

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики

Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

з теми

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ
«МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА ТА ТЕРМОДИНАМІКА»**

Виконав: здобувач вищої освіти
освітньої програми Середня освіта (Фізика,
інформатика)
спеціальності 014 Середня освіта (за
предметними спеціальностями)
предметної спеціальності 014.08 Середня освіта
(Фізика та астрономія)
денної форми здобуття вищої освіти
Звінко Артем Ігорович

Керівник: Поведа Т.П., кандидат педагогічних
наук, доцент, доцент кафедри фізики
Рецензент: Сморжевський Ю.Л., кандидат
педагогічних наук, доцент, завідувач, доцент
кафедри математики

Кам'янець-Подільський, 2025 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ЗАСАДИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ.....	6
1.1. Сутність і структура навчально-пізнавальної діяльності здобувачів освіти.....	6
1.2. Психолого-педагогічні особливості старшокласників у процесі навчання фізики.....	9
1.3. Компетентнісний, діяльнісний і цифровий підходи як основа активізації навчання фізики в сучасних умовах української школи.....	12
1.4. Умови ефективної організації навчально-пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики.....	15
РОЗДІЛ 2. Розділ 2. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ: РОЗДІЛ «МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА».....	19
2.1. Аналіз змісту і місця розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка» в курсі фізики 10 класу.....	19
2.2. Навчальний експеримент як провідний засіб активізації навчально- пізнавальної діяльності учнів з фізики.....	22
2.3. Особливості використання симуляторів і віртуальних лабораторій у вивченні молекулярної фізики.....	28
2.4. Участь старшокласників в олімпіадах та конкурсах наукових проєктів як чинник активізації їх навчально-пізнавальної діяльності.....	34
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ ДИДАКТИЧНИХ ЗАСОБІВ АКТИВНОГО ТИПУ НА УРОКАХ З «МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ І ТЕРМОДИНАМІКИ» У 10 класі.....	40
3.1. Практика використання презентаційних додатків та відео уроків з фізики в умовах змішаного та дистанційного навчання	40
3.2. Практика використання ментальних карти на уроках фізики.....	44
3.3. Практика застосування інтерактивних тестів з молекулярної фізики...47	
3.4. Рекомендації молодим вчителям з активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів освіти.....	50
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТКИ.....	60

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасна українська школа функціонує в умовах глибокої трансформації, зумовленої впровадженням Концепції Нової української школи, компетентнісного підходу, цифрової трансформації освітнього середовища та викликами воєнного часу. У цих умовах особливої ваги набуває якість природничо-математичної освіти, зокрема фізики як базового компоненту наукового світогляду. Разом із тим, практика роботи вчителів засвідчує, що саме на уроках фізики в старших класах часто спостерігається зниження пізнавальної активності учнів. Це особливо помітно під час вивчення розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка», який вирізняється високим рівнем абстракції, значною кількістю нових понять, закономірностей, графіків і формул, що ускладнює його засвоєння на рівні стандарту.

Виникнення проблеми активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 10 класу під час вивчення молекулярної фізики та термодинаміки зумовлена низкою суперечностей: між задекларованою у державних стандартах орієнтацією на формування ключових і предметних компетентностей і переважанню у шкільній практиці традиційних пояснювально-ілюстративних методів навчання; між потенційними можливостями цифрових ресурсів, проєктних технологій і недостатнім рівнем їх системного використання на уроках фізики; між потребою старшокласників у діяльнісних, наближених до реальних життєвих ситуацій формах навчання й обмеженою кількістю методичних розробок саме для розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка» за рівнем стандарту.

Проблема активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів у вітчизняній педагогіці розглядається досить широко. Загальнотеоретичні аспекти мотивації навчання, розвитку пізнавальної активності, організації самостійної роботи учнів досліджували Н. М. Бібік, О. І. Пометун, О. Я. Савченко, Л. Вовк та інші. У контексті цифровізації та компетентнісного підходу важливими є праці О. П. Пінчук, О. І. Ляшенка, які аналізують можливості цифрового освітнього

середовища, віртуальних лабораторій, STEM-орієнтованих підходів у природничо-математичній освіті. Питання методики навчання фізики в старшій школі, організації навчального експерименту, використання ІКТ у процесі вивчення фізики висвітлені у працях С. П. Величка, І. Г. Косогова, К. М. Одарчук, Н. В. Донець, О. Ю. Міхно, М. В. Каленик та ін.

Існує потреба у теоретичному обґрунтуванні та практичній перевірці системи засобів і методів, які б забезпечували підвищення активності й самостійності учнів, глибше розуміння ними змісту молекулярної фізики й термодинаміки та формування дослідницької і цифрової компетентностей.

Об'єктом роботи є процес навчання фізики старшокласників у закладі загальної середньої освіти.

Предметом роботи є методи і засоби активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 10 класу під час вивчення розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка».

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні та практичному дослідженні ефективності комплексу засобів активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 10 класу під час вивчення розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка».

Відповідно до мети, було визначено такі завдання:

- проаналізувати психолого-педагогічні та методичні підходи до проблеми активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів, зокрема в контексті компетентнісного та діяльнісного підходів, цифрової трансформації освіти.

- з'ясувати особливості змісту й структури розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка» у курсі фізики 10 класу (рівень стандарту) та виявити типові труднощі учнів під час його вивчення.

- визначити комплекс засобів, форм і методів активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 10 класу при вивченні розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка».

– узагальнити науково-методичні напрацювання щодо використання навчального експерименту, ментальних карт, віртуальних лабораторій, відеоуроків, проєктного підходу у навчанні фізики.

– провести педагогічне дослідження у 10-х класах ліцею № 13 з метою перевірки ефективності запропонованих активних засобів та методів навчання фізики;

– узагальнити результати дослідження, визначити педагогічні умови ефективної активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів при вивченні молекулярної фізики і термодинаміки та сформулювати практичні рекомендації, які були б корисними молодим вчителям фізики.

Методи дослідження, які використовувались при підготовці роботи: аналіз, порівняння й узагальнення психолого-педагогічної та методичної літератури з проблем активізації навчання, сучасних підходів до навчання фізики; вивчення нормативних документів; педагогічне спостереження за навчальним процесом у 10-х класах; анкетування та бесіди з учнями щодо їх ставлення до фізики, труднощів у вивченні розділу та сприйняття запропонованих форм роботи; аналіз результатів навчальних досягнень учнів. Для обробки результатів експерименту використовувалися елементи статистичного аналізу.

Практичне значення роботи полягає у розробленні створенні зразків дидактичних матеріалів, які можуть бути безпосередньо використані або адаптовані вчителями у практиці ЗЗСО. Отримані результати й розробки можуть стати основою для подальших досліджень та вдосконалення методики навчання фізики в старшій школі.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, коротких та загальних висновків, списку використаних джерел; містить 8 рисунків, 2 таблиці і 3 схеми. Обсяг роботи - 64 сторінок, основний зміст викладено на 65 сторінках. Список джерел налічує 49 найменувань, 2 іноземною мовою.

ВИСНОВКИ

За результатами дослідження, яке включало аналіз психолого-педагогічних та науково-методичних джерел, а також роботу з аналізу, систематизації та узагальнення отриманого фактичного матеріалу, добору дидактичних засобів до уроків фізики, поставлена мета загалом була досягнута та зроблено ряд висновків.

На основі аналізу психолого-педагогічної та методичної літератури уточнено зміст ключових понять: «навчально-пізнавальна діяльність», «активізація пізнавальної діяльності», «компетентнісний», «діяльнісний» підходи у контексті навчання фізики старшокласників. Показано, що активізація має розглядатися не лише як підвищення інтересу до предмета, а як цілеспрямована організація суб'єктної діяльності учня: мотиваційної, дослідницької, комунікативної, рефлексивної. Обґрунтовано, що ефективне навчання фізики в умовах Нової української школи можливе за умови узгодження компетентнісного, діяльнісного та цифрового підходів, коли знання набувають інструментального, практично значущого характеру.

З'ясовано особливості змісту та структури розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка» у курсі фізики 10 класу (рівень стандарту) та типові труднощі учнів під час його вивчення. Показано, що складність розділу пов'язана з – високим рівнем абстракції, значною кількістю формул і графічних залежностей (рівняння стану, газові закони, ізопроцеси) та необхідністю переходу від молекул і хаотичного руху до реальних технічних та природних процесів (теплові машини, енергозбереження, кліматичні явища). На цій основі зроблено висновок, що саме цей розділ особливо потребує посилення наочно-модельних, експериментальних, цифрових форм роботи, які допомагають учням пов'язати мікро- і макрорівень опису явищ.

Узагальнено й систематизовано сучасні науково-методичні напрацювання щодо використання навчального експерименту, ментальних карт, віртуальних лабораторій і мобільних за стосунків, інтерактивних тестів у навчанні фізики.

Встановлено, що навчальний експеримент традиційно визнається ядром діяльнісного підходу, однак у шкільній практиці його потенціал часто використовується обмежено (фронтальні досліди без елементів дослідження); проєкти забезпечують зв'язок термодинаміки з реальними проблемами (енергозбереження, теплотехніка, екологія), але потребують адаптації до рівня стандарту; ментальні карти виявляються ефективним засобом візуальної структуризації складного теоретичного матеріалу; віртуальні лабораторії та мобільні застосунки дають змогу розширити межі навчального експерименту, зокрема в умовах змішаного або дистанційного навчання. Таким чином, зроблено висновок про доцільність не фрагментарного, а інтегрованого використання цих засобів у єдності.

На основі теоретичного аналізу та власного дослідження підготовлено систему активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 10 класу при вивченні розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка». Модель включає: змістовий компонент (добір задач, експериментів, проєктів і прикладів, що пов'язують теорію МКТ і термодинаміки з повсякденними ситуаціями та практичними контекстами); діяльнісний компонент (систематичне застосування навчального експерименту з елементами дослідження, групових форм роботи, проєктних завдань, рольових та ігрових ситуацій); цифровий компонент (використання віртуальних лабораторій, онлайн-симуляторів, цифрових ментальних карт); рефлексивно-оцінювальний компонент (формування оцінювання, самооцінка, взаємооцінювання, аналіз прогалин і досягнень).

Педагогічний експеримент загалом підтвердив ефективність запропонованих засобів активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів під час вивчення молекулярної фізики, водночас виявивши умови та обмеження, які необхідно враховувати при їх подальшому впровадженні в практику.

Результати дослідження можуть також слугувати основою для подальших науково-методичних розвідок, зокрема для кількісного аналізу внеску окремих компонентів у формування предметних і ключових компетентностей здобувачів освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я. Фізика : підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту). Харків : Ранок, 2018. 278 с.
2. Величко С.П., Слободяник О.В. Розвиток фізичного практикуму засобами інформаційно-комунікаційних технологій URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint>
3. Використання інтерактивних вправ на уроках фізики : сценарій уроку для 10 класу (тема «Основне рівняння МКТ ідеального газу») / освітня платформа «На Урок». 2021. Електронний ресурс. URL: <https://naurok.com.ua/vikoristannya-interaktivnih-vprav-na-urokah-fiziki-447421.html>
4. Відеоуроки проєкту ЮТУБ УРОКИ «Всеукраїнська школа онлайн» з курсу «Фізика, 10 клас» (розділ «Молекулярна фізика і термодинаміка») : «Основні положення МКТ», «Рівняння стану ідеального газу», «Теплові двигуни та їх ККД» тощо [Електронний ресурс]. 2020–2021. URL: <https://www.youtube.com>
5. Віртуальна фізична лабораторія ROQED Physics – АНГЛ: моделі й лабораторні роботи з молекулярної фізики та термодинаміки для школи. Atlantis Educational, 2020–2025. URL: <https://roqed.com/content-physics/>
6. Волощук І. Б. Метод інтелект-карт на уроках фізики/ URL: <https://naurok.com.ua/metod-intelekt-kart-na-urokah-fiziki-148774.html>
7. Впровадження інтерактивних технологій навчання на уроках фізики (з особистого досвіду) / платформа «Всеосвіта». 2018. Електронний ресурс. URL: <https://vseosvita.ua/library/vprovadzenna-interaktivnih-tehnologij-navcanna-na-urokah-fiziki-z-osobistogo-dosvidu-95866.html>
8. Григорчук О.М. Активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів ВНЗ I–II рівнів акредитації: теоретичний аспект // Педагогіка та психологія професійної освіти. 2017. № 3. URL: <https://enpuirb.udu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6f1f72e6-c15d-4b0b-a5ba-883b8dfbbb82/content>

9. Добряк Л. В. Використання методу карт знань на уроках фізики: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-mayster-klas-vikoristannya-metodu-kart-znan-na-urokah-fiziki-56563.html>

10. Дубровіна І.В. Пізнавальна активність як стан готовності до пізнавальної діяльності учнів [Електронний ресурс] / І.В. Дубровіна // Народна освіта. 2017. № 3. URL: <http://www.www.narodnaosvita.kiev.ua>

11. Експеримент на екрані комп'ютера: монографія/ авт..кол.: Ю.О.Жук, С.П.Величко, О.М. Соколюк, І.В. Соколова, П.К. Соколов. За ред..Ю.О. Жука. К.: Педагогічна думка, 2012. 180 с. URL: https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/1.0.4/gas-properties_en.html

12. Засекіна Т.М., Засекін Д.О. Фізика і астрономія : підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти (профільний рівень). Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2018. 303.

13. Зінчук О. Віртуальна лабораторія Фізика 24/7. Віртуальна лабораторія. Розділи «Молекулярна фізика» та «Термодинаміка» – віртуальні експерименти, демонстрації, задачі [Електронний ресурс]. 2019. 2025. URL: https://physics24.free.nf/htmls/theme14.html?utm_source=chatgpt.com

14. Інтерактивні моделі для вивчення розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка» PhET Interactive Simulations. Physics (States of Matter, Gas Properties, Build a Molecule, Molecule Shapes, Atomic Interactions)» [Електронний ресурс]. University of Colorado Boulder, 2008–2025. <https://phet.colorado.edu/be/simulations/build-a-molecule>

15. Інтерактивні технології під час уроків з фізики в загальноосвітній школі : узагальнення педагогічного досвіду / освітня платформа «На Урок». 2019. URL: <https://naurok.com.ua/interaktivni-tehnologi-pid-chas-urokiv-z-fiziki-v-zagalnoosvitniy-shkoli-260820.html>

16. Каленик М. В., Шатова О. Д. Використання ментальних карт на уроках фізики. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/items/953f5750-3d0b-4659-b207-d10b5fb22a82>

17. Конструктор тестів: Online Test Pad. URL:

<https://onlinetestpad.com/ua/test/143933-10-klas-53-rivnyannya-stanu-idealnogo-gazu>

18. Котенко Т.В. Активізація навчально-пізнавальної діяльності на уроках фізики як засіб формування предметних компетентностей здобувачів освіти : методичний посібник для вчителів. – Опорний заклад «Шпанівський ліцей», 2023. Електронний ресурс (платформа «Всеосвіта»). URL: <https://surl.li/jsuveo>

19. Лабораторія МАНЛаб. Проєкти. URL: <https://manlab.science/projects>

20. Ляшенко Олександр, Спірін Олег, Литвинова Світлана та ін. Концептуальні засади цифровізації освітнього середовища закладу загальної середньої освіти. Інформаційні технології і засоби навчання, 2024, Том 102, №4.С.1-25.

21. Методи активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів : методичний посібник для педагогічних працівників ПТО. Рівненський НМЦ ПТО, 2017. Електронний ресурс. 53 с. Електронний ресурс. URL: <https://nmc-pto.rv.ua/DOK/TG/TG2/Posibnyk-metody-aktyvizacii.pdf>

22. Методика компетентісно орієнтованого навчання фізики учнів гімназії : методичний посібник / Головка М.В., Засєкін Д.О., Крячко І.П., Мацюк В.М., Мельник Ю.С., Непорожня Л.В., Сіпій В.В. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. 297 с.

23. Мисліцький О.М. Застосування технології інтерактивного навчання під час вивчення фізики у загальноосвітніх навчальних закладах // Матеріали наук.-практ. конф. «Інформаційні технології в освіті». 2016. URL: <https://surl.li/iggydm>

24. Міхеєнко О. І., Бермудес Д., Ткаченко А., Дяченко-Богун М. Активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів в умовах дистанційного навчання // Витоки педагогічної майстерності. 2020. Вип. 26. С. 152–155. URL

25. Навчальні програми для 10-11 класів. Фізика. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

26. Навчально-методичний сайт з фізики Formula.kr.ua. Розділ «Молекулярна фізика й термодинаміка» : анімації, відео-фрагменти, тести [Електронний

ресурс]. URL: <https://formula.kr.ua/osnovi-mkt/mkt-video-fragmenti/?utm>

27. Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи [Електронний ресурс] : наук.-аналіт. доп. / В. Ю. Биков, О. І. Ляшенко, С. Г. Литвинова [та ін.] ; за заг. ред. В. Г. Кременя. Київ : ІЦО НАПН України, 2022. С. 12. URL: <https://lib.iitta.gov.ua>

28. Одарчук К. М. Активізація пізнавальної діяльності та пізнавальної самостійності в процесі науково-дослідної роботи учнів з фізики. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Випуск 23. 2017. С. 63-66.

29. Одарчук К.М. Активізація пізнавальної діяльності та пізнавальної самостійності в процесі науково-дослідної роботи учнів з фізики // Збірник наук. праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту ім. І. Огієнка. Серія: Педагогічні науки. Вип. 17. 2017. С.63-66.

30. Пінчук О. П., Лупаренко Л. А. Дидактичний потенціал використання цифрового контенту // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2022. Вип. 63. С. 39-57. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt_2022_63_6

31. Поведа Руслан, Поведа Тетяна. Формування цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики в умовах цифровізації освітнього процесу// Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна /[редкол.: С.В. Оптасюк (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ Огієнка. 2024 р. Випуск № 30. С. 138-144. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/321721/312203>

32. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. Електронний ресурс. URL: <https://surl.li/jsuoyyn>

33. Про повну загальну середню освіту : Закон України від 16.01.2020 № 463-IX // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. Електронний ресурс. URL: <https://surl.li/vknbev>

34. Педагогіка. Анєнкова І. П., Байдан М. А., Горчакова О. А., Руссол В. М.

Навчальний посібник / І. П. Анєнкова, М. А. Байдан, О. А. Горчакова, В. М. Руссол : Львів : «Новий Світ2000», 2020. 567 с.

35. Савчук-Баловсяк Г.Д. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики та астрономії : авторські напрацювання вчителя-методиста. Чернівці, 2019. Електронний ресурс. URL: <https://naurok.com.ua/savchuk-balovsyak-g-d-aktivizaciya-piznavalno-diyalnosti-uchniv-na-urokah-fiziki-ta-astronomi-zbirnik-avtorskih-statey-340028.html>

36. Сайт програмування та математика STEMVAR «Фізика 10 клас» : підбірка відеоуроків, презентацій та лабораторних робіт з тем «Основи молекулярно-кінетичної теорії», «Ідеальний газ», «Рівняння стану ідеального газу», «І закон термодинаміки» [Електронний ресурс]. <https://stemvar.com.ua/fizyka-10-klas>

37. Сайт «Фізика. 10 клас» (blogspot) : матеріали дистанційного навчання, тести та завдання з розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка» [Електронний ресурс]. URL: <https://schoolphysics22.blogspot.com/p/10.html>

38. Сальник І.В., Величко С.П., Сірик Е.П. Експеримент як засіб адаптації учнів до профільного навчання фізики. Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, II(13), Issue: 26, 2014. URL: <https://surl.li/ohxbve>

39. Сиротюк В.Д. Фізика : підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту). Київ : Генеза, 2018. 274 с.

40. Становлення особистісної ефективності школярів в онтогенетичному вимірі : монографія / Г.О. Балл, М.Т. Дригус, Н.І. Мусіяка, І.В. Яворська-Вєтрова ; за ред. М.Т. Дригус. К.: Педагогічна думка, 2015. 161 с.

41. Сучасні методи підвищення пізнавальної активності учнів на уроках фізики : методична розробка / освітня платформа «На Урок». – 2020. – Електронний ресурс. URL: <https://naurok.com.ua/suchasni-metodi-pidvischennya-piznavalno-aktivnosti-uchniv-na-urokah-fiziki-326116.html>

42. Тематичне оцінювання з теми «Молекулярна фізика» URL: <https://vseosvita.ua/library/tematychne-otsiniuvannia-z-temy-molekuliarna-fizyka-prezentatsiia-1007445.html>

43. Типова освітня програма закладів загальної середньої освіти III ступеня (10–11 класи) : затв. наказом МОН України від 20.04.2018 № 408. Електронний ресурс. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-zakladiv-zagalnoyi-serednoyi-osviti-iii-stupenya-408>

44. Токарчук, І. В. Використання проектних технологій на уроках фізики / І. В. Токарчук // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5 : Педагогічні науки : реалії та перспективи : зб. наук. праць. Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2017. Вип. 59. С. 194-197.

45. Цифровізація освіти: дослідно-експериментальна робота: збірник матеріалів / укл. О. П. Пінчук. Київ: ІЦО НАПН України, 2023. 71 с.

46. Шишкін Г. О., Косогов І. Г., Аналіз пізнавальної активності учнів старшої школи на уроках фізики Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Випуск. Випуск 23. 2017. С. 47-49. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/125392>

47. Янковська М.М. Активізація пізнавальної діяльності учнів старшої школи засобами інноваційних технологій у процесі навчання фізики. Цифрова бібліотека НАН України // Нова педагогічна думка. 2018. № 1. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/712866/1/Yankovska18.pdf>

48. O. Akanbi. Effect of Mind Mapping Instructional Strategy on Students' Retention in Physics in Senior Secondary Schools // Anatolian Journal of Education, 2021, Vol. 6(1).

49. Z. Z. Gagić. The implementation of mind maps in teaching physics: educational efficiency and students' involvement // Journal of Baltic Science Education, 2019, Vol. 18(1), p. 117–131.