

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

*Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису*

ДЗИНА Лариса Сергіївна

УДК 373.5.091.3:53:004-047.22

ДИСЕРТАЦІЯ

**ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ
УЧНІВ З ФІЗИКИ В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STREAM-ОСВІТИ**

011 Освітні, педагогічні науки

01 – Освіта / Педагогіка

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Л.С. Дзина

Науковий керівник: **Топольник Яна Володимирівна**, доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри педагогіки вищої школи ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

Дніпро – Слов'янськ – 2023

АНОТАЦІЯ

Дзина Л. С. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 01 Освіта/Педагогіка за спеціальністю 011 Освітні, педагогічні науки. – ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Слов'янськ, 2023.

У дисертації на основі ґрунтовного аналізу вітчизняного і закордонного досвіду з питання формування інформаційно-цифрової компетентності, а також організації освітнього процесу з фізики, реалізації Концепції НУШ та Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) в українському вимірі, враховуючи інтенсивність загальних процесів цифровізації суспільства і освіти здійснено теоретичне обґрунтування і експериментальну перевірку педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що *уперше* теоретично обґрунтовано педагогічні умови формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти (забезпечення вмотивованості до підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності з фізики; опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM; створення віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору), спроектовано модель реалізації визначених педагогічних умов, що складається з трьох взаємопов'язаних блоків (цільового, змістово-операційного, аналітико-діагностувального); *уточнено* поняття «інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики»; теоретичні дефініції «компетентність», «інформаційна компетентність», «цифрова компетентність», «інформаційно-цифрова компетентність» тощо; *удосконалено* форми і методи формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; структуру віртуального STREAM-орієнтованого освітнього простору; *конкретизовано* структуру інформаційно-цифрової

компетентності учнів з фізики в єдності 3 компонентів (когнітивного, діяльнісного, ціннісно-мотиваційного); критерії, показники і рівні сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; класифікацію цифрових освітніх ресурсів в залежності від дидактичних можливостей з акцентом на методологічне розширення Концепції STEM-освіти галузями A-Art (мистецький компонент) та R-Reading + WRiting (читання та письмо); *подальшого розвитку* набули наукові уявлення щодо форм, методів та умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; осучаснення віртуального освітнього простору закладів загальної середньої освіти.

Практичне значення дослідження визначено удосконаленням освітнього процесу з фізики у закладах загальної середньої освіти, передусім реалізацією педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів в контексті впровадження STREAM-освіти; створенням кейсу цифрових освітніх ресурсів, що допоможуть учням опанувати фізичні концепції в контексті STREAM; розробленням та упровадженням тематики навчальних проєктів з фізики (з урахуванням STREAM-спрямованості); створенням цифрового STREAM-орієнтованого освітнього простору «Web_STREAM_Lab» Бахмутської ЗОШ №10.

На підставі аналізу вітчизняних і закордонних наукових джерел визначено сутність поняття «інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики» (під інформаційно-цифровою компетентністю учнів з фізики будемо розуміти здатність ефективно використовувати комплекс інформаційних та цифрових ресурсів для отримання, осмислення та практичного застосування знань у вивченні фізики).

Охарактеризовано структуру інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM, до якої увійшли когнітивний, діяльнісний та ціннісно-мотиваційний компоненти.

Когнітивний компонент, що включає в себе інформаційну грамотність: ефективний пошук та критична оцінка інформації, обробка числових даних, використання статистичних методів для аналізу та інтерпретації даних; впевнене використання цифрових ресурсів: здатність до застосування цифрових

інструментів для кращого розуміння фізичних концепцій; цифрове моделювання: обізнаність у створенні та використанні цифрових моделей для візуалізації та дослідження фізичних явищ, у основах програмування.

Діяльнісний компонент, що реалізується у віртуальних STREAM-лабораторіях: використання віртуальних лабораторій та симуляцій для проведення експериментів у рамках дослідження фізичних концепцій; STREAM-проекти: участь у колективних/індивідуальних STREAM-проектах, що включають постановку проблеми, аналіз даних, розв'язання задач, в тому числі в середовищах програмування, та передбачають представлення результатів.

Ціннісно-мотиваційний компонент відображається у популяризації та імплементації фізичних концепцій: практичне застосування фізичних концепцій відповідно до викликів сьогодення та їх використання в умовах STREAM на засадах партнерства та взаємодії; позитивній мотивації: формування внутрішньої мотивації та активізація учнів до свідомого використання цифрових освітніх ресурсів, та застосування їх для вивчення фізики та розв'язання конкретних життєвих ситуацій, а також усвідомлення засад мережевої етики та кібербезпеки.

Для перевірки сформованості кожного компонента визначено та обґрунтовано відповідні критерії: когнітивно-цифровий, проєктно-діяльнісний та ціннісно-інтернальний, а також описано їх показники відповідно до базового, технологічного та творчого рівні.

Спираючись на проведені теоретичні розвідки щодо визначення педагогічних умов, методів, методологічних підходів та принципів до організації освітнього процесу з фізики у закладах загальної середньої освіти, з урахуванням сучасного стану цифровізації суспільства і освітньої галузі, відповідно до вимог Концепції НУШ, оновленого Державного стандарту базової середньої освіти, з метою виконання плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року нами було розроблено модель реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Розроблена модель містить три блоки.

Перший – цільовий блок – включає визначену мету спроектованої моделі, що полягає у формуванні інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; методологічні підходи: компетентнісний, діяльнісний, особистісно-орієнтованого, інтегративний; загальнодидактичні та специфічні принципи: науковості, системності, інтеграції, наступності, доступності, зв'язку теорії з практикою, наочності, інноваційності та відкритості до змін, свідомості, особистісної орієнтації.

До другого – змістово-операційного блоку – увійшли педагогічні умови формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти: забезпечення вмотивованості до підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності з фізики; опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM, створення віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору.

Також у змісті другого блоку охарактеризовано методи, форми та засоби формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. До форм організації навчально-пізнавальної діяльності віднесено урок, STREAM-проект, квест, хакатон, курс, фестиваль, STREAM-тиждень (в тому числі Всеукраїнські заходи: «Інженерний тиждень», організований ГО «Про.Про.Лаб.» та «STEM-тиждень», запроваджений ДНУ «ІМЗО»). Активні методи навчально-пізнавальної діяльності, які використовувалися під час реалізації педагогічних умов: проєктний метод, метод-кейс, веб-квест, метод матриці ідей, евристичне комбінування, «дерево цілей» та ін.

Види формувального оцінювання, що застосовувалися під час реалізації педагогічних умов: самооцінка, експертне оцінювання (зворотний зв'язок від вчителя), взаємооцінювання. Приклади використовуваних цифрових інструментів для здійснення формувального оцінювання (Wordwall, Mentimeter, Liweworksheets та ін.)

Схарактеризовано навчально-методичне забезпечення реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з

фізики, до якого увійшли низка засобів, зокрема: створений кейс цифрових освітніх ресурсів за авторською класифікацією, що допоможуть учням опанувати фізичні концепції в контексті STREAM (структурованих за типами в залежності від дидактичних цілей: інтерактивні симуляції та моделювання явищ і процесів; інтерактивні відеоуроки та відеоінструкції; ігри для вивчення фізики; інтерактивні задачі та вправи, наукові дані відкритого доступу; відкриті масові онлайн-курси та віртуальні школи); розроблено та впроваджено тематику навчальних проєктів з фізики (з урахуванням STREAM-спрямованості); створено та наповнено контентом (зокрема за допомогою розроблених інтерактивних плакатів, інтелект-карт та ін.) платформу віртуального STREAM-орієнтованого освітнього простору «Web_STREAM_Lab» Бахмутської ЗОШ №10 на платформі GoogleClassroom.

У третьому – аналітико-діагностувальному – блоці визначено критерії (когнітивно-цифровий, проєктно-діяльнісний та ціннісно-інтернальний) та рівні (базовий, технологічний, творчий) сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики. Третій блок відображає успішність функціонування представленої моделі та пов'язаний із прогнозуванням очікуваного результату – підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики.

Експериментальна перевірка ефективності педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти засвідчила позитивну динаміку показників сформованості досліджуваного педагогічного феномена серед респондентів експериментальних груп, тоді як серед учнів контрольних груп зафіксовано незначні зміни в показниках сформованості інформаційно-цифрової компетентності з фізики в умовах STREAM.

Перевірка отриманих результатів методами математичної статистики підтвердила ефективність реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Основні положення, результати й висновки дисертаційної роботи можуть бути використані учителями закладів загальної середньої освіти, викладачами закладів професійної та вищої освіти, науковцями для подальшого обґрунтування теоретичних і методичних засад формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; у системі підвищення кваліфікації та перепідготовки вчителів і викладачів закладів освіти різних рівнів, у створенні навчально-методичних посібників, у самоосвітній діяльності фахівців.

Ключові слова: компетентність, інформаційно-цифрова компетентність, STREAM-освіта, STREAM-проект, STEM-освіта, НУШ, учні, ЗЗСО, освітній процес з фізики, цифрові освітні ресурси, цифрові засоби навчання, віртуальний освітній простір, цифровий контент, проєктний метод, дистанційне навчання.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Статті у наукових фахових виданнях України, зокрема, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Дзина Л. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів при вивченні фізики в контексті впровадження ST(R)E(A)M-освіти. *Гуманізація навчально-виховного процесу*. 2019. № 6 (98). С. 326 – 338. URL: [https://doi.org/10.31865/2077-1827.6\(98\)2019.197471](https://doi.org/10.31865/2077-1827.6(98)2019.197471)

2. Дзина Л. Теоретичні основи формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. *Людинознавчі студії. Серія «Педагогіка»* 2021. № 13(45). С. 27–33. URL: <https://doi.org/10.24919/2413-2039.13/45.4>

3. Дзина Л. Критеріальний апарат діагностики стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах STREAM. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2023. Вип. 87. С.79-83 DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2023.87.13>

4. Дзина Л. Сучасний стан упровадження STREAM-освіти в закладах загальної середньої освіти України. *Педагогічні науки: теорія та практика*. №3 (47). 2023. С. 170-176 DOI <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2023-3-24>

Статті у виданнях іноземних держав (колективна монографія):

5. Дзина Л. Топольник Я. Веб-квест як ефективний засіб розвитку інформаційно-цифрової компетентності учнів середньої школи. *Education pedagogy: problems and prospects for development in the context of reform*. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020. P. 248 – 253.

6. Dzyna L. Opportunities of online resources for implementation of the concept of stem-education. *Innovative Approaches to Ensuring the Quality of Education, Scientific Research and Technological Processes*. Monograph 43. Katowice: University of Technology Katowice, 2021. P 398-404

Статті в інших виданнях, матеріали конференцій:

7. Дзина Л. STEM-технології на уроках фізики як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності учнів. *Сучасні досягнення вітчизняних вчених у галузі педагогічних та психологічних наук: матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, Україна, 6–7 березня 2020 року). Київ: ГО «Київська наукова організація педагогіки та психології», 2020. С. 60 – 62

8. Дзина Л. Використання інтерактивних плакатів для унаочнення навчальних матеріалів у середній школі. *Проблеми та шляхи реалізації компетентнісного підходу в сучасній освіті: матеріали Міжнародної науково-методичної Інтернет-конференції*, 14 – 15 травня 2020 року, Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2020. С. 140 – 143

9. Dzyna L., Topolnyk I. Webinar as an effective method for developing information and digital competence of secondary school students. *International Scientific Conference Modern Global Trends in the Development of Innovative Scientific Researches: Conference Proceedings*, March 20th, 2020. Riga, Latvia: Baltija Publishing. P. 48 – 50

10. Дзина Л., Топольник Я. Інфографіка як ефективний засіб формування цифрової компетентності учнів середньої школи. *Технології електронного*

навчання. Вип. 4. 2020. С. 63 – 66. DOI: <https://doi.org/10.31865/2709-840002020222554>

11. Дзина Л. Можливості онлайн-ресурсів для реалізації концепції STEM-освіти. *Science. Innovation. Quality. 1st International Scientific-Practical Conference SIQ-2020* : Book of Papers, December 17-18th, 2020. Berdyansk: BSPU. P. 460 – 463.

12. Dzyzna L. Topolnyk I. Formation of information and digital competence of secondary school students in physics lessons. *II International Education Forum «Best Educational Practices: Ukraine, Europe, World»*: Forum Proceedings, January 24th, 2021. Kyiv, Ukraine: Association for Promotion of Education and Science Globalization Spacetime. P. 273 – 277.

13. Дзина Л., Топольник Я. ST(R)E(A)M-проекти як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики *International scientific and practical conference «Topical issues and challenges of physical and mathematical sciences»* : conference proceedings, March 5–6, 2021. Wloclawek, Republic of Poland: Baltija Publishing. P. 25-29.

14. Дзина Л. Інтерактивний плакат як інструмент змішаного навчання. *Світ дидактики: дидактика в сучасному світі*: зб. матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Київ, 21 – 22 вересня 2021 р.). Київ: Людмила, 2021. С. 169-171.

15. Дзина Л. Засоби STEM-освіти для формування інформаційно-цифрової компетентності учнів *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти*: матеріали всеукр. наук.-педагог. підвищ. кваліфікації (18 жовтня – 26 лист. 2021 р.). Одеса: Гельветика, 2021. С. 64-66.

16. Дзина Л. Впровадження STEM-проектів під час навчання фізики у ЗЗСО. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2021» Форум молодих дослідників*: матеріали II всеукр. наук.-метод. інтернет-конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Суми, 12 листопада 2021 р.). Суми, 2021. С. 38-40.

17. Дзина Л. Віртуальний фізичний експеримент як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності в умовах STEM. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2022 Форум молодих дослідників»*: матеріали III Всеукраїнської науково-методичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Суми, 18 листопада 2022 р.). Суми, 2022. С 102-104.

18. Дзина Л. Особливості реалізації ідей STREAM-освіти в умовах дистанційного навчання *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти в умовах війни*: матеріали всеукр. наук.-педагог. підвищ. кваліфікації (10 жовтня – 20 лист. 2022 р.). Одеса: Гельветика, 2022. С. 67-69.

19. Дзина Л. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів ЗЗСО в умовах дистанційного навчання. *Запровадження інноваційних освітніх практик як засіб підвищення якості національної освіти* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 29 листоп. 2022 р.), 2022. С. 142-143.

20. Дзина Л. Інтерактивні аркуші як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності. *Цифрова трансформація та диджитал технології для сталого розвитку всіх галузей сучасної освіти, науки і практики*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 26 січня 2023 р. Міжнародна Академія Прикладних Наук (Республіка Польща) – Державний біотехнологічний університет (Україна). Ломжа, Польща, 2023. С.287-290.

21. Дзина Л., Стиранець В. Цифрові інструменти для реалізації формульованого оцінювання. *Інноваційні педагогічні технології в цифровій школі*: матеріали V Всеукраїнської (з міжнародною участю) науково-практичної конференції молодих учених (м. Харків, 10-11 травня 2023 року). Харків, 2023. С. 122-124.

ANNOTATION

Dzyna L. S. Formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education. – The qualifying scientific manuscript retaining copyright.

Dissertation to receive the Doctor of Philosophy degree on the branch of knowledge 01 Education/Pedagogy on speciality 011 Educational, pedagogical sciences. – The State Higher Educational Institution “Donbas State Pedagogical University”, Sloviansk, 2023.

In the dissertation, based on a thorough analysis of domestic and foreign experience on the issue of the formation of information and digital competence, as well as the organization of the educational process in physics, the implementation of the Concept of the New Ukrainian School (NUS) and the Concept of the Development of Science and Mathematics Education (STEM-education) in the Ukrainian dimension, taking into account the intensity of the general processes of digitalization of society and education, a theoretical substantiation and experimental verification of the pedagogical conditions for the formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education is carried out.

The scientific novelty of the research lies in the fact that for the first time the pedagogical conditions for the formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education are *theoretically substantiated* (ensuring motivation to increase the level of formation of information and digital competence in physics; mastering by students of digital educational resources for studying physics and in STREAM conditions; designing a virtual educational STREAM-oriented space), a model of the implementation of the specified pedagogical conditions, consisting of three interconnected blocks (target, content-operational, and analytical-diagnostic), *is designed*; the concept of “information and digital competence of students in physics” *is clarified*; theoretical definitions of “competence”, “information competence”, “digital competence”, “information and digital competence”, etc.; the forms and methods of forming the information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM

education *are improved*; the structure of the virtual STREAM-oriented educational space; the structure of informational and digital competence of students in physics is specified in the unity of 3 components (cognitive, activity, value-motivational); criteria, indicators and levels of formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education; classification of digital educational resources depending on didactic opportunities with an emphasis on the methodological expansion of the Concept of STEM education by the fields of A – Art (artistic component) and R – Reading + WRiting (reading and writing); *further development* of scientific concepts regarding the forms, methods and conditions of formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education; modernization of the virtual educational space of general secondary education institutions.

The practical significance of the research is determined by the improvement of the educational process in physics in institutions of general secondary education, primarily by the implementation of pedagogical conditions for the formation of information and digital competence of students in the context of the implementation of STREAM education; creation of the case of digital educational resources that help students master physical concepts in the context of STREAM; development and implementation of themes of educational projects in physics (taking into account STREAM orientation); creation of a digital STREAM-oriented educational space “Web_STREAM_Lab” of Bakhmut Secondary School No. 10.

On the basis of the analysis of domestic and foreign scientific sources, the essence of the concept of “information and digital competence of students in physics” is determined (information and digital competence of students in physics is defined as the ability to effectively use a complex of information and digital resources for obtaining, understanding and practical applying of knowledge in the study of physics).

The structure of information and digital competence of students in physics in the context of STREAM implementation is characterized, which includes cognitive, activity and value-motivational components.

The cognitive component, which includes information literacy: effective search and critical assessment of information, numerical data processing, use of statistical methods for data analysis and interpretation; confident use of digital resources: ability to apply digital tools for better understanding physical concepts; digital modelling: knowledge of creating and using digital models to visualize and study physical phenomena, in the basics of programming.

Activity component is implemented in virtual STREAM laboratories: use of virtual laboratories and simulations to conduct experiments within the framework of research of physical concepts; STREAM-projects: participation in collective/individual STREAM-projects, which contain problem formulation, data analysis, problem solving, including in programming environments, and involve the results presentation.

The value-motivational component is reflected in the popularization and implementation of physical concepts: practical application of physical concepts in accordance with today's challenges and their use in STREAM conditions on the basis of partnership and interaction; positive motivation: the formation of internal motivation and the activation of students for the conscious use of digital educational resources, and their application to the study of physics and the solution of specific life situations, as well as awareness of the principles of network ethics and cyber security.

To check the formation of each component, the relevant criteria are defined and substantiated: cognitive-digital, project-activity and value-internal, and their indicators are described according to the basic, technological and creative levels.

Based on the conducted theoretical explorations regarding the determination of pedagogical conditions, methods, methodological approaches and principles for the organization of the educational process in physics in general secondary education institutions, taking into account the current state of digitization of society and the educational sector, in accordance with the requirements of the Concept of the NUS, the updated State Standard of Basic Secondary Education, in order to fulfil the action plan for the implementation of the Concept for the Development of Science and Mathematics Education (STEM education) until 2027, the model for the implementation of pedagogical conditions for the formation of information and digital competence of

students in physics in the context of the implementation of STREAM education is developed.

The designed model contains three blocks. The first – the target block – includes the defined goal of the developed model, which consists in the formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education; methodological approaches: competence-based, activity-based, person-oriented, integrative; general didactic and specific principles: scientificity, systematicity, integration, continuity, accessibility, connection between theory and practice, visibility, innovation and openness to changes, consciousness, personal orientation.

The second – the content-operational block – includes pedagogical conditions for the formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education: ensuring motivation to increase the level of formation of information and digital competence in physics; mastering by students of digital educational resources for studying physics and in STREAM conditions, creating a virtual educational STREAM-oriented space.

Also, the content of the second block describes the methods, forms and means of forming the information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education. The forms of organization of educational and cognitive activities include a lesson, a STREAM project, a quest, a hackathon, a course, a festival, a STREAM week (including All-Ukrainian events: Engineering Week organized by the NGO “Pro.Pro.Lab” and STEM week, introduced by DNU “IMZO”). Active methods of educational and cognitive activity that were used during the implementation of the pedagogical conditions include: project, case method, web quest, idea matrix method, heuristic combination, “goal tree”, etc. Types of formative assessment used during the implementation of pedagogical conditions are: self-assessment, expert assessment (feedback from the teacher), mutual assessment. Examples of digital tools used for formative assessment (Wordwall, Mentimeter, Liveworksheets etc.). The educational and methodological support for the implementation of pedagogical conditions for the formation of information and digital competence of students in physics

is characterized, which includes a number of tools, in particular: a designed case of digital educational resources according to the author's classification, which helps students master physical concepts in the context of STREAM (structured by types depending on didactic purposes: interactive simulations and modelling of phenomena and processes; interactive video lessons and video instructions; games for learning physics; interactive tasks and exercises, open access scientific data; open massive online courses and virtual schools); developed and implemented the themes of educational projects in physics (taking into account STREAM orientation); the platform of the virtual STREAM-oriented educational space "Web_STREAM_Lab" of Bakhmut Secondary School No. 10 is created and filled with the content (in particular, with the developed interactive posters, mind maps, etc.) on the GoogleClassroom platform.

In the third – analytical-diagnostic – block, the criteria (cognitive-digital, project-activity, and value-internal) and levels (basic, technological, and creative) of the formation of information and digital competence of students in physics are defined. The third block reflects the successful operation of the presented model and is related to the prediction of the expected result – an increase in the level of formation of information and digital competence of students in physics.

An experimental verification of the effectiveness of the pedagogical conditions for the formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education proved the positive dynamics of indicators of the formation of the studied pedagogical phenomenon among the respondents of the experimental groups, while minor changes in the indicators of the formation of information and digital competence in physics were recorded among the students of the control groups in STREAM conditions.

The verification of the obtained results by the methods of mathematical statistics confirmed the effectiveness of the implementation of pedagogical conditions for the formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education.

The main provisions, results and conclusions of the dissertation can be used by teachers of general secondary education institutions, teachers of professional and higher

education institutions, scientists for further substantiation of the theoretical and methodological foundations of the formation of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM education; in the system of professional development and retraining of teachers and lecturers of educational institutions of various levels, in the creation of teaching and didactic manuals, in the self-educational activities of the specialists.

Keywords: competence, information and digital competence, STREAM-education, STREAM-project, STEM-education, NUS, students, general secondary education institutions, educational process in physics, digital educational resources, digital learning tools, virtual educational space, digital content, project-based learning, distance learning.

LIST OF THE APPLICANT'S PUBLISHED PAPERS

Scientific papers in professional scientific editions of Ukraine:

1. Dzyna L. (2019). Formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti uchniv pry vyvchenni fizyky v konteksti vprovadzhennia ST(R)E(A)M-osvity. [Formation of informational and digital competence in the study of physics in the context of ST(R)E(A)M-education]. *Humanizatsiia navchalno-vykhovnoho protsesu – Humanization of the educational process*. № 6 (98), 326–338. URL: [https://doi.org/10.31865/2077-1827.6\(98\)2019.197471](https://doi.org/10.31865/2077-1827.6(98)2019.197471)

2. Dzyna L. (2021). Teoretychni osnovy formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti uchniv z fizyky v konteksti vprovadzhennia STREAM-osvity. [Theoretical foundations of forming the informational-digital competence in the study of physics in the context of STREAM-education implementation]. *Liudynoznavchi studii. Seriiia “Pedahohika” – Humanities studies. “Pedagogy” series*. № 13(45), 27–33. URL: <https://doi.org/10.24919/2413-2039.13/45.4>

3. Dzyna L. (2023). Kryterialnii aparat diahnostryky stanu sformovanosti informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti uchniv z fizyky v umovakh STREAM. [The criterion apparatus of the state of information and digital competence formation for students in physics under the conditions of the implementation of STREAM-education]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh –*

Pedagogy of creative personality formation in higher and advanced educational schools. 87, 79–83. DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2023.87.13>

4. Dzyna L. (2023). Suchasnyi stan uprovdzhennia STREAM-osvity v zakladakh zahalnoi serednoi osvity Ukrainy. [The current state of implementation of STREAM education in general secondary education institutions of Ukraine]. *Pedahohichni nauky: teoriia ta praktyka – Pedagogical sciences: theory and practice.* №3 (47), 170–176 DOI <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2023-3-24>

Papers in publications of foreign countries (collective monograph)::

5. Dzyna L., Topolnyk Ya. (2020). Veb-kvest yak efektyvnyi zasib rozvytku informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti uchniv serednoi shkoly [Web quest as an effective means of developing information and digital competence of secondary school students]. *Education pedagogy: problems and prospects for development in the context of reform.* Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. (pp. 248–253).

6. Dzyna L. (2021). Opportunities of online resources for implementation of the concept of stem-education. *Innovative Approaches to Ensuring the Quality of Education, Scientific Research and Technological Processes.* Monograph 43. Katowice: University of Technology Katowice. (pp. 398–404).

Scientific papers certifying the approbation of the dissertation materials:

7. Dzyna L. (2020). STEM-tekhnologii na urokakh fizyky yak zasib formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti uchniv [STEM technologies in physics lessons as a means of forming students' information and digital competence]. *Suchasni dosiahnennia vitchyznianskykh vchenykh u haluzi pedahohichnykh ta psykholohichnykh nauk – Modern achievements of domestic scientists in the field of pedagogical and psychological sciences: materials of the International scientific and practical conference, Kyiv, Ukraine, March 6–7, 2020.* Kyiv: HO “Kyivska naukova orhanizatsiia pedahohiky ta psykholohii”, 60–62.

8. Dzyna L. (2020). Vykorystannia interaktyvnykh plakativ dlia unaochnennia navchalnykh materialiv u serednii shkoli [Use of interactive posters to visualize educational materials in secondary school]. *Problemy ta shliakhy realizatsii*

kompetentnysnoho pidkhodu v suchasni osviti – Problems and ways of implementing the competence approach in modern education: proceedings of the International Scientific and Methodological Internet Conference, May 14-15, 2020. Kharkiv: KhNU imeni V.N. Karazina, 140–143.

9. Dzyna L., Topolnyk Ya. (2020). Webinar as an effective method for developing information and digital competence of secondary school students [Webinar as an effective method for developing information and digital competence of secondary school students]. *International Scientific Conference Modern Global Trends in the Development of Innovative Scientific Researches: Conference Proceedings, March 20th, 2020*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 48 – 50

10. Dzyna L., Topolnyk Ya. (2020). Infografika yak efektyvnyi zasib formuvannia tsyfrovoy kompetentnosti uchniv serednoi shkoly [Infographics as an effective means of forming digital competence of secondary school students]. *Tekhnologii elektronnoho navchannia – Electronic learning technologies*. 4, 63–66. DOI: <https://doi.org/10.31865/2709-840002020222554>

11. Dzyna L. Mozhyvosti onlain-resursiv dlia realizatsii kontseptsii STEM-osvity [Possibilities of online resources for implementing the concept of STEM education.]. *Science. Innovation. Quality 1st International Scientific-Practical Conference SIQ-2020: Book of Papers, December 17-18th, 2020*. Berdyansk, Ukraine: BSPU, 460–463.

12. Dzyna L., Topolnyk I. (2021). Formation of information and digital competence of secondary school students in physics lessons. *II International Education Forum «Best Educational Practices: Ukraine, Europe, World»: Forum Proceedings, January 24th, 2021*. Kyiv, Ukraine: Association for Promotion of Education and Science Globalization Spacetime, 273–277.

13. Dzyna L., Topolnyk Ya. (2021). ST(R)E(A)M-proiekty yak zasib formuvannia informatsiino-tyfrovoy kompetentnosti uchniv z fizyky [ST(R)E(A)M-projects as a means of forming the information and digital competence of students in physics]. *International scientific and practical conference “Topical issues and challenges of physical and mathematical sciences”*: conference proceedings, March 5–6, 2021. Wloclawek, Republic of Poland: “Baltija Publishing”, 25–29.

14. Dzyna L. (2021). Interaktyvnyi plakaty yak instrument zmishanoho navchannia [Interactive poster as a tool of blended learning]. *Svit dydaktyky: dydaktyka v suchasnomu sviti – The world of didactics: didactics in the modern world: proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference, September 21-22, 2021*. Kyiv: Vydavnytstvo Liudmyla, 169–171.

15. Dzyna L. (2021). Zasoby STEM-osvity dlia formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti uchniv [Means of STEM education for the formation of information and digital competence of students]. *STEM-osvita: naukovo-praktychni aspekty ta perspektyvy rozvytku suchasnoi systemy osvity – STEM education: scientific and practical aspects and prospects for the development of the modern education system: materials of the Ukrainian science teacher increase qualifications, October 18 – November 26, 2021*. Odesa, Helvetyka, 64–66.

16. Dzyna L. (2021). Vprovadzhennia STEM-proiektiv pid chas navchannia fizyky u ZZSO [Implementation of STEM projects during the teaching of physics in GSEI]. *Rozvytok intelektualnykh umin i tvorchykh zdibnostei uchniv ta studentiv u protsesi navchannia dystsyplin pryrodnycho-matematychnoho tsyklu “ITM*plus-2021” – Development of intellectual skills and creative abilities of pupils and students in the process of learning the disciplines of the science-mathematics cycle “ITM*plus-2021”*. Forum of young researchers: proceedings of II Ukrainian Forum (November 12, 2021, Sumy), 38-40.

17. Dzyna L. (2022). Virtualnyi fizychnyi eksperyment yak zasib formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti v umovakh STEM [Virtual physical experiment as a means of forming information and digital competence in STEM conditions]. *Rozvytok intelektualnykh umin i tvorchykh zdibnostei uchniv ta studentiv u protsesi navchannia dystsyplin pryrodnycho-matematychnoho tsyklu “ITM*plus-2022 Forum molodykh doslidnykiv” – Development of intellectual skills and creative abilities of pupils and students in the process of learning the disciplines of the natural-mathematical cycle “ITM*plus-2022 Forum of young researchers”*: materials of the III Ukrainian scientific and methodical Internet conference of students, postgraduates and young scientists (November 18, 2022, Sumy), 102–104.

18. Dzyna L. (2022). Osoblyvosti realizatsii idei STREAM-osvity v umovakh dystantsiinoho navchannia STEM-osvita [Peculiarities of the implementation of the ideas of STREAM-education in the conditions of distance learning STEM-education]. *Naukovo-praktychni aspekty ta perspektyvy rozvytku suchasnoi systemy osvity v umovakh viiny – Scientific and practical aspects and prospects of the development of the modern education system in the conditions of war: materials of the Ukrainian scient.-pedagog. increase qualifications, October 10 – November 20, 2022. Odesa, Helvetyka, 67–69.*

19. Dzyna L. (2022). Formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti uchniv ZZSO v umovakh dystantsiinoho navchannia [Formation of informational and digital competence of students of secondary education in the conditions of distance learning]. *Zaprovadzhennia innovatsiinykh osvitnikh praktyk yak zasib pidvyshchennia yakosti natsionalnoi osvity – Introduction of innovative educational practices as a means of improving the quality of national education: materials of Ukrainian science and practice conf. (November 29, 2022, Kharkiv), 142–143.*

20. Dzyna L. (2023). Interaktyvni arkushi yak zasib formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti [Interactive worksheets as a means of forming information and digital competence]. *Tsyfrova transformatsiia ta dydzhytal tekhnolohii dlia staloho rozvytku vsikh haluzei suchasnoi osvity, nauky i praktyky – Digital transformation and digital technology for the sustainable development of all branches of modern education, science and practice: Proceedings of the International science and practice conference, January 26, 2023. International Academy of Applied Sciences (Republic of Poland) – State University of Biotechnology (Ukraine). Lomza, Poland, 287–290.*

21. Dzyna L., Styrans V. Tsyfrovi instrumenty dlia realizatsii formuvalnoho otsiniuvannia [Digital tools for the implementation of formative assessment]. *Innovatsiini pedahohichni tekhnolohii v tsyfrovii shkoli – Innovative pedagogical technologies in the digital school: proceedings of the V Ukrainian (with international participation) scientific and practical conference of young scientists (Kharkov, May 10-11, 2023). Kharkiv, 122–124.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	22
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STREAM-ОСВІТИ.....	33
1.1. Категорія «інформаційно-цифрова компетентність» у філософській та історико-педагогічній науковій літературі.....	33
1.2. Інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики: сутність, зміст і структура.....	56
1.3. Аналіз сучасного розвитку STREAM-освіти в Україні та світі	76
1.4. Діагностика вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.....	99
Висновки до розділу 1	120
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STREAM-ОСВІТИ	122
2.1. Теоретичне обґрунтування педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти	122
2.2. Реалізація педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.....	165
2.3. Аналіз результатів упровадження педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.....	188
Висновки до розділу 2	201
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	203
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	208
ДОДАТКИ.....	237

ВСТУП

В умовах буремних подій сьогодення Україна продовжує зазнавати значних змін у освіті. Одним із пріоритетних напрямів її реформування, відповідно до ідей Концепції Нової української школи (НУШ), положень Державних стандартів галузі середньої освіти, є підготовка компетентної та конкурентоспроможної особистості, свідомого громадянина, патріота, націленого на саморозвиток та розвиток держави, здатного вчитися впродовж життя та критично мислити. Тобто Нова українська школа, окрім системних і ґрунтовних знань, націлена на формування у учнів корисних ключових компетентностей, особливе місце серед яких відведено інформаційно-цифровій. Оволодіння учнями інформаційно-цифровою компетентністю є важливим при вивченні предметів будь-якої освітньої галузі, так за означенням розробників Концепції НУШ йдеться про «впевнене і водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні; інформаційну й медіа-грамотність, основи програмування, алгоритмічне мислення, роботу з базами даних, навички безпеки в інтернеті та кібербезпеці; розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо)».

Отже, питання вдосконалення існуючих та пошуку оптимальних форм, методів і засобів формування в учнів Нової української школи ключових компетентностей, зокрема інформаційно-цифрової, є одним із головних завдань сучасної педагогічної науки в Україні.

Варто відзначити, що з метою вдосконалення освітнього процесу, згідно із чинним законодавством, особлива увага приділяється реалізації принципу інтеграції, який дозволяє здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу з урахуванням вимог мінливого сьогодення. Так, ухвалена у 2020 році Кабінетом Міністрів України Концепція природничо-математичної освіти (STEM-освіти) визначає актуальність впровадження у освітній процес принципово нового напрямку – STEM (Science, Technology, Engineering and

Mathematics) – система природничої і математичної освітніх галузей, яка має на меті розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей. Вона базується на інтегративному підході до навчання, націлена на практичне застосування наукових, математичних, технічних та інженерних знань з метою їхнього використання у розв’язанні життєвих задач і вирішенні питань професійної діяльності. Разом з тим програмою великої трансформації «Освіта 4.0: український світанок» передбачається створення «25 STEM-центрів та мережа STEM-лабораторій» як один із кроків цифрової трансформації освіти і науки, що має на меті «перетворити Україну на передовий освітньо-науковий хаб Євросоюзу».

Для підвищення мотивації учнів і створення ситуацій успіху у опануванні інженерно-технологічним компонентом STEM при вивченні предметів природничої галузі, зокрема фізики, а також з метою популяризації науки, напрямок STEM доповнився методологічними розширеннями, у яких робиться акцент в тому числі і на творчості учнів, надаючи їм необхідні навички, пов’язані з дизайн-мисленням, критичним мисленням, інноваційними підходами до вирішення нестандартних задач – STEAM (+Arts – мистецтво), і останній, нині актуальний варіант аббревіатури, пов’язаний зі STEM-освітою, це STREAM (+Reading+WRiting – читання, письмо).

Корінна природничо-математична і техніко-технологічна освіта – STEM розширюються змістовим полем мистецтва – STEAM, а на додаток оснащується елементами мовно-літературної галузі – STREAM [193, с.131].

Такий підхід вбачається нами найбільш характерним у комплексному розв’язанні проблеми формування інформаційно-цифрової та інших ключових компетентностей під час вивчення предметів природничої галузі, зокрема фізики, тому в нашому дослідженні обраний найбільш повний напрям – STREAM.

Грунтовний аналіз наукових публікацій та нормативно-правових документів з питання формування компетентностей учнів свідчить, що компетентнісне навчання закріпилося в системі освіти України і є предметом наукових розвідок вчених та педагогів-практиків. Компетентнісний підхід досліджували вітчизняні

науковці І. Бех [7], Н. Бібік [10], Т. Засекіна [57], Ю. Мельник [89], О. Овчарук [67], О. Онопрієнко [116] та ін.

Інформаційно-цифрову компетентність або ототожнену до неї інформаційно-комунікаційну (зокрема складові «інформаційна компетентність» і найбільш вживана сьогодні «цифрова компетентність»), її компонентний склад, а також особливості формування у здобувачів та вчителів у системі вітчизняної освіти вивчали: Н. Баловсяк [5], О. Барановська [6], В. Биков [9; 119], С. Василенко [101], О. Власій [16], І. Воротникова [18], Л. Гаврілова [20], М. Гладун [101], К. Гринчишина [157], Б. Грудинін [26], О. Дудка [16], В. Калінін [62], Л. Калініна [62], Н. Ковчин [64], О. Кочеткова [73], Т. Лупиніс [85], О. Миронова [96], Н. Морзе [100; 101], О. Наливайко [110], О. Овчарук [112; 113; 114; 119], Р. Павлюк [124], С. Петренко [128], О. Сисоєва [157], О. Спирін [168], Я. Топольник [20] та ін.

Зокрема питанням визначення структури досліджуваної компетентності і її формування у практиці фізичної освіти присвячені роботи дослідників: О. Іваницького [59] (формування цифрової компетентності майбутніх вчителів фізики), Н. Куриленко [77], С. Меньяйлова [77], І. Сліпухіної [77] (розвиток поняття, структура), Ліскович О. [81] (формування ключових компетентностей учнів з фізики) О. Трифонової [177; 178; 179] (система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців у навчанні фізики й технічних дисциплін) та ін.

Вивченням світового досвіду, проблемам упровадження засад STEM, STEAM, STREAM в освітній процес України присвятили свої роботи В. Андрієвська [3], С. Бабійчук [4], Н. Валько [14], Р. Грушко [152], С. Доценко [50], С. Дячок [52], О. Коваленко [63], О. Кузьменко [76], І. Мороз [56], Г. Онопченко [132], О. Онопченко [132], В. Пікалова [130], С. Подлесний [131], Н. Поліхун [132], К. Постова [132], В. Прошкін [243], О. Романишина [152], Г. Сакунова [56], О. Сапрунова (спираючись на досвід закордонних колег: Р. Drucker, G. Harpham, M. John, C. Kerr, A. Nicolas, J. Schwab, J. Tarnoff R. Florida) [63], Т. Светлова [157], О. Семеніхіна [243], І. Сліпухіна [132], Н. Сороко [167], О. Стрижак [171], О. Тарасов [131], І. Чернецький [171], В. Юрженко [193], А. Юрченко [243], К. Юрченко [243], F. Hess [213], A. Kelly [213], O. Meeks [213],

Н. Fleischman [210] та ін. Доведено, що процес впровадження інноваційного підходу потребує науково-дослідного мислення учителя та учня як бази STEM-освіти, в тому числі і у її трансформаціях – STEAM, STREAM.

Теоретичні розвідки щодо формування інформаційно-цифрової компетентності в умовах впровадження STREAM-освіти засвідчують, що дана проблема стає ґрунтовніше досліджуватися вітчизняними дослідниками. Так, наприклад, у своїй роботі І. Мороз [155], Г. Сакунова [155] досліджують формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики через призму STEM-освіти; Р. Грушко [152], О. Романишина [152] – формування цифрової компетентності учнів через реалізацію завдань STEM-освіти; І. Василенко [125], М. Коваленко [125], О.П атрикеева [125], В. Черноморець [125] розглядають STEM-проект як інструмент формування компетентностей; С. Сороко [167], яка досліджує створення STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя.

Разом з тим можна відзначити, що проблема формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики залишається недостатньо вивченою в контексті впровадження STREAM-освіти.

Аналіз науково-педагогічної літератури та співвідношення окреслених тверджень з реаліями сучасного стану середньої освіти в Україні призводить до низки **суперечностей** між:

- вимогами сьогодення до насичення освітнього процесу інноваційними технологіями і неготовністю освітян та учнів до їх швидкого впровадження через недостатній рівень сформованості інформаційно-цифрової компетентності та/або недостатнім ресурсним забезпеченням закладів загальної середньої освіти;

- дискретністю вивчення навчальних предметів у системі загальної середньої освіти та цілісністю і інтегрованістю наукового пізнання в умовах впровадження STREAM-освіти;

- необхідністю урахування індивідуальних особливостей учнів, а також відстеження їх особистісного поступу у вибудові індивідуальної освітньої траєкторії під час вивчення предметів природничої галузі, зокрема фізики, та

існуючими традиційними методами, формами і засобами навчання, що позбавлені персоналізації, а подекуди і диференціації.

Недостатнє теоретичне й практичне висвітлення окресленої проблеми, її соціальна важливість, а також наявність низки суперечностей у сучасній середній загальній освіті зумовили вибір теми дисертаційної роботи: **«Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти».**

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри педагогіки вищої школи в межах реалізації комплексної наукової програми дослідження «Гуманізація навчально-виховного процесу у вищій школі» (номер державної реєстрації – 0114U001251) ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (м. Слов'янськ), а також в рамках теми інноваційної діяльності Бахмутської загальноосвітньої школи I - III ступенів № 10 Бахмутської міської ради Донецької області «Формування ключових компетентностей через впровадження STREAM-освіти», затвердженої на засіданні педагогічної ради закладу (протокол № 1 від 30.08.2018 р.). Тему дисертаційної роботи затверджено Вченою радою ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (протокол № 4 від 28 листопада 2019 р.).

Об'єкт дослідження – освітній процес з фізики в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – педагогічні умови формування інформаційно-цифрової компетентності інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці ефективності педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Відповідно до мети було визначено такі **завдання**:

1. Проаналізувавши погляди науковців у історико-педагогічній, філософській, психолого-педагогічній літературі, а також нормативні документи в галузі освіти, уточнити зміст категорії «інформаційно-цифрова компетентність».

2. Здійснити аналіз сучасного стану розвитку STREAM-освіти в Україні і світі та визначити сутність, структуру і зміст поняття «інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики».

3. Визначити критеріальний апарат та діагностувати вихідний рівень сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

4. Теоретично обґрунтувати педагогічні умови формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, змодельовати процес їх реалізації.

5. Дослідити ефективність та перевірити результативність запропонованих педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Методи дослідження. На різних етапах наукового пошуку використано комплекс методів:

– теоретичні – аналіз, систематизація, синтез та узагальнення психолого-педагогічної, науково-методичної літератури з теми, а також нормативно-правової бази освітньої галузі України (зокрема Державні стандарти загальної середньої освіти, навчальні програми з фізики, Концепції: НУШ та розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) при обґрунтуванні теоретичних положень дослідження; уточнення категорійно-понятійного апарату дослідження, узагальнення науково-педагогічного досвіду вітчизняних та закордонних вчених задля обґрунтування педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; теоретичне моделювання з метою розробки змісту та структури авторської моделі реалізації педагогічних умов, визначення її основних структурних елементів.

– емпіричні – спостереження освітнього процесу з фізики в закладах загальної середньої освіти, анкетування, бесіди, тестування, вивчення продуктів діяльності; провідним методом на всіх етапах дослідження виступав педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний, контрольний), мета якого виявлення ефективності розроблених педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти;

– статистичні – виявлення кількісних і якісних показників для обробки та інтерпретації результатів педагогічного експерименту (метод перевірки статистичних гіпотез за t-критерієм Стьюдента).

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

уперше теоретично обґрунтовано педагогічні умови формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти (забезпечення вмотивованості до підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності з фізики; опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM; створення віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору), спроектовано модель реалізації визначених педагогічних умов, що складається з трьох взаємопов'язаних блоків (цільового, змістово-операційного, аналітико-діагностувального);

уточнено поняття «інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики»; теоретичні дефініції «компетентність», «інформаційна компетентність», «цифрова компетентність», «інформаційно-цифрова компетентність» тощо; *удосконалено* форми і методи формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; структуру віртуального STREAM-орієнтованого освітнього простору; *конкретизовано* структуру інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в єдності 3 компонентів (когнітивного, діяльнісного, ціннісно-мотиваційного) в контексті впровадження STREAM-освіти; критерії, показники і рівні сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; класифікацію цифрових

освітніх ресурсів в залежності від дидактичних можливостей з акцентом на методологічне розширення Концепції STEM-освіти галузями A-Art (мистецький компонент) та R-Reading + WRiting (читання та письмо);

подальшого розвитку набули наукові уявлення щодо форм, методів та умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; осучаснення віртуального освітнього простору закладів загальної середньої освіти.

Практичне значення дослідження визначено удосконаленням освітнього процесу з фізики у закладах загальної середньої освіти, передусім реалізацією педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів в контексті впровадження STREAM-освіти; створенням кейсу цифрових освітніх ресурсів, що допоможуть учням опанувати фізичні концепції в контексті STREAM; розробленням та упровадженням тематики навчальних проєктів з фізики (з урахуванням STREAM-спрямованості), створенням цифрового STREAM-орієнтованого освітнього простору «Web_STREAM_Lab» Бахмутської ЗОШ№ 10.

Основні положення, результати й висновки дисертаційної роботи можуть бути використані учителями закладів загальної середньої освіти, викладачами закладів професійної та вищої освіти, науковцями для подальшого обґрунтування теоретичних і методичних засад формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; у системі підвищення кваліфікації та перепідготовки вчителів і викладачів закладів освіти різних рівнів, у створенні навчально-методичних посібників, у самоосвітній діяльності фахівців.

Особистий внесок здобувача у працях, опублікованих в співавторстві. Одержані автором результати є самостійним внеском в обґрунтування педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. Ідеї, що належать співавторам публікацій, не використовувалися у матеріалах дисертації. У працях, опублікованих у співавторстві, автору належать: визначення форм та методів роботи для реалізації засад STREAM-освіти у ЗЗСО [208], а саме розробка завдання

STREAM-проєкту до розділу «Оптика» [43]; окреслено особливості застосування вебквесту на уроках фізики [44]; визначено оптимальні цифрові інструменти для створення інфографіки [45], організації вебінарів [209], здійснення формувального оцінювання [40].

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати виконаної роботи обговорено і позитивно оцінено на засіданнях, теоретичних і методичних семінарах кафедри педагогіки вищої школи ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (упродовж 2019 – 2023 рр.), на засіданнях педагогічної ради, шкільної професійної спільноти вчителів природничо-математичного циклу Бахмутської загальноосвітньої школи I - III ступенів № 10 Бахмутської міської ради Донецької області, міської методичної спільноти вчителів фізики Управління освіти Бахмутської міської ради Донецької області, на наукових, науково-теоретичних і науково-практичних конференціях, форумах, семінарах, круглих столах: *Міжнародних*: Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні досягнення вітчизняних вчених у галузі педагогічних та психологічних наук» (Київ, 2020), International scientific conference «Modern global trends in the development of innovative scientific researches» (Riga, Latvia, 2020), International scientific Internet-conference «Organization and management in the services' sphere» (Republic of Poland, Opole, 2020), Міжнародна науково-методична Інтернет-конференція «Проблеми та шляхи реалізації компетентнісного підходу в сучасній освіті» (Харків, 2020), I Міжнародна науково-практична конференція «Наука. Інновації. Якість» (м. Бердянськ, 2020), II International Education Forum «Best Educational Practices: Ukraine, Europe, World» (Kyiv, Ukraine, 2020), A series of seminars on innovation management and quality assurance in education, research and technological processes (Berdyansk, Ukraine, 2020), International scientific and practical conference «Digital transformation and technologies for all areas sustainable development of modern education, science and practice» (Łomża, Republic of Poland, Kharkiv, Ukraine 2022); *Всеукраїнських*: Всеукраїнський науково-практичний онлайн-семінар «STEM-освіта: ресурси та перспективи розвитку в 2020-2021 навчальному році» (Київ, 2020), Всеукраїнська Інтернет-конференція «STEM,

STEAM, STREAM: від концепції до практичного втілення» (Київ, 2020), IV Всеукраїнська Інтернет-конференція «Технології електронного навчання» (Слов'янськ, 2020), II Всеукраїнська науково-методична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2021» Форум молодих дослідників» (м. Суми, 2021), круглий стіл «Цифрова трансформація науки в умовах євроінтеграції» (Київ, 2022), III Всеукраїнська науково-методична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2022» Форум молодих дослідників» (Суми, 2022), круглий стіл «STEAM-освіта: від теорії до практики» (Київ, 2023), науково-практична інтернет-конференція «STEM-освіта: можливості та виклики» (Київ, 2023), Всеукраїнська науково-практична онлайн-конференція «STEM-світ інноваційних можливостей. Модель STEM-закладу освіти: стратегії, структура, напрями та форми діяльності» (Київ, 2023), STEM-імпреза: від ідеї до втілення (Київ, 2023), інтерактивний вебінар (семінар) «Фаховий курс для вчителів природничих наук, математики, інформатики STEM, STEAM, STREAM» (Київ, 2023), Всеукраїнський інформаційно-просвітницький форум «STEM and FEM» (Кропивницький, 2023).

Результати дослідження **впроваджено** в освітній процес Бахмутської загальноосвітньої школи I - III ступенів № 10 Бахмутської міської ради Донецької області (довідка № 288 від 23.05.2023 р.), Бахмутської загальноосвітньої школи I - III ступенів № 5 з профільним навчанням Бахмутської міської ради Донецької області (довідка № 179 від 23.05.2023 р.), Бахмутської загальноосвітньої школи I - III ступенів № 7 (довідка № 201 від 23.05.2023 р.), Бахмутської міської ради Донецької області, Слов'янського педагогічного ліцею Слов'янської міської ради Донецької області (довідка № 30 від 20.06.2023 р.), Билбасівського опорного закладу загальної середньої освіти I - III ступенів Слов'янської міської ради Донецької області (довідка № 2 від 25.10.2023 р.).

Публікації. Зміст і результати дослідження відображено в 21 наукових працях автора (з них 15 – одноосібних), зокрема: 4 статті у наукових фахових виданнях України, 2 – у виданнях іноземних держав (колективні монографії), 15 публікацій апробаційного характеру (матеріали конференцій та інші видання).

Структура та обсяг дисертації. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел (244 найменування, із них 39 іноземною мовою), 9 додатків на 16 сторінках. Робота містить 23 таблиці, 18 рисунків. Загальний обсяг дисертації – 252 сторінки, із них основного тексту – 187 сторінок.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STREAM-ОСВІТИ

1.1. Категорія «інформаційно-цифрова компетентність» у філософській та історико-педагогічній науковій літературі

Головним завданням розвитку системи загальної середньої освіти в Україні на сьогодні є суттєве підвищення її якості, що стає основою формування соціально зрілої, здатної до саморозвитку, творчої особистості – свідомого громадянина, патріота. Ключовим у вирішенні цього завдання є організація освітнього процесу на основі компетентнісного підходу, який зараз на законодавчому рівні здійснюється в рамках діючого у 7 – 11 класах станом на 2023 – 2024 н.р. Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти (2011) [136], Концепції «Нової української школи» (2016) [142]. Зокрема у оновлених Державних стандартах початкової (2018) [137], базової середньої освіти (2020) [135] визначений компетентнісний потенціал освіти, що відображає здатність освітньої галузі формувати всі ключові компетентності через розвиток умінь і ставлень, також це прослідковується у Типових освітніх (навчальних) програмах і критеріях оцінювання навчальних досягнень учнів 5-их класів з 2022/2023 навчального року (відповідно до Методичних рекомендацій, затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 1.04.2022 № 289) [95].

Зміст вищезазначених документів підкреслює, що компетентнісний підхід на новій концептуальній основі став провідним в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) України.

Концепцією НУШ наголошено на формуванні у випускників НУШ 10 ключових компетентностей: спілкування державною (і рідною у разі відмінності) мовами; спілкування іноземними мовами; математична компетентність; основні

компетентності у природничих науках і технологіях; інформаційно-цифрова компетентність; уміння вчитися впродовж життя; ініціативність і підприємливість; соціальна та громадянська компетентності; обізнаність та самовираження у сфері культури; екологічна грамотність і здорове життя [142].

У Концепції йдеться, що саме сформовані компетентності є тими критеріями, що визначають готовність учнів змінювати навколишній світ, розвивати провідні сфери діяльності своєї держави, стати конкурентоспроможним на ринку праці, а також безперервно вчитися протягом життя та набувати загальнолюдських цінностей і стійких моральних якостей [142].

Зважаючи на стрімкий розвиток цифровізації та інформатизації світового суспільства, а також глобальні цифрові реформи в Україні, що визначені Законом України «Про Національну програму інформатизації» та окреслені Національною програмою інформатизації на 2023 рік [139], Концепцією розвитку цифрових компетентностей до 2025 року [144], а також актуальною в ході нашого дослідження Концепцією цифрової трансформації освіти та науки на період до 2026 року [147], пріоритетною із переліку компетентностей виокремимо інформаційно-цифрову як таку, що найбільшою мірою задовольняє потреби суспільства у період мінливого сьогодення: пандемії та загострення збройних та політичних конфліктів, зокрема російсько-української війни.

Вітчизняні науковці Л. Гриневич, В. Кремень слушно зазначають, що «за понад 30-річний період розвитку інформаційного суспільства в національній освіті і економіці України змінювалася сама термінологія:

- від «основ інформатики» до «інформатичної освіти»;
- від «нових інформаційних технологій» до «інформаційно-комунікаційних технологій» та «цифрових технологій»;
- від «інформаційно-комунікаційної компетентності» до «інформаційно-цифрової компетентності» та «цифрової компетентності» [75 с.11]

З метою уточнення змісту і сутності категорії «інформаційно-цифрова компетентність» виконаємо дефініційний аналіз понять: «компетентність», «інформаційна компетентність», «цифрова компетентність», спираючись на

результати досліджень закордонних та вітчизняних науковців, нормативно-правову базу світових організацій і українського законодавства у сфері освіти та державної політики.

Поняття «компетентність» в освітньому контексті вперше визначив у 50-х рр. ХХ століття американський дослідник Ryle G., [231] який вбачає у компетентності готовність до виконання професійних завдань та розглядає її як «вихідний квиток» майбутнього спеціаліста, разом з тим європейський дослідник White R.W. уточнив термін, додавши до дефініції «компетентність» особистісні елементи, а саме мотивацію і цілеспрямованість [242].

Вважається, що ідея компетентнісної освіти (competence-based education – CBE) виникла у 60-х рр. ХХ ст. у США, коли відомий американський вчений N. Chomsky (Massachusetts Institute of Technology) запровадив поняття «компетентність», «компетенція» у вивченні теорії мови, зокрема трансформаційної граматики. Н. Хомський писав «ми проводимо фундаментальну відмінність між компетенцією (знанням своєї мови на рівні «розмовляти – слухати») і «компетентністю» (реальним використанням мови в конкретних ситуаціях). Лише в ідеалізованому випадку, компетентність є безпосереднім відображенням компетенції» [204, с. 9].

Згодом D. C. McClelland розробив концепцію компетентності людських ресурсів, запропонувавши поняття «компетентність» розглядати як критеріальний індикатор продуктивності діяльності людини і зосередитись, насамперед, на її поведінкових проявах [224]. Наголошується, що цей період є початком компетентнісного підходу у бізнесі США, а потім – і в освіті.

Так R. Zemke відрізняє термін «компетентність» від кваліфікації тим, що посилається на здатність особи фактично застосовувати знання, тоді як кваліфікації і навички – в основному «механічно необхідні дії». Компетентність включає «інтерпретацію знань», вільне застосування знань до нових проблем. «Компетентність – диспозиція для організованої дії» [244, с. 18].

Дослідник Voyatzis R. підкреслює, що компетентність – основна характеристика особистості, яка лежить в основі ефективного або чудового

виконання роботи. Це може бути мотив, межа, навичка, аспект уявлення людини про саму себе або свою соціальну роль, а також знання, якими вона користується [200].

У матеріалах ЮНЕСКО (1996 р.) окреслюється коло компетентностей, які, на думку експертів, мають розглядатися як бажаний результат освіти. J. Delors під час доповіді Міжнародної комісії з освіти для XXI століття «Освіта: прихований скарб» сформулював твердження про «чотири стовпи, на яких ґрунтується освіта: навчитися пізнавати, навчитися робити, навчитися жити разом, навчитися жити», наголосивши на визначенні основних глобальних компетентностей. Тож, згідно з визначенням J. Delors, одна з цих компетентностей – «навчитися робити, аби набути не лише професійну кваліфікацію, але і в ширшому сенсі компетентність, яка дає можливість справлятися з різними численними життєвими ситуаціями» [205, с. 37].

У м. Берн (27 – 30 березня 1996) за програмою Ради Європи було поставлено питання про те, що для реформ освіти істотним є визначення ключових компетентностей (key competencies), як для успішної роботи, так і для подальшої освіти. В узагальнюючій доповіді W. Nutmacher було відмічено, що саме поняття «компетентність» змістовно до цих пір точно не визначено. Проте, як відзначив доповідач, всі дослідники погоджуються з тим, що поняття «компетентність» ближче до понятійного поля «знаю, як», чим до поля «знаю, що». Наслідуючи N. Chomsky, W. Nutmacher підкреслює, що «використання є компетентністю у дії» [216].

Міжнародний департамент стандартів для навчання, досягнення та освіти (International Board of Standards for Training, Performance and Instruction (IBSTPI) трактує поняття «компетентність» як здатність кваліфіковано здійснювати діяльність, виконувати роботу чи завдання. Разом з тим поняття «компетентність» містить набір знань, навичок і відношень, що дають змогу особистості ефективно здійснювати 21 діяльність або виконувати ряд функцій, що підлягають досягненню певних стандартів у галузі професії або виду діяльності [114].

Рамкова програма Європейського Союзу щодо ключових компетентностей

(оновлених у 2018 р.) визначає компетентність як комбінацію знань, навичок та ставлень, де знання складається з фактів і цифр, концепцій, ідей та теорій, які вже встановлені та підтримують розуміння певної сфери або предмета; навички визначаються як здатність та спроможність виконувати процеси та використовувати наявні знання для досягнення результатів; ставлення описують диспозиції сприйняття і налаштованості щодо ідей, людини або ситуації й спонукають до відповідних реакцій або дій [144].

Компетентнісний підхід як надбання західної педагогічної думки згодом охопив також вітчизняний освітній простір. Українські перспективи компетентнісного підходу в сучасній освіті досліджували вчені І. Бех, Н. Бібік, Л. Ващенко, І. Єрмаков, О. Калегіна, О. Локшина, О. Овчарук [114], Л. Паращенко, О. Пометун, О. Савченко та інші. Ними було обґрунтовано, що компетентнісний підхід дає змогу ефективно здійснювати перехід від знаннєвої парадигми освіти до діяльнісної, орієнтованої на актуальні і затребувані життям результати навчання.

Так, наприклад, І. Бех визначає «компетентність» як досвідченість суб'єкта у певній життєвій сфері. Змістовий наголос, який він ставить на досвідченості, а не на обізнаності, поінформованості суб'єкта у певній галузі (як це переважно тлумачиться), має бути взятий на концептуальне «озброєння» [7, с. 12]. Цілком погоджуємося із думкою автора.

Видатний український вчений, педагог, філософ І. Зязюн трактує поняття «компетентність» як високий рівень умілості, спосіб особистісної самореалізації, деякий підсумок саморозвитку індивіда [58].

Українські дослідники Н. Бібік та О. Овчарук зазначають, що компетентність є оцінною категорією, яка характеризує людину як суб'єкта професійної діяльності, її здатність успішно виконувати свої повноваження, наголошує, що компетентнісна освіта на чільне місце висуває життєві ситуації, контекст, у якому учень виявить свою обізнаність. Навчальні завдання ставляться так, як вони функціонують у житті, а не за логікою навчальної дисципліни. Контroversійними з цього погляду стають питання забезпечення фундаментальності й водночас практичної спрямованості освіти [10].

Дослідниця О. Пометун компетентнісний підхід в освіті пов'язує з особистісно-зорієнтованим і діяльнісним підходами до навчання, який потребує трансформації змісту освіти, що визначається зовсім іншими принципами його відбору і структурування, спрямованими на кінцевий результат освітнього процесу – набуття учнем компетентностей [133, с. 11]. Розділяємо думку авторки в межах нашого дослідження.

Разом з тим значущим є чисельні дослідження І. Єрмакова з проблеми компетентнісного підходу в освіті. Автор узагальнює, що термін «компетентність» найчастіше використовують як синонім понять «проінформованість», «обізнаність», «авторитетність» та конкретизується відповідно до різних галузей. У перекладі з латинської слово *competens* означає «підходящий», «відповідний», «узгоджений».

Дослідник виокремлює поняття «життєва компетентність» як сукупність знань, умінь, життєвого досвіду особистості, необхідних для розв'язання життєвих завдань і продуктивного здійснення життя як індивідуального проєкту, що передбачає свідоме ставлення до виконання різних життєвих і соціальних ролей [54].

Серед основних підходів до розуміння поняття компетентності у сучасній психолого-педагогічній літературі О. Овчарук виокремлює: знаннєвий, особистісно-діяльнісний, акмеологічний. У відповідності до першого – знаннєвого підходу компетентність включає предметні знання, уміння й навички, що передбачають діяльність згідно існуючих стандартів: спеціально структуровані (організовані) набори знань, умінь, навичок і ставлень, що їх набувають у процесі навчання [67].

Дослідниця С. Сисоєва визначає поняття «компетентність» як інтегровану особистісну якість особи (її капітал), яка формується на етапі навчання, остаточно сформовується і розвивається у процесі практичної діяльності та забезпечує компетентний підхід до вирішення професійних завдань [160].

Словник-довідник з професійної педагогіки за А. Семеновою дає наступне означення «компетентність (лат. *competens, competentis* – здібний, відповідний) –

освічений у визначеній галузі; той, хто має право за власними знаннями чи повноваженнями виконувати або вирішувати «будь-що». До того ж підкреслимо, що коли кажуть «це не моя компетенція», як правило, мають на увазі саме друге значення; коли ж кажуть «він не компетентний» більш того – «професійно не компетентний», то йдеться про відсутність знань, умінь, досвіду і т.ін.» [164, с.85].

Сучасний психолого-педагогічний словник визначає компетентність як інтегративну якість високомотивованої особистості, що проявляється у готовності до реалізації особистісного потенціалу під час продуктивної діяльності, заснованій на знаннях і досвіді, які набуті протягом життя. Вони дозволяють особистості визначати, тобто ідентифікувати і розв'язувати, незалежно від контексту (від ситуації) проблеми, характерні для певної сфери діяльності [174, с. 88].

За визначенням, поданим Концепцією НУШ, компетентність – динамічна комбінація знань, способів мислення, поглядів, цінностей, навичок, умінь, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність [142].

Отже, аналізуючи чисельні тлумачення дефініції «компетентність» в рамках актуальності нашого дослідження будемо розуміти поняття «компетентність» як здатність особистості до самостійного критичного розв'язання задач в адаптивних умовах інтеграції в суспільство.

Становлення особистості у сучасному суспільстві вимагає оволодіти компетентностями в різних сферах діяльності. Задля досягнення цієї мети в освіті, як вже зазначалося вище, реалізується компетентісний підхід, який, як зазначає О. Пометун «покликаний подолати прірву між освітою і життям» [133].

Із попередніх розвідок бачимо, що ідея компетентісної освіти сформувалась у США ще в середині минулого століття. Нині ж компетентісний підхід застосовують на всіх рівнях освіти, починаючи з дошкілля. В Україні цей підхід в освіті також активно впроваджується і зазнає трансформацій.

Державна служба якості освіти зазначає, що «компетентісний підхід передбачає навчання через створення проблемних ситуацій, виконання практико-орієнтованих завдань, які зі свого боку дають змогу учням проводити аналіз та

синтез інформації, оцінювати її та створювати новий продукт» [191]. Також фахівці наголошують, що «школа має допомогти в оволодінні технологіями життєтворчості, створити умови для розкриття потенціалу самопізнання, самооцінки, самореалізації, інтеграції в соціокультурний простір» [191].

Компетентнісне навчання, за визначенням Державної служби якості освіти «спрямоване на роботу з інформацією та опанування учнями компетентностей, умінь і навичок, які допомагають їм бути успішними, конкурентними та цінними на ринку праці» [191].

Грунтовним вбачаємо визначення української дослідниці О. Пометун, яка визначає, що «компетентнісний підхід в освіті – це направленість освітнього процесу на організацію та розвиток базових (основних) і предметних компетентностей, в результаті чого буде відбуватися формування загальної компетентності особистості» [133].

Влучно зазначає автор В. Пелагейченко, що термін «ключові компетентності» акцентує увагу на те, що вони є «ключем», підставою для інших, більш конкретних і предметно-орієнтованих компетентностей [127].

Питання відбору саме ключових тривалий час викликає широку дискусію серед світових та українських організацій, є предметом досліджень закордонних та вітчизняних вчених.

Так, наприклад, англійський психолог J. Raven називає наступні ключові компетентності:

- здатність самостійно працювати;
- здатність брати ініціативу відповідати за себе
- здатність брати ініціативу і не питати у інших про доцільність;
- готовність бачити проблеми та шукати шляхи їх розв'язання;
- здатність аналізувати нові ситуації і застосовувати вже наявні знання;
- здатність знаходити спільну мову з іншими;
- здатність опановувати знання за власною ініціативою;

уміння приймати рішення на основі здорових суджень [226].

Проблема формування ключових компетентностей у освіті є предметом

досліджень Організації Економічного Співробітництва та Розвитку (ОЕСР). У ході роботи з даного питання організацією було визначено, що теоретичні і концептуальні засади ключових компетентностей недостатньо досліджені. З метою визначення вищезазначених понять групою фахівців у різних галузях освіти, бізнесу, охорони здоров'я, представників міжнародних, національних інституцій у 1997 р. була сформульована програма «Визначення та відбір компетентностей: теоретичні та концептуальні засади» («DeSeCo»). Дана програма підсумувала низки підходів багатьох країн у визначенні та відборі ключових компетентностей [232].

Отже, за визначенням, наданим представниками організації ОЕСР ключові компетентності уможливають здатність особистості брати участь у різних сферах життя, є вагомими у розвитку суспільства та особистого успіху людини, їх можна застосовувати для вирішення будь-яких життєвих ситуацій. Ключові компетентності є набором базових понять, які мають бути уточнені та деталізовані в сукупності знань, умінь, навичок, цінностей та відносин за навчальними галузями та життєвими сферами. Фахівці ОЕСР виокремили три категорії ключових компетентностей, як концептуальної бази, а саме: «автономна діяльність; інтерактивне використання засобів; уміння функціонувати в соціально гетерогенних групах» [230].

Європейський парламент і Рада Європейського Союзу 17 січня 2018 року схвалили Рамкову програму оновлених ключових компетентностей для навчання впродовж життя [219]. Ключовими компетентностями програмою визначено ті, які необхідні всім людям для підвищення особистого потенціалу і розвитку, розширення можливостей працевлаштування, соціальної інтеграції та активного громадянства. Такі компетентності розвиваються в процесі навчання протягом усього життя, починаючи з раннього дитинства шляхом формального, неформального та інформального навчання.

Усі ключові компетентності вважаються однаково важливими: кожна з них сприяє успішному життю в суспільстві. Компетенції можуть застосовуватися у багатьох контекстах і в різних комбінаціях. Вони переплітаються та поєднуються:

розвиваючи компетентності, важливі для однієї життєвої сфери, ми одночасно розвиваємо й пріоритетні для іншої.

Такі навички, як критичне мислення, аналітичне мислення, вирішення проблем, творчість, робота в команді, вміння спілкування та проводити переговори, прийняття рішень, саморегуляція, стійкість, емпатія, участь, повага до різноманітності, враховуються у всіх ключових компетентностях [220].

Рамковою програмою ЄС щодо оновлених ключових компетентностей для навчання протягом життя [221] визначено їх перелік:

- Грамотність (Literacy competence)
- Мовна компетентність (Languages competence)
- Математична компетентність та компетентність у науках, технологіях та інженерії (Mathematical competence and competence in science, technology and engineering)
- Цифрова компетентність (Digital competence)
- Особиста, соціальна та навчальна компетентність (Personal, social and learning competence)
- Громадянська компетентність (Civic competence)
- Підприємницька компетентність (Entrepreneurship competence)
- Компетентність культурної обізнаності та самовираження (Cultural awareness and expression competence).

Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти (2011) визначає ключову компетентність як «спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає можливість їй ефективно діяти у різних сферах життєдіяльності і належить до загальногалузевого змісту освітніх стандартів» та зазначає, що до ключових компетентностей належать «уміння вчитися, спілкуватися державною, рідною та іноземними мовами, математична і базові компетентності в галузі природознавства і техніки, інформаційно-комунікаційна, соціальна, громадянська, загальнокультурна, підприємницька і здоров'язберезувальна компетентності» [136].

Схожий перелік компетентностей обрано розробниками Концепції НУШ, які

вбачають ключовими ті, «яких кожен потребує для особистої реалізації, розвитку, активної громадянської позиції, соціальної інклюзії та працевлаштування і які здатні забезпечити особисту реалізацію та життєвий успіх протягом усього життя» [142].

10 ключових компетентностей, визначених Концепцією НУШ:

1. Спілкування державною (і рідною у разі відмінності) мовами;
2. Спілкування іноземними мовами;
3. Математична компетентність;
4. Основні компетентності у природничих науках і технологіях;
5. Інформаційно-цифрова компетентність;
6. Уміння вчитися впродовж життя;
7. Ініціативність і підприємливість;
8. Соціальна та громадянська компетентності;
9. Обізнаність та самовираження у сфері культури;
10. Екологічна грамотність і здорове життя [143].

Також Концепцією НУШ покладено твердження, що для всіх компетентностей спільними є наскрізні вміння:

- уміння читати і розуміти прочитане;
- уміння висловлювати думку усно і письмово;
- критичне мислення;
- здатність логічно обґрунтовувати позицію;
- виявляти ініціативу;
- творити;
- уміння вирішувати проблеми, оцінювати ризики та приймати рішення;
- уміння конструктивно керувати емоціями;
- застосовувати емоційний інтелект;
- здатність співпрацювати в команді [142].

Над розробленням проблеми компетентнісного підходу НУШ працювали Н. Бібік, Л. Ващенко, О. Локшина, О. Овчарук, Л. Паращенко, О. Пометун, С. Трубочова – українські науковці і педагоги-практики під керівництвом

О. Савченко. У результаті запропонований перелік компетентностей відображено у нормативних документах галузі середньої освіти [142, 135, 137].

Узагальнити вищезазначене можна наступним чином: незважаючи на широкий і неоднозначно визначений перелік ключових компетентностей можна зазначити, що кожна з цих ключових компетентностей в представлених концепціях є рівнозначною, тому що кожна з них може сприяти успішному життю особистості в динамічній системі знань. Деякі з компетентностей взаємопроникають і взаємодоповнюють одна одну: головні аспекти однієї виявляються складовими іншої.

Разом з тим, спираючись на актуальність нашого дослідження з теми формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти виокремимо інформаційну компетентність як першу складову досліджуваного багатоаспектного поняття.

Дослідженням інформаційної компетентності тривалий час займаються закордонні та українські вчені, а також міжнародні та вітчизняні наукові установи і організації.

В ході аналізу джерельної бази можна відзначити, що поняття інформаційної компетентності, як слушно зазначає Р. Павлюк «виникло у зв'язку з бурхливим розвитком ІКТ і входженням їх в усі аспекти життєдіяльності суспільства. Питання формулювання цього поняття відносять до початку 2000-х рр. Так результати одного з перших досліджень інформаційної компетентності представлено у звіті кафедри інформаційної грамотності державного університету Каліфорнії «Інформаційна компетентність в університеті штату Каліфорнія» за 2001 рік» [124]. Інформаційну компетентність у ньому було визначено як компетентність роботи з бібліотечними ресурсами – компетентність, пов'язану з пошуком і опрацюванням різноманітних повідомлень. У підсумковому дослідженні кафедри інформаційної грамотності державного університету Каліфорнії поняття інформаційної компетентності визначене як: «здатність визначати інформаційні вимоги до питання дослідження для формулювання стратегії пошуку відомостей; здатність визначати форми представлення необхідних відомостей; уміння організувати

відомості в найбільш сприятливий для аналізу, синтезу і розуміння способів; усвідомлювати етичні, юридичні і політичні проблеми використання інформаційних ресурсів» [124].

Міжнародна організація ЮНЕСКО тлумачить інформаційну компетентність як набір знань, навичок і ставлень, необхідних для визначення потреби у інформації, допомозі у вирішенні проблеми чи прийнятті рішення, як сформулювати пошуковий запит з метою ефективного пошуку інформації, а також інтерпретувати, розуміти, систематизувати, оцінювати достовірність, актуальність інформації, передавати її, а потім використовувати для власних життєвих потреб [214].

Аналіз вітчизняних публікацій показав, що інформаційну компетентність дослідниця О. Миронова тлумачить як «здатність ефективно виконувати інформаційну діяльність (у вирішенні професійних завдань, навчанні, повсякденному житті) з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій, що передбачає володіння інформаційною компетентністю за сформованою готовністю (що містять і особистісні якості) до розв'язання відповідних завдань з урахуванням набутого досвіду, з можливістю самостійної організації власної діяльності, зі здійсненням самоконтролю та усвідомленням особистої ролі в їх реалізації та можливих наслідків її здійснення» [96, с. 169].

На думку О. Зайцевої «інформаційна компетентність – це інтегративне поняття, яке поєднує здатність особистості до визначення інформаційної потреби, пошуку інформації та ефективної роботи з нею у всіх її формах та представленнях – як в традиційній, друкованій формі, так і в електронній формі; здатності роботи з комп'ютерною технікою та телекомунікаційними технологіями; здатності застосування їх у професійній діяльності та повсякденному житті» [56, с. 73].

Вітчизняний науковець О. Спірін, на основі ґрунтовних досліджень дає визначення «інформаційна компетентність – підтверджена здатність особистості використовувати інформаційні технології для гарантованого донесення та опанування інформації з метою задоволення власних індивідуальних потреб і суспільних вимог щодо формування загальних та професійно-спеціалізованих

компетентностей людини. Зазначимо, що загальні компетентності часто називають ключовими або базовими, а професійно-спеціалізовані – предметними» [168].

У результаті багаторічних педагогічних досліджень О. Барановської поняття «інформаційна компетентність» визначено як інтегративну якість особистості, яка є результатом процесу трансформації в особливий тип міжпредметних компетентностей, які дають змогу активно обробляти, відбирати, аналізувати, трансформувати, генерувати та засвоювати потоки інформації і, як результат, прогнозувати, приймати, та реалізовувати оптимальні рішення в різних сферах діяльності [6].

Як бачимо, визначення категорії «інформаційна компетентність» більшістю учених тлумачиться як така, що забезпечує опанування інформації, здатність її аналізувати, інтерпретувати, обробляти, творчо перетворювати, використовуючи інформаційні технології.

Отже, зазначимо, що під інформаційною компетентністю в рамках нашого дослідження будемо розуміти здатність особистості до критичного використання інформаційних технологій під час здійснення інформаційних процесів в усіх сферах життєдіяльності.

Другою компонентою досліджуваної «інформаційно-цифрової компетентності» визначимо дефініцію «цифрова компетентність».

Розглянемо визначення, надані закордонними вченими, які відображають і наше ставлення до досліджуваної проблеми.

Дослідник R. Krumsvik зазначає, що цифрова компетентність – це майстерність особистості застосовувати інформаційні технології у своїй діяльності. На думку автора, особистість має вміти критично оцінювати ресурси та використовувати їх з урахуванням засад педагогіки, бути обізнаним з цілями використання різноманітних навчальних ресурсів [222].

Європейські дослідники T. Torres-Coronas, M. Vidal-Blasco цифрова компетентність – це здатність використовувати комп'ютери для отримання, оцінювання, зберігання, створення, подання та обміну інформацією, а також для спілкування та участі у спільних віртуальних мережах [240].

Погоджуємося з визначенням С. Scott, який цифрову компетентність трактує як «здатність використовувати цифрові ресурси та інформаційні технології, розуміти та вміти критично оцінювати цифрові ресурси та контент, ефективно комунікувати» [233].

Дослідники L. Pomäki, A. Kantosalo, M. Lakkala відзначають, що цифрова компетентність включає в себе технічні вміння використовувати цифрові технології, а також свідомо застосовувати їх у освітній, професійній діяльності та повсякденному житті, передбачає критичну оцінку цифрових технологій, мотивує до формування цифрової культури [218].

Незважаючи на велику кількість наукових робіт, присвячених питанню цифрової компетентності, єдиного визначення цього виду компетентності немає.

Важливим є зауваження О. Овчарук та О. Спіріна «До визначення поняття цифрової компетентності в Україні та світі існують різні підходи. У закордонних джерелах поняття цифрова компетентність ототожнюється з такими, як інформаційно-комунікаційна компетентність, цифрові навички тощо. Це пов'язано з тим, що до набору однакових характеристик здатності людини застосовувати інформаційні технології та засоби, використовують різні назви: інформаційно-комунікаційна компетентність, інформаційно-цифрова компетентність, цифрова компетентність тощо» [169].

За визначенням Н. Морзе, С. Василенко М. Гладун «цифрова компетентність – це найновіша концепція, що описує вміння, пов'язані з технологією. Протягом останніх років для опису навичок та компетенції щодо використання цифрових технологій, таких як навички ІКТ, технологічних навичок, навичок інформаційних технологій, навичок роботи в ХХІ столітті, інформаційної грамотності, цифрової грамотності та навичок цифрових технологій, було використано кілька термінів. Ці терміни також часто використовуються як синоніми; наприклад, цифрову компетентність та цифрову грамотність» [101].

Українські дослідниці Я. Топольник та Л. Гаврілова наголошують, що «цифрова компетентність серед вітчизняних та закордонних дослідників найчастіше визначається на основі загальноприйнятого розуміння компетентності

як інтегрованої здатності особистості, яка складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці». Це поняття, на думку авторок, «вміщує також цифрову грамотність і цифрову культуру» [20].

Визначення, представлені дослідниками, стають ґрунтовним базисом для створення нормативно-правових документів, які є важливими інструментами розбудови світової спільноти, зокрема у галузі освіти.

Так, у 2016 р. Європейська комісія запровадила так звану Рамку цифрової компетентності для громадян ЄС (DigComp 2.0: Digital Competence Framework for Citizens) [241]. Згодом у 2017 р. Рамку було оновлено та представлено на конференції у Брюсселі під назвою «Рамка цифрової компетентності для громадян: вісім рівнів майстерності з прикладами використання» (DigComp 2.1: Digital Competence Framework for Citizens) [202]. Рамка є одним із найсучасніших європейських стратегічних документів, розроблених європейською спільнотою країн, які створюють освітні стандарти. Рамка цифрової компетентності 2.0 включає такі рівні: базовий користувач, незалежний користувач, професійний користувач. Вона окреслює п'ять сфер цієї компетентності: інформація та цифрова грамотність, комунікація та співробітництво, створення цифрового контенту, безпека, вирішення проблем [112].

За ґрунтовним аналізом, здійсненим дослідницею О. Овчарук, в оприлюднених документах 2016 та 2017 рр. висвітлено три основні напрями запровадження Рамки: 1) формування та підтримка політики; 2) планування навчання у сфері освіти та підготовка кадрів, зайнятість; 3) оцінювання та атестування. Наведено й приклади впровадження DigComp у країнах ЄС, де цю Рамку запроваджено у практику, приміром, побудови загальноєвропейського показника «цифрові навички», який допомагає відстежувати та складати звіт Цифрової економіки й суспільства. Ще один прикладом є інтеграція Рамки в систему Europass, що дає змогу шукачам роботи, а також учням та студентам, оцінювати власну цифрову компетентність і наводити результати цієї оцінки [112].

Разом з тим у 2018 році Комісія Європейського парламенту та Рада

Європейського Союзу прийняла оновлені рекомендації щодо ключових компетентностей для навчання упродовж життя (Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning), серед яких цифрова компетентність визначається як впевнене, критичне і відповідальне використання цифрових технологій для навчання, професійної діяльності та участі у житті суспільства [221].

3 березня 2021 року Кабінет Міністрів України своїм розпорядженням схвалив Концепцію розвитку цифрових компетентностей і затвердив план заходів щодо її реалізації до 2025 р. [144].

Науковець, заступник Голови Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України, О. Потій, спираючись на текст Концепції, зазначає «реалізація Концепції сприятиме захисту українців від потенційних небезпек у цифровому середовищі, особливо тих, які відбуваються завдяки людському фактору. Громадяни будуть знати базові правила поведінки в Інтернеті, типові алгоритми дій у разі інформаційних атак, убезпечать власні персональні дані, розпізнаватимуть фейки» [144].

Концепцією розвитку цифрових компетентностей під цифровою компетентністю визначено «динамічну комбінацію знань, умінь і навичок, способів мислення, поглядів, інших особистих якостей у галузі інформаційно-комунікаційних технологій та цифрових технологій, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність із використання таких технологій» [144].

В межах цієї Концепції була схвалена «Рамка цифрової компетентності для громадян України», над якою активно працювала команда експертів Міністерства цифрової трансформації (М. Федоров, В. Іонан, Т. Нанаєва та ін.) [118].

В документі йдеться, що «національна рамка цифрових компетентностей для громадян (DigCompUA for Citizens 2.1), розроблена на основі європейської концептуально-еталонної моделі та рекомендацій від європейських та міжнародних інституцій, які адаптовано до національних, культурних, освітніх та економічних особливостей України у сфері цифрових компетентностей, визначає

цифрову компетентність ключовою в умовах четвертої промислової революції» [118]. Автори дають визначення цифрової компетентності «цей термін містить впевнене, критичне та відповідальне використання і взаємодію з цифровими технологіями для навчання, працевлаштування, роботи, дозвілля та участі у суспільному житті. Вона охоплює такі поняття як інформаційна грамотність та медіаграмотність, комунікація та співпраця, створення цифрового контенту (включаючи програмування), безпека (включаючи захист персональних даних у цифровому середовищі та кібербезпеку), а також розв'язання різнопланових проблем і навчання впродовж життя» [118].

За визначенням розробників «Рамка цифрової компетентності для громадян України – це інструмент, створений для того, щоб покращити рівень цифрових компетентностей українців, допомогти у створенні державної політики та плануванні освітніх ініціатив, спрямованих на підвищення рівня цифрової грамотності та практичного використання засобів і сервісів ІТ-технологій конкретними цільовими групами населення» [118].

Заступник Міністра цифрової трансформації з питань євроінтеграції (2021 р.) В. Іонан зазначила: «Ми застосовуємо комплексний та системний підхід до реалізації проекту із розвитку цифрової грамотності Дія.Цифрова освіта. Тому для нас важливо, щоб рамка цифрових компетентностей для громадян України використовувалась і на національному, і на регіональному рівні. Це дозволить громадянам підвищити конкурентоспроможність на ринку праці, надасть можливості для безперервного навчання, подарує комфорт проживання в цифровій країні і зменшить ризики небезпек під час користування Інтернетом» [118].

Цифрова компетентність – це базова річ, без якої також неможливо уявити ефективний освітній процес. В умовах періодичних локдаунів і карантинів, а також під час загострення збройних конфліктів, зокрема російсько-української війни, саме цифрові технології дають змогу не зупиняти навчання, а безпечно продовжувати його в дистанційному або змішаному форматі. Тому сьогодні цифрова компетентність для учнів та вчителів є пріоритетною [198].

Європейська рамка цифрової компетентності для освітян(DigCompEdu).

містить детальний опис того, як цифрові технології можна використовувати для освіти та навчання [227].

Як зазначає офіційний веб-портал НУШ «Документ описує 22 компетентності, що згруповані в шести сферах цифрової компетентності вчителів:

Професійне залучення – використовувати цифрові технології для спілкування, співпраці та професійного розвитку.

Цифрові ресурси – шукати, створювати та обмінюватися цифровими ресурсами.

Викладання й навчання – управляти та організувати робочий і навчальний процес за допомогою цифрових технологій.

Оцінювання – використовувати цифрові технології та стратегії для оцінювання учнів.

Розширення можливостей учнів – використовувати цифрові технології для підвищення інклюзивності та активного залучення учнів до навчання.

Сприяння цифровій компетентності учнів – дати їм можливість використовувати цифрові технології для спілкування, створення контенту, розвитку та розв’язання проблем» [198].

Мінстерство цифрової трансформації України також представило Концептуально-референтну Рамку цифрової компетентності педагогічних й науково-педагогічних працівників [68]. За основу взято європейську концептуально-еталонну модель Рамки цифрових компетентностей для громадян ЄС «The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use» (DigComp 2.1), Рамку для освітян ЄС «The Digital Competence Framework for Educators» (DigCompEdu), а також адаптовану Рамку цифрової компетентності для громадян України (DigComp UA).

Одна із розробниць Т. Нанаєва зазначає «Одне з важливих завдань, які стоять перед освітою, – підготувати молодь до цифрових трансформацій, що відбуваються у всіх сферах економіки і суспільства. Щоб якісно сформувати цифрову компетентність у здобувачів освіти всіх рівнів, педагогічні й науково-педагогічні працівники самі мають володіти цією компетентністю на високому рівні. Ця Рамка

– дороговказувач для всіх освітян та науковців. Рамка визначає сфери цифрової компетентності, надає дескриптори кожного її компоненту, допомагає визначити рівні володіння і навіть прописує приклади її застосування» [68].

Дослідниця О. Овчарук акцентує увагу на тому, що «рамка для педагогів визначає цифрову компетентність як вміння використовувати цифрові технології для підтримки творчості, активного громадянства та соціальної інтеграції, співпраці з іншими людьми для досягнення особистих, соціальних або комерційних цілей. Вона включає цифрову та інформаційну грамотність, комунікацію та співпрацю, створення цифрового контенту (зокрема програмування), кібербезпеку та вирішення проблем» [113, с.65].

Отже, в результаті наших наукових пошуків погоджуємося з думкою науковців і узагальнюємо, що цифрова компетентність – це здатність особистості ефективно використовувати цифрові технології для розв'язання завдань, що дозволяє їй бути прогресивною в сучасному цифровому суспільстві.

З огляду на сутність дефініцій «інформаційна компетентність» та «цифрова компетентність» стає очевидним, що ці компоненти тісно пов'язані між собою та взаємозалежні один від одного, можна говорити про їх синтез, в результаті якого утворюється цілісне поняття «інформаційно-цифрова компетентність».

Тож проаналізуємо існуючі визначення поняття «інформаційно-цифрова компетентність».

Інформаційно-цифрова компетентність є однією з 10 ключових компетентностей НУШ. Так у Концепції НУШ зазначається, що інформаційно-цифрова компетентність – це впевнене, та водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні; інформаційна й медіа-грамотність, основи програмування, алгоритмічне мислення, роботи з базами даних, навички безпеки в Інтернеті та кібербезпеці; розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо) [142].

Натомість у Державному стандарті базової середньої освіти (2020) йдеться

про формування інформаційно-комунікаційної компетентності. Поняття «інформаційно-комунікаційна компетентність» визначено як здатність учня використовувати інформаційно-комунікаційні технології та відповідні засоби для виконання особистісних і суспільно значущих завдань [135].

Низка науковців присвятили свої роботи дослідженню інформаційно-цифрової компетентності учнів в умовах загальної середньої освіти.

Дослідниці О. Сисоєва, К. Гринчишина виділяють поняття інформаційно-цифрової компетентності як здатності розуміти та використовувати інформацію в різних форматах від мережевих комп'ютерних джерел та включає навички розшифровки мультимедійних образів, звуків і тексту [159].

Вітчизняні науковці В. Калінін, Л. Калініна у своєму дослідженні виокремили необхідні та достатні вміння інформаційно-цифрової компетентності, які дозволяють розробити специфічні траєкторії навчання, «а саме такі вміння: знаходити необхідну інформацію, використовуючи інформаційні фільтри, схеми та таблиці для фіксації результатів; систематизувати й узагальнювати отриману інформацію; конструювати інформаційні бази з різних джерел, спираючись на вміння збирати та оцінювати факти та судження – з позиції достовірності, точності, достатності та аналізувати отриману інформацію; поповнювати індивідуальні знання, вміння та навички з доступних джерел та накопичувати власний банк знань за рахунок особистісно-значущої інформації; працювати з інформацією індивідуально; співпрацювати з іншими учнями під час роботи із запропонованими ІКТ; використовувати результати самостійного пошуку, аналізу і оцінки інформації для прийняття власних рішень; створювати власні джерела інформації, використовуючи сучасні технології» [62, с.88].

Дослідниця В. Стеганцева у своїй дисертаційній роботі зазначає «під інформаційно-цифровою компетентністю молодшого школяра ми будемо розуміти набуту учнем на базовому рівні здатність до конструктивної і відповідальної соціальної взаємодії, і спілкування з дорослими і однолітками, особистісного розвитку на основі придбання і актуалізації знань, умінь і навичок інформаційних і цифрових технологій, високої поведінкової мотивації і мережевої етики в умовах

шкільного цифрового середовища» [170].

Погоджуємося із думкою Г. Сакунової, І. Мороз, які зазначають «інформаційно-цифрова компетентність учня – це здатність особистості оволодіти засобами інформаційно-комунікативних технологій та застосовувати їх при обробці, аналізу, систематизації й узагальненні отриманої інформації» [155].

Проблемі формування інформаційно-цифрової компетентності в системі вищої освіти присвячені роботи вітчизняних науковців.

Дослідниця О. Трифонова дає наступне визначення «Під інформаційно-цифровою компетентністю (ІЦК) ми розуміємо вміння використовувати наявні інформаційно-цифрові ресурси для отримання, зберігання, поширення та опрацювання необхідної інформації; здатність упевнено, критично, творчо і безпечно використовувати інформаційно-комунікаційні технології для досягнення цілей, що визначаються потребами сталого розвитку особистості та суспільства в цілому» [178].

У своїй дисертаційній роботі А. Черненко визначає інформаційно-цифрову компетентність «як комплексну якість особистості, яка виявляється у здатності до впевненої роботи з інформацією на заняттях іноземних мов із використанням різних засобів цифрових технологій, відповідальне використання майбутніми учителями цифрових ресурсів в освітньому процесі» [186].

Варто відзначити, що у зв'язку з багатоаспектністю досліджуваного поняття його тлумачення не є однозначно визначеним, як у нормативно-правових документах, так і у працях науковців.

Роботи вітчизняних дослідників інформаційно-цифрової компетентності зазвичай присвячені дослідженню як її структури, так і особливостям формування в умовах освітнього процесу.

Отже, бачимо, що сучасні українські дослідження мають виражену практичну орієнтованість на питання формування інформаційно-цифрової компетентності, а стрімкий розвиток цифрового суспільства пов'язаний із швидкоплинною трансформацією термінології, тому є прийнятним, що у нормативно-правових документах та наукових працях вчених поняття

«інформаційно-цифрова» компетентність часто ототожнюється з інформаційно-комунікаційною.

Зазначимо, що у контексті розвитку цифрового суспільства інформаційно-цифрова компетентність виступає як невід'ємна частина підготовки особистості до реального життя, сприяє підвищенню ефективності її діяльності у різноманітних галузях.

Згідно з сучасними концепціями у вимірі освітніх та соціальних реформ, інформаційно-цифрова компетентність дозволяє ефективно вирішувати завдання на різних рівнях соціальної діяльності через вміння шукати та обробляти інформацію за рахунок вдалого та водночас критичного застосування цифрових технологій.

Здійснене нами дослідження сутності та змісту терміну «інформаційно-цифрова компетентність» в науково-педагогічній літературі дозволив уточнити тлумачення поняття. Інформаційно-цифрова компетентність передбачає комплексне оволодіння знаннями, вміннями та ставленнями щодо здійснення інформаційних процесів із використанням цифрових технологій під час розв'язання як освітніх, так і життєвих задач.

Таким чином, на основі аналізу нормативно-правової бази та історико-педагогічної наукової літератури можна дійти висновку, що поняття інформаційно-цифрова компетентність є складним інтегративним утворенням, проте, варто відзначити, що цифрова компонента включає на сьогодні більш широкий спектр визначених науковцями можливостей для ефективного функціонування в суспільстві.

Вважаємо, що перспективи досліджень інформаційно-цифрової компетентності зумовлено недостатньою розробленістю її структури і полягає у здійсненні подальшого структурно-компонентного аналізу.

1.2. Інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики: сутність, зміст і структура

Здійснений у п.1.1 аналіз нормативно-правових документів та наукових праць українських та закордонних дослідників, підходи до тлумачення поняття «компетентність», «компетентнісний підхід», окреслення переліку існуючих ключових компетентностей, визначених дефініцій «інформаційна компетентність», «цифрова компетентність», «інформаційно-цифрова компетентність» є підґрунтям для визначення сутності і структури поняття «інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики».

Вивчаючи досвід дослідження інформаційно-цифрової компетентності у роботах науковців зазначаємо, що і визначення структури теж ґрунтується на окремих дослідженнях інформаційної та цифрової компетентностей. Також важливими для всебічного розуміння досліджуваного явища вбачаємо розглянути пропонувані дослідниками структури ототожненої інформаційно-комунікаційної компетентності.

Наприклад, у рамках свого дослідження С. Scott виокремлює наступні компоненти цифрової компетентності:

- медіа-інформаційна грамотність (пошук, опрацювання, зберігання інформації, створення цифрових матеріалів);
- онлайн комунікація (електронна пошта, чати, блоги, соціальні мережі та ін.);
- технічний (ефективне і безпечне використання комп'ютера для вирішення різноманітних професійних та особистих задач);
- споживацький (вирішення повсякденних завдань, які задовольняють різноманітні потреби людини) [233].

Варто відзначити, що компонентна структура, представлена Європейською Рамкою цифрової компетентності «The Digital Competence Framework 2.0» [241], яка є предметом вивчення багатьох вітчизняних дослідників, буде актуальною і для загального розуміння структури інформаційно-цифрової компетентності учнів з

фізики.

Прийнятною в ході нашого дослідження розглянемо інтерпретацію О. Струтинської [172]. Авторка розглядає структуру цифрової компетентності та рекомендації для її розвитку європейських громадян, надає коротку характеристику кожному з компонентів

1. Інформаційна грамотність (Information and data literacy):
 - уміння формулювати інформаційні потреби, знаходити та отримувати дані;
 - аналізувати зміст знайденого цифрового контенту, оцінювати актуальність джерела даних;
 - зберігання, впорядкування та управління цифровими даними.
2. Спілкування та співпраця (Communication and collaboration):
 - уміння взаємодіяти, спілкуватися та співпрацювати з використанням цифрових технологій;
 - брати участь у суспільному житті через державні та приватні цифрові послуги;
 - дотримання етичної поведінки при роботі з цифровими технологіями («мережний етикет»);
 - управління цифровою ідентичністю.
3. Створення цифрового контенту (Digital content creation):
 - створення та редагування цифрового контенту;
 - дотримання авторських прав у процесі роботи з даними;
 - уміння ставити коректні запити при роботі з інформаційними системами та комп'ютерними мережами.
4. Інформаційна безпека (Safety):
 - захист пристроїв, цифрового контенту, персональних даних та конфіденційність в цифрових середовищах;
 - захист фізичного та психологічного здоров'я;
 - усвідомлення співвідношення раціонального використання цифрових технологій для соціального благополуччя;

- усвідомлення впливу цифрових технологій на навколишнє середовище та їх раціональне використання.

5. Уміння вирішувати проблеми (Problem solving):

- виявлення потреб та завдань та вирішення концептуальних проблем та проблемних ситуацій у цифрових середовищах;
- використання цифрових засобів для вирішення проблем;
- уміння слідкувати за еволюцією цифрових технологій.

Змістовною з точки зору нашого дослідження є розроблена авторським колективом О.Базелюком, І.Воротніковою, Н.Дементієвською, О.Захар, Н.Морзе, Т.Нанаєвою, О.Пасічник, Л.Черніковою структура цифрової компетентності педагогічного працівника відповідно до Концепції розвитку педагогічної освіти, Європейських рамкових документів про цифрову компетентність – DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use, Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu); звіту, розробленого учасниками проекту Erasmus+ Modernization of Pedagogical Higher Education by Innovative Teaching Instruments (MoPED), яку представлено на рис 1.1 . На сьогодні це єдина представлена у нормативно-правових освітніх документах України структура цифрової компетентності [100].

Розглянемо детальніше компонентну структуру досліджуваної компетентності здобувачів, як середньої, так і вищої освіти, визначені вітчизняними науковцями.

Так, наприклад, науковиця Н.Баловсяк до структури інформаційної компетентності майбутнього спеціаліста відносить наступні компоненти:

- інформаційна компонента (здатність ефективної роботи з повідомленнями у всіх формах їх представлення);
- комп'ютерна або комп'ютерно-технологічна компонента (здатність роботи з сучасними комп'ютерними засобами та програмним забезпеченням);
- процесуально-діяльнісна компонента (здатність застосовувати сучасні засоби інформаційних та комп'ютерних технологій роботи з інформаційними

ресурсами та розв'язування різноманітних задач) [5].



Рис.1.1. Структура цифрової компетентності педагогічного працівника [100]

Вважаємо за доцільне також звернути увагу на складові інформаційно-комунікаційної компетентності учасників освітнього процесу, узагальнені у ході досліджень О. Власій і О. Дудки: «технологічну, дослідницьку, модельну, методологічну та алгоритмічну.

– Технологічна складова передбачає володіння сучасними засобами ІКТ для розв'язування поточних задач у інформаційному суспільстві.

– Алгоритмічна складова передбачає володіння базовими поняттями теорії алгоритмів, базовими алгоритмами і сучасними засобами конструювання алгоритмів; усвідомлення комп'ютера як універсального виконавця алгоритмів і як універсального засобу конструювання алгоритмів; використання сучасних систем розробки програмного забезпечення.

– Модельна складова передбачає володіння базовими поняттями теорії моделей, поняттями комп'ютерного моделювання, усвідомлення комп'ютера як

універсального засобу інформаційного моделювання; використання пакетів комп'ютерного моделювання для різних освітніх галузей та навчальних предметів.

– Дослідницька складова передбачає володіння засобами ІКТ та методами застосувань і наукових досліджень у різних галузях знань; усвідомлення комп'ютера як універсального технічного засобу автоматизації навчальних досліджень; автоматизацію навчальних досліджень загального призначення та за профілем навчання.

– Методологічна компетентність охоплює можливості застосування засобів ІКТ для розв'язування соціально й індивідуально значимих задач сьогодні й у майбутньому; усвідомлення комп'ютера як основи інтелектуального технологічного оточення; методологічні, технологічні, етичні обмеження застосувань ІКТ» [16].

Узагальнюючий вітчизняний досвід О. Мирошниченко у своєму дослідженні подає «структуру цифрової компетентності майбутніх педагогів закладів вищої освіти:

– Інформаційно-пошукова компетентність: динамічна комбінація знань, умінь, навичок викладача, що забезпечує йому у професійній діяльності здатність до пошуку, розуміння, обробки, 18 організації та архівування цифрової інформації, її критичного осмислення та створення навчальних матеріалів з використанням цифрового ресурсу.

– Онлайн-комунікативна компетентність: динамічна комбінація знань, умінь, навичок викладача, що забезпечує йому у професійній діяльності здатність до онлайн-комунікації з колегами та студентами в різних формах, розширюючи можливості студентів та сприяючи формуванню їхньої цифрової компетентності.

– Безпеково-технічна компетентність: динамічна комбінація знань, умінь, навичок викладача, що забезпечує йому здатність до безпечного використання комп'ютера, програмного забезпечення, навчальних комп'ютерних програм у професійній діяльності» [97].

Науковець С. Петренко, розглядаючи інформаційно-цифрову компетентність учня у контексті формування НУШ описує структуру цифрової компетентності.

Складовими компонентами цифрової компетентності, на думку автора, «є:

- інформаційна і медіа грамотність (пошук, опрацювання, зберігання інформації, створення матеріалів з використанням цифрових ресурсів);
- комунікативний компонент (онлайн-комунікації в різноманітних формах: електронна пошта, чати, блоги, соціальні мережі та ін.);
- технічний компонент (ефективне та безпечне використання комп'ютера і ПЗ для вирішення різноманітних задач);
- споживацький компонент (вирішення повсякденних задач, які задовольняють різноманітні потреби)»[128].

Дослідниця Н. Ковчин поділяє схожу думку, структуру цифрової компетентності учня у своїх роботах подає у наступному «вигляді:

- інформаційна і медіа грамотність (опрацювання, пошук, зберігання інформації, розробка матеріалів з використанням цифрових ресурсів);
- комунікативний компонент (онлайн-комунікації в різноманітних формах: соціальні мережі, блоги, чати, електронна пошта, та ін.);
- технічний компонент (використання комп'ютера і ПЗ для розв'язання різноманітних проблем);
- споживацький компонент (розв'язання щоденних проблем)» [64].

Здійснюючи ґрунтовний узагальнюючий аналіз закордонної джерельної бази український науковець О. Наливайко представляє «структуру цифрової компетентності:

- знання й уміння працювати в цифровому середовищі;
- знання операційних і технологічних можливостей техніки, з якою необхідно взаємодіяти;
- уміння взаємодіяти та комунікувати з різними суб'єктами у кіберпросторі;
- уміння шукати й аналізувати інформацію;
- здатність до відповідальної поведінки в процесі створення та розповсюдження цифрового контенту» [110].

Отже, бачимо, що сучасні дослідження визначення структури у багатьох

визначених дослідниками трансформаціях інформаційно-цифрової компетентності (зокрема інформаційної, інформаційно-комунікаційної, цифрової) базуються, головним чином, на структурі, запропонованій європейськими та адаптованими до них вітчизняними Рамками цифрової компетентності.

Діюча навчальна програма з фізики (7 – 9) (2017) наголошує, що у процесі навчання фізики в учнів мають бути сформовані відповідні компетентності, що ґрунтуються на системних фундаментальних знаннях та набутих уміннях, в основі яких лежить розуміння фізичних законів, явищ, процесів тощо. Зміст курсу фізики формується на компетентнісних засадах, відповідно до логіки наукового пізнання та розвитку фізичних знань з урахуванням внутрішньо-наукових та міжпредметних зв'язків, пізнавальних інтересів та інтелектуальних і фізичних можливостей учнів [107].

Взагалі сучасний підхід до вивчення предметів природничої галузі в Українській освіті ставить акцент на формування у учнів предметних та ключових компетентностей, а також наголошує на необхідності практично застосовувати свої знання у розв'язанні життєвих задач. Процес навчання фізики у закладі загальної середньої освіти спрямовується на розвиток особистості учня, становлення його наукового світогляду й відповідного стилю мислення, формування предметної, науково-природничої (як галузевої) та ключових компетентностей [107].

Перед освітянською спільнотою постає завдання: замість механічного запам'ятовування та відтворення фактів важливо навчати учнів аналізувати і вирішувати складні завдання, що вимагають від них критичного мислення та дають поштовх до розкриття творчого потенціалу особистості.

Ці твердження розкрито навчальною програмою з фізики для 7 – 9 класів, що укладена відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, затвердженою наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804, на засадах якої зараз здійснюється освітній процес у системі середньої загальної освіти [107].

Разом з тим авторами програм для 10 – 11 класів зазначено, що фізика, як фундаментальна наука, глибоко вивчає загальні закономірності природи,

включаючи рух та внутрішню структуру матерії. Висновки та досягнення цієї науки лежать в основі концептуального фундаменту сучасної наукової парадигми та визначають напрямок розвитку наукових, технічних та технологічних досягнень. Поняття «сучасний» у науковому вимірі тісно взаємодіє із постійними науковими відкриттями у галузі фізики. Останнім часом теоретична, експериментальна та прикладна фізика стрімко розвиваються, зокрема в контексті розробки інноваційних інформаційних технологій, космічних досліджень та медико-біологічних відкриттів. Це також істотно впливає на військово-промисловий комплекс та енергетичні галузі. З даної перспективи, гуманістичний аспект використання та застосування науково-технічних досягнень стає предметом активного наукового вивчення та рефлексії [108].

Першочерговим стає усвідомлення сутності фізичних процесів, включаючи можливі негативні наслідки при некваліфікованому, некоректному або безвідповідальному використанні наукових і технічних досягнень. Важливість фізичних знань для інженерно-технічних галузей (як цивільних, так і оборонних), економічних, медико-біологічних, природоохоронних і інших галузей підкреслює велике значення гуманістичного, світоглядного та виховного аспекту фізичних знань для фахівців у всіх галузях, включаючи гуманітарні. Безпосередній зв'язок між рівнем технічної грамотності населення і техногенною безпекою та обороноздатністю країни визначає необхідність та рівень вивчення фізики у системі закладів загальної середньої освіти [108].

Проблему компетентнісного навчання фізики ґрунтовно досліджували вітчизняні науковці та освітяни.

Так, авторський колектив підручників та навчальних програм з фізики під керівництвом Т. Засекіної визначають, що «окресливши мету і завдання курсу фізики з позицій компетентнісного підходу, оцінимо його прояв у доборі й формуванні змісту. Якщо розглянути зміст шкільної фізичної освіти з позицій про минуле, сьогодення й майбутнє, то відповідні частки їх співвідносяться як 50:40:10. Якщо розглянути зміст з позицій споживача – що мені потрібно, а що не потрібно, – то більшість учнів основної школи ще не в змозі самостійно робити такі висновки,

і тому опановують той зміст, який закладений авторами програм і підручників, і переданий учителем. Водночас акценти в корисності й значущості знань інтерпретуються по-різному – залежно від рівня методичної майстерності, власного досвіду й світогляду учителів, методистів, авторів підручників, від особистісної здатності до навчання учнів. Якщо розглядати з позиції цікаво-нецікаво, то інтерес учнів до вивчення фізики є діалектичним явищем: з одного боку, він формується в процесі навчання фізики; з іншого – вивчення фізики неможливе без стійкого інтересу. Якщо аналізувати за структурою, то сучасний шкільний курс фізики побудовано за двома логічно завершеними концентри: базовий (однаковий для всіх) – для основної школи і диференційований (світоглядний або профільний) – для старшої школи» [57].

Також автори наголошують, що «головною відмінністю формування змісту фізичної освіти з позицій компетентнісного підходу є його орієнтація на результат навчання: не «що потрібно вивчити», а «для чого це потрібно знати» [57]. Реалізація компетентнісного підходу у формуванні змісту вже закладена в ньому. Це зумовлено особливостями самого навчального матеріалу з фізики, що має унікальний компетентнісний та прогностичний потенціали, оскільки за кожним проявом того або іншого фізичного явища стоїть методологія його вивчення, конкретна специфічна діяльність (історичні потреби і мотивація, зміст і методи досліджень, обмеженість теорій і їх прогностична функція), яка сама стає предметом засвоєння у вигляді системи прийомів і способів пізнавальної діяльності – як універсальних, так і специфічних для фізики» [57].

Деякі дослідники розглядають впровадження компетентнісного підходу в освітньому процесі з фізики з точки зору використання компетентнісно-орієнтованих задач.

Науковиця О. Ліскович розглядає впровадження компетентнісного підходу в освітньому процесі з точки зору використання компетентнісно-орієнтованих задач із фізики. Авторка визначає компетентнісно орієнтовану задачу з фізики «це прикладна задача, пов'язана з реальними ситуаціями навчального, побутового чи суспільного змісту, розв'язання якої потребує практичного застосування фізичних

знань як у стандартних так і нестандартних умовах». З урахуванням сутності компетентнісного підходу та структури компетентності визначає критерії відбору компетентнісно орієнтованих задач, а саме «тісний зв'язок із реальними життєвими ситуаціями різного характеру, об'єктами живої та неживої природи, техніки тощо; практичне застосування знань і навичок із фізики для розв'язання особистісних чи суспільно значущих проблем; міжпредметний, цікавий зміст; особистісна цінність для учня» [82].

У своїх роботах Ю. Мельник розглядає компетентнісно орієнтовані задачі як «уявні моделі певних життєвих ситуацій та виокремлює дидактичні вимоги до їх змісту та способів розв'язування» [82], зокрема, автор зазначає, що «завдання мають бути тісно пов'язані із змістом навчального матеріалу, доповнювати його конкретними прикладами та відомостями, спрямованими на ознайомлення учнів з об'єктивними науковими фактами, методами пізнання природи; потрібно здійснювати дослідження конкретних об'єктів і явищ; інформація, що міститься в умові задачі, а також процес її розв'язування мають ґрунтуватися на засвоєних раніше знаннях і відповідати розумовим здібностям учнів певної вікової групи тощо» [82].

Щодо визначення структури досліджуваної компетентності, зокрема у визначенні інформаційної, цифрової та інформаційно-цифрової, то зупинимося на роботах науковців, які безпосередньо досліджували її в контексті освітнього процесу з фізики.

Так, наприклад, вивчаючи формування інформаційної компетентності учнів у процесі проєктної діяльності на уроках фізики Б. Грудинін викоремлює «три компоненти:

1. Інформаційна компонента (здатність ефективної роботи з повідомленнями у всіх формах їх презентування).

2. Комп'ютерна або комп'ютерно-технологічна компонента (визначає уміння та навички щодо роботи з сучасними комп'ютерними засобами та програмним забезпеченням).

3. Процесуально-діяльнісна компонента (визначає здатність застосовувати

сучасні засоби інформаційних та комп'ютерних технологій до роботи з інформаційними ресурсами та розв'язування різноманітних задач» [26].

Дослідниця О. Трифонова, розглядаючи зарубіжний та вітчизняний досвід формування інформаційно-цифрової компетентності систематизувала та узагальнила її структуру відповідно до навчальних програм з фізики (рис.1.2).



Рис.1.2. Компонентна структура інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики (за О. Трифонову) [179]

Грунтовною вважаємо також дисертаційну роботу О. Ліскович у дослідженні процесу формування інформаційної компетентності учнів засобами ІКТ у процесі викладання розробленого елективного курсу з фізики «Магнітне поле та здоров'я

людини», яка спирається на таку «структуру інформаційної компетентності:

- когнітивний компонент – знання про види та форми представлення інформації, види джерел інформації, способи її кодування;
- діяльнісний компонент – уміння та навички використання засобів і методів обробки та аналізу інформації, сучасних ІКТ в навчальній діяльності; відбір, оцінка, систематизація та узагальнення інформації, представлення інформації в різних формах;
- особистісний компонент – мотивація до використання різних джерел інформації, оцінка інформації з позиції моральних цінностей та етичних норм, рефлексія» [91].

В рамках нашого дослідження найбільш дотичною до визначеної нами теми є робота Г. Сакунової та І. Мороза, у якій розглянуто особливості формування інформаційно-цифрової компетентності учнів фізики в основній школі з урахуванням Концепції НУШ в умовах STEM-освіти.

На думку науковців «інформаційна компетентність забезпечує формування наступних знань, умінь та навичок в учнів:

- 1) оволодіння поняттями, які подаються інформацією;
- 2) широкого використання учнями ІКТ для навчальної діяльності чи в повсякденному житті;
- 3) виокремлення важливих шляхів для розв'язання проблем засобами інформації;
- 4) оволодіння засобами та способами для пошуку, аналізу, синтезу, порівняння, узагальнення та урізноманітнення інформації;
- 5) самоорганізація та самоконтроль власної інформаційної діяльності» [155].

Структурними складовими інформаційної компетентності учнів з фізики, яку автори розглядають через призму STEM-освіти є «інформаційна, комп'ютерна та процесуально-діялісна. Перша компонента показує ефективне оволодіння учнями інформацією в різних формах її відображення, друга – оволодіння вміннями та навичками роботи із комп'ютерною технікою, третя – оволодіння сучасними

засобами ІКТ та використання у навчальній діяльності» [155].

Акцентують увагу на необхідності враховувати використання «STE(A)M-технологій», визначаючи структуру та сферу застосування інформаційно-цифрової компетентності здобувачів освіти під час вивчення природничих наук, вітчизняні дослідники Н. Куриленко, І. Сліпухіна, С. Меньяйлов. За думкою авторів «це поняття включає: інформаційну й медіа грамотність, знання про безпеку роботи в інтернеті та кібербезпеку, уміння створювати цифровий контент, уміння розв'язувати проблеми та навчальні ресурси» [77].

Вивчення фізики у середній та старшій школі станом на 2023-2024 н.р. здійснюється за Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти 2011 року [136]. Відповідно до положень Концепції «Нової української школи» було здійснено розвантаження (2016) та оновлення (2017) навчальної програми з фізики для 7–9 класів [107].

У змісті програм актуалізовано увагу на потенціалі базового курсу фізики щодо формування в учнів ключових компетентностей таких як вміння вчитися, ініціативність і підприємливість, екологічна грамотність і здорове життя, соціальна та громадянська компетентності через розгортання відповідних змістових наскрізних ліній: «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність». Представлені лінії корелюють з ключовими компетентностями, опанування яких, на думку авторів Концепції базової фізичної освіти «забезпечує формування в учнів ціннісних і світоглядних орієнтацій, необхідних для вирішення життєвих задач, які послідовно розкриваються в освітньому процесі та є засобом інтеграції навчального змісту» [69].

Оновлені програми для старшої базової та профільної школи, за якими у 2017–2018 н.р. розпочалося вивчення фізики, вже є орієнтованими на засади Концепції НУШ [142].

У оновлених навчальних програмах на перше місце винесено очікувані результати навчальної діяльності учнів, тобто: які компетентності мають сформуватися у учнів під час навчання.

Кожен із очікуваних результатів навчання містить три компоненти: знанневий, діяльнісний і ціннісний.

Зміст першого компонента «що називає чи пояснює учень», другого – «що вміє, знаходить, обирає», третього – «що оцінює, усвідомлює, які висновки робить», зазначається, що оцінюється лише результат діяльності учнів.

- Значенневий – уміння формулювати й наводити приклади;
- Діяльнісний – здатність розпізнавати, розрізняти, описувати, аналізувати, порівнювати, планувати;
- Ціннісний – уміння усвідомлювати, критично ставитися, оцінювати, обґрунтовувати, робити висновки, висловлювати судження [107 – 108].

У критеріях оцінювання навчальних досягнень, затверджених наказом МОН України від 21.08.2013 № 1222, зазначається, що «складником навчальних досягнень учнів з курсу фізики є не лише оволодіння навчальним матеріалом у межах вимог шкільної програми і здатність їх відтворювати, а й уміння та навички знаходити потрібну інформацію, аналізувати її та застосовувати в стандартних й нестандартних ситуаціях, мати власні ціннісні судження. Вбачається, що за такими критеріями перевіряється сформованість предметної компетентності, а також ключових, зокрема інформаційно-комунікаційної, зміст якої є інтегративним, що забезпечує виконання вимог державного стандарту – внесок кожного предмета у формування зазначеної компетентності» [140].

З огляду на попередні наукові розвідки виокремимо із переліку ключових компетентностей оновленого Держстандарту базової середньої освіти (2020) інформаційно-комунікаційну компетентність як ототожену до інформаційно-цифрової, розглянуту в межах нашого дослідження.

У Держстандарті (2020) наголошується, що цифрові технології є засобом формування інформаційно-комунікаційної компетентності, а її зміст розкривається в «...в умінні школярів користуватися цифровими ресурсами, технологіями та пристроями» [135]. Отже, зазначимо, що у нормативно-правових документах щодо організації освітнього процесу, переважно використовуються два основних терміни – інформаційно-комунікаційна та інформаційно-цифрова компетентності.

Натомість у Концепції НУШ визначається «інформаційно-цифрова компетентність» як «впевнене, а водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні», проте не окресленою залишається її структура. Поняття «інформаційно-комунікаційна компетентність» у документі не зустрічається [142].

Державний стандарт базової середньої освіти (2020) навпаки, не дає означення «інформаційно-цифрова компетентність», проте пояснює термін «інформаційно-комунікаційна компетентність» як такої, «що передбачає впевнене, критичне і відповідальне використання цифрових технологій для власного розвитку і спілкування; здатність безпечно застосовувати інформаційно-комунікаційні засоби в навчанні та інших життєвих ситуаціях, дотримуючись принципів академічної доброчесності». Структура представленої компетентності не визначена [135].

Проаналізувавши навчальні програми з фізики відзначимо певні особливості: визначення поняття «інформаційно-комунікаційна компетентність», а також «інформаційно-цифрова компетентність» у документі не зустрічається, проте наголошено «фізика разом з іншими предметами робить свій внесок у формування ключових компетентностей. Цей внесок розкрито через компетентнісний потенціал навчального предмета» [107 – 108].

Структуру «інформаційно-цифрової компетентності», як однієї із ключових, представлено авторськими колективами програм [107, 146] у вигляді компонентів, наведених у таблиці 1.1.

У навчальній програмі інтегрованого курсу «Природничі науки. Минуле, сучасне та можливе майбутнє людства і біосфери, 10-11 клас» для закладів загальної середньої освіти (авторський колектив під керівництвом Д. Шабанова відповідно до реалізації завдань Концепції НУШ, зазначається, що «інформаційно-цифрова компетентність формується через створення, аналіз та застосування комп'ютерних моделей, використання та аналіз достовірності різних цифрових джерел інформації» [146].

**Структура інформаційно-цифрової компетентності з фізики за
навчальними програмами**

Програма	Уміння:	Ставлення:	Навчальні ресурси:
Фізика. Навчальна програма для 7-9 класів закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом О. Ляшенка) 2017 р.	визначати можливі джерела інформації, відбирати необхідну інформацію, оцінювати, аналізувати, перекодовувати інформацію; використовувати сучасні пристрої для отримання, опрацювання, збереження, передачі та представлення інформації; використовувати сучасні цифрові технології і пристрої для вивчення фізичних явищ, для обробки результатів експериментів, моделювання фізичних явищ і процесів; дотримуватися правил безпеки в мережах та мережевого етикету.	ціннісні орієнтири володінні навичками роботи з інформацією, сучасною цифровою технікою; дотримання авторського права, етично-моральних принципів поведінки з інформацією.	освітні цифрові ресурси, навчальні посібники
Фізика. Навчальна програма для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом В. Локтева, 2017 р.)	використовувати інформаційно-комунікаційні системи для швидкого та цілеспрямованого пошуку та обміну інформацією; працювати з інформацією: аналізувати, відбирати потрібну, оцінювати, узагальнювати, створювати нову інформацію тощо; створювати інформаційні продукти фізико-технічного змісту; при потребі користуватися сучасними інформаційно-комунікаційними пристроями як засобами вимірювання; при потребі працювати з цифровим обладнанням віртуальних лабораторій; використовувати комп'ютерні моделі фізичних процесів та явищ;	дотримуватись принципів доброчесності щодо забезпечення авторських прав на отриману та використану інформацію; критично сприймати інформацію, що надходить з різноманітних інформаційних ресурсів;	електронні та інформаційