Бадмуса, Л. Джіти, Н. Деві, М. Нордіна, З. Дейл, Л. Витвицької, Є. Лодатка та інших науковців доведено, що успіх у STEM-галузях критично залежить від просторової візуалізації та образного мислення учнів [1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 10, 12, 16, 20]. Питання психолого-педагогічної візуалізації знань досліджували М. Кадемія, Т. Совкова, В. Заболотний та ін. [7, 8, 9, 18, 19]. Питання інтенсифікації навчання висвітлено у працях В. Мороза, А. Романюка, Р. Рапінди та В. Мацюка. Автори визначають образне мислення універсальним інструментом вирішення задач, де візуалізація фізичних процесів забезпечує трансформацію наочно-образних структур у критичне мислення [13, 14, 15]. Образне мислення визначено базовим інструментом подолання абстрактності фізичних понять. Попри розвиток VAK-підходів та STEM-моделювання, системна підготовка майбутніх учителів до такої діяльності лишається поза увагою.

Постановка завдання. Мета статті полягає у теоретичному обґрунтуванні та класифікації теоретико-методологічних засад формування готовності майбутніх учителів фізики до розвитку образного мислення учнів, а також у розробці структурно-функціональної моделі цього процесу з визначенням відповідних критеріїв та показників її сформованості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Структурно-функціональна модель формування готовності майбутнього вчителя фізики до розвитку образного мислення учнів розроблена як цілісна система. Вона охоплює взаємопов'язані блоки: цільовий, змістовий, процесуально-технологічний та результативно-оцінювальний. Така структура базується на системному підході, де кожен компонент виконує специфічну функцію для формування цілісної компетентності педагога.

Цільовий блок виступає стратегічним вектором моделі, визначаючи її методологічні засади та кінцевий результат — сформовану готовність майбутнього вчителя до розвитку образного мислення учнів як інтегративну якість особистості. Методологічну основу блоку складає синергія системного, компетентнісного та діяльнісного підходів, що забезпечує цілісність підготовки та трансформацію студента в активного суб'єкта професійної діяльності. Ефективність функціонування моделі базується на принципах наочності, що реалізується через динамічне когнітивне моделювання, індивідуалізації, яка передбачає врахування VAK-каналів сприйняття учнів, та квазіпрофесійності, що відтворює умови реальної педагогічної праці через розробку авторського візуального контенту.

Змістовий блок моделі інтегрує знання на стику психології та методики фізики, охоплюючи три взаємопов'язані складники. Теоретико-психологічний складник спрямований на розуміння когнітивної природи образу та механізмів згортання інформації. Методичний складник фокусується на опануванні техніками наукових аналогій, мисленнєвих експериментів та побудови асоціативних карт для дешифрування складних законів. Технологічний складник забезпечує інструментальну платформу підготовки через оволодіння засобами комп'ютерного моделювання, 3D-графіки та мови програмування Python для створення динамічних моделей фізичних явищ, які неможливо спостерігати безпосередньо.

Процесуально-технологічний блок виступає операційним ядром моделі, забезпечуючи трансформацію теоретичних знань у практичні вміння через три послідовні етапи. На мотиваційно-цільовому етапі формується внутрішня потреба в оволодінні методиками візуалізації та усвідомлюється їх роль у подоланні абстрактності фізичних теорій. Когнітивно-пошуковий етап спрямований на накопичення теоретичної бази, аналіз досвіду використання аналогій та вибір типів образів відповідно до змісту матеріалу. Завершальний конструктивно-діяльнісний етап базується на моделюванні квазіпрофесійної діяльності, де студенти розробляють авторські дидактичні проекти. На цьому етапі відбувається практичне опанування ІТ-інструментами (Python, 3D-графіка) для створення цілісних візуальних алгоритмів пояснення фізичних явищ із урахуванням когнітивних

 ISSN: 2522-9699, 2616-5007

стилів учнів (VAK).

Графічне представлення моделі формування готовності наведено на рисунку 1.

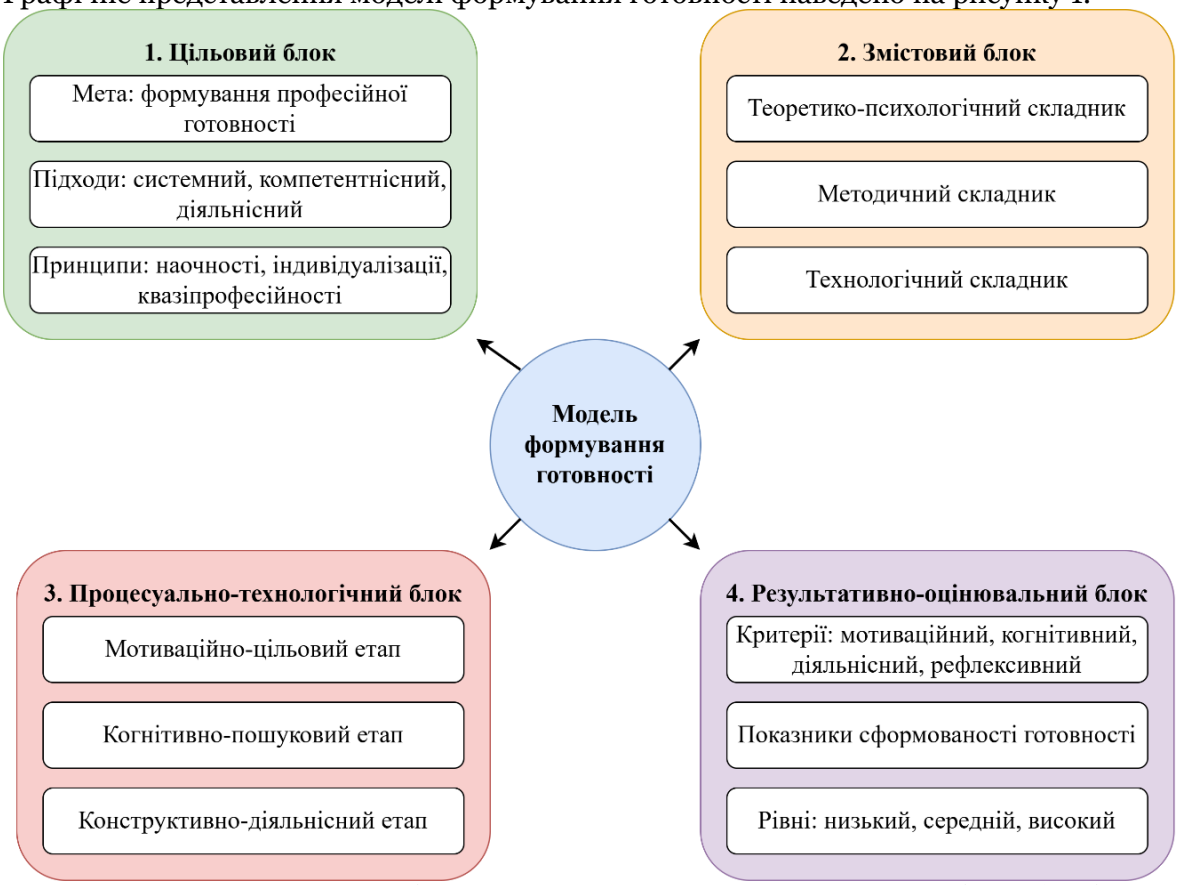


Рис. 1. Структурно-функціональна модель формування готовності майбутніх учителів фізики до розвитку образного мислення учнів

Результативно-оцінювальний блок завершує системний цикл моделі, забезпечуючи діагностику та корекцію процесу підготовки через систему критеріїв. Мотиваційно-ціннісний критерій відображає інтерес до інновацій та усвідомлення цінності когнітивного розвитку учнів. Когнітивний критерій визначає повноту знань про психологію образу та здатність теоретично обґрунтувати вибір методів візуалізації. Операційно-діяльнісний критерій фіксує практичні вміння створювати авторські моделі засобами 3D-графіки та Python, а рефлексивно-прогностичний — здатність до самоаналізу та прогнозування когнітивних труднощів учнів. Відповідно до критеріїв виокремлено три рівні готовності: низький (репродуктивний) — фрагментарне використання стандартної наочності; середній (достатній) — самостійне конструювання візуального ряду за шаблонами; високий (креативно-професійний) — здатність до цілісного проектування авторських моделей та технологічного середовища розвитку образного мислення учнів.

Висновки. Обґрунтовано модель підготовки майбутнього вчителя фізики до розвитку образного мислення учнів як цілісну систему інтеграції психологічних знань та методики візуалізації. Ефективність процесу зумовлена синергією цільового, змістового та процесуального блоків, що забезпечують трансформацію студента в активного суб'єкта, здатного дешифрувати абстрактні поняття через аналогії та моделювання. Критеріальний апарат дозволяє фіксувати перехід від репродуктивного до креативного рівня готовності. Подальші дослідження будуть спрямовані на експериментальну перевірку моделі у вищій школі.

Список використаних джерел:

1. Badmus, OT & Jita, LC 2022, 'Pedagogical implication of spatial visualization: A correlate of students' achievements in physics', *Journal of Turkish Science Education*, vol. 19, no. 1, pp. 115–129. DOI : https://doi.org/10.36681/tused.2022.112

2. Dale, Z, DeStefano, PR, Shaaban, L, Siebert, C & Widenhorn, R 2020, 'A step forward in kinesthetic activities for teaching kinematics in introductory physics', *American Journal of Physics*, vol. 88, no. 10, pp. 825–830. DOI : https://doi.org/10.1119/10.0001617
3. Devy, NK, Halim, A, Syukri, M, Yusrizal, Y, Nur, S, Khaldun, I & Saminan, S 2022, 'Analysis of Understanding Physics Concepts in terms of Students' Learning Styles and Thinking Styles', *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 8, no. 4, pp. 1937–1943. DOI : https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1926
4. Kassim, A & Nordin, MN 2024, 'An effective teaching aids using visual, auditory and kinesthetic learning styles for students with special needs', *Special Education [SE]*, vol. 2, no. 1, article e0009. DOI : https://doi.org/10.59055/se.v2i1.9
5. Setiawati, N, Irene, S, Thomas, O, Alexandro, R & Putra, KN 2023, 'The Effect of Visual Auditory, Kinesthetic Learning Styles on Students' Learning Interest at Christian Junior High School', *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, vol. 6, no. 2, pp. 466–478. DOI : https://doi.org/10.23887/ijerr.v6i2.66319
6. Витвицька, Л 2020, 'Чинники розвитку наукової інтуїції, уяви, образного мислення учнів у процесі навчання фізики', *Магістерський науковий вісник*, вип. 35, с. 291–294.
7. Заболотний, ВФ & Слободянюк, ІЮ 2015, 'Психолого-педагогічні аспекти вивчення фізики в класах гуманітарного профілю', *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі*, вип. 16, с. 17–22.
8. Кадемія, МЮ 2006, 'Формування образного мислення учнів і студентів', *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, вип. 12, с. 122–126.
9. Касянова, Г 2023, 'Формування технічного мислення засобами STEM-освіти майбутнього вчителя фізики', *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, вип. 29, с. 64–67.
10. Кочубей, ОВ & Жук, ОМ 2024, 'Формування хімічних понять засобами образного та понятійного мислення', *Збірник матеріалів конференції*, с. 112–114.
11. Кравчук, А & Шафарчук, С 2024, 'Методи моделювання на заняттях з фізики як один із напрямків впровадження STEM-освіти', *Збірник матеріалів*, с. 132–134.
12. Лодатко, ЄО 2013, 'Моделювання структури образного мислення', *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, № 1, с. 121–128.
13. Мороз, ВМ 2025, 'Забезпечення активізації розумової діяльності на уроках фізики', *Бакалаврська робота*, Сумський державний університет, Суми, 76 с.
14. Рапінда, РВ & Мацюк, ВМ 2025, 'Комп'ютерне моделювання як засіб візуалізації фізичних процесів у навчанні', *Збірник наукових праць*, с. 163–166.
15. Романюк, АА 2018, 'Роль образного мислення у процесі навчання', *Pedagogy and Psychology*, с. 25–28.
16. Савченко, ВА 2025, 'Моделювання у процесі навчання фізики в старшій школі', *Магістерська робота*, ВНУ ім. Лесі Українки, Луцьк, 54 с.
17. Совкова, ТС 2021, 'Впровадження інноваційних технологій у навчання фізики в закладах вищої освіти', *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*, ПНПУ ім. К. Д. Ушинського, Одеса.
18. Терещук, С 2025, 'Проблема наочності при вивченні фізичних теорій у закладах загальної середньої освіти', *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*, вип. 1, с. 61–70.
19. Форкун, НВ 2012, 'Розвиток образного мислення учнів старшої школи в процесі навчання фізики на основі компетентнісного підходу', *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, вип. 18, с. 40–42.
20. Цвірко, ЯР 2023, 'Формування світоглядного уявлення в учнів старшої школи про фізичну картину світу у процесі навчання фізики', *Науковий журнал Хортицької національної академії (Серія: Педагогіка. Соціальна робота)*, вип. 2 (9), с. 37–45. DOI : https://doi.org/10.51706/2707-3076-2023-9-4

References:

1. Badmus, OT & Jita, LC 2022, 'Pedagogical implication of spatial visualization: A correlate of students' achievements in physics', *Journal of Turkish Science Education*, vol. 19, no. 1, pp. 115–129. DOI: https://doi.org/10.36681/tused.2022.112
2. Dale, Z, DeStefano, PR, Shaaban, L, Siebert, C & Widenhorn, R 2020, 'A step forward in kinesthetic activities for teaching kinematics in introductory physics', *American Journal of Physics*, vol. 88, no. 10, pp. 825–830. DOI: https://doi.org/10.1119/10.0001617
3. Devy, NK, Halim, A, Syukri, M, Yusrizal, Y, Nur, S, Khaldun, I & Saminan, S 2022, 'Analysis of Understanding Physics Concepts in terms of Students' Learning Styles and Thinking Styles', *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 8, no. 4, pp. 1937–1943. DOI: https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1926

ISSN: 2522-9699, 2616-5007

4. Kassim, A & Nordin, MN 2024, 'An effective teaching aids using visual, auditory and kinesthetic learning styles for students with special needs', *Special Education [SE]*, vol. 2, no. 1, article e0009. DOI: https://doi.org/10.59055/se.v2i1.9
5. Setiawati, N, Irene, S, Thomas, O, Alexandro, R & Putra, KN 2023, 'The Effect of Visual Auditory, Kinesthetic Learning Styles on Students' Learning Interest at Christian Junior High School', *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, vol. 6, no. 2, pp. 466–478. DOI: https://doi.org/10.23887/ijerr.v6i2.66319
6. Vytvytska, L 2020, 'Chynnyky rozvytku naukovoi intuitsii, uiavy, obraznoho myslennia uchniv u protsesi navchannia fizyky [Factors of development of scientific intuition, imagination, and visual thinking of students in the process of physics education]', *Mahisterskyi naukovyi visnyk*, vol. 35, pp. 291–294. [in Ukrainian]
7. Zabolotnyi, VF & Slobodianuk, IYu 2015, 'Psykholoho-pedahohichni aspekty vyvchennia fizyky v klasakh humanitarnoho profiliu [Psychological and pedagogical aspects of studying physics in humanities classes]', *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriia 3: Fizyka i matematyka u vyshchii i serednii shkoli*, vol. 16, pp. 17–22. [in Ukrainian]
8. Kademiia, MYu 2006, 'Formuvannia obraznoho myslennia uchniv i studentiv [Formation of visual thinking of pupils and students]', *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, vol. 12, pp. 122–126. [in Ukrainian]
9. Kasianova, H 2023, 'Formuvannia tekhnichnoho myslennia zasobamy STEM-osvity maibutnoho vchytelia fizyky [Formation of technical thinking by means of STEM-education of the future physics teacher]', *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiienka. Seriia pedahohichna*, vol. 29, pp. 64–67. [in Ukrainian]
10. Kochubei, OV & Zhuk, OM 2024, 'Formuvannia khimichnykh poniat zasobamy obraznoho ta poniatiinoho myslennia [Formation of chemical concepts by means of visual and conceptual thinking]', *Zbirnyk materialiv konferentsii*, pp. 112–114. [in Ukrainian]
11. Kravchuk, A & Shafarchuk, S 2024, 'Metody modeliuvannia na zaniattiakh z fizyky yak odyn iz napriamkiv vprovadzhennia STEM-osvity [Modeling methods in physics classes as one of the directions of STEM-education implementation]', *Zbirnyk materialiv*, pp. 132–134. [in Ukrainian]
12. Lodatko, YeO 2013, 'Modeliuvannia struktury obraznoho myslennia [Modeling the structure of visual thinking]', *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity*, no. 1, pp. 121–128. [in Ukrainian]
13. Moroz, VM 2025, 'Zabezpechennia aktyvizatsii rozumovoi diialnosti na urokakh fizyky [Ensuring the activation of mental activity in physics lessons]', Bachelor's thesis, Sumy State University. [in Ukrainian]
14. Rapinda, RV & Matsiuk, VM 2025, 'Kompiuterne modeliuvannia yak zasib vizualizatsii fizychnykh protsesiv u navchanni [Computer modeling as a means of visualizing physical processes in education]', *Zbirnyk naukovykh prats*, pp. 163–166. [in Ukrainian]
15. Romaniuk, AA 2018, 'Rol obraznoho myslennia u protsesi navchannia [The role of visual thinking in the learning process]', *Pedagogy and Psychology*, pp. 25–28. [in Ukrainian]
16. Savchenko, VA 2025, 'Modeliuvannia u protsesi navchannia fizyky v starshii shkoli [Modeling in the process of physics education in high school]', Master's thesis, Volyn National University, Lutsk. [in Ukrainian]
17. Sovkova, TS 2021, 'Vprovadzhennia innovatsiinykh tekhnolohii u navchannia fizyky v zakladakh vyshchoi osvity [Implementation of innovative technologies in physics education in higher education institutions]', South Ukrainian National Pedagogical University. [in Ukrainian]
18. Tereshchuk, S 2025, 'Problema naonosti pry vyvchenni fizychnykh teorii u zakladakh zahalnoi serednoi osvity [The problem of visualization in the study of physical theories in institutions of general secondary education]', *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu*, vol. 1, pp. 61–70. [in Ukrainian]
19. Forkun, NV 2012, 'Rozvytok obraznoho myslennia uchniv starshoi shkoly v protsesi navchannia fizyky na osnovi kompetentnisnoho pidkhodu [Development of visual thinking of high school students in the process of physics education based on a competency-based approach]', *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiienka. Seriia pedahohichna*, vol. 18, pp. 40–42. [in Ukrainian]
20. Tsvirko, YaR 2023, 'Formuvannia svitohliadnoho uiavlennia v uchniv starshoi shkoly pro fizychnu kartynu svitu u procesi navchannia fizyky [Formation of high school students' worldview ideas about the physical picture of the world in the process of teaching physics]', *Naukovyi zhurnal Khortytskoi natsionalnoi akademii (Seriia: Pedahohika. Sotsialna robota)*, vol. 2, no. 9, pp. 37–45.DOI: https://doi.org/10.51706/2707-3076-2023-9-4 [in Ukrainian]

Надійшло до видання / Received *11.02.2025*
Прийнято до друку / Accepted *01.04.2026*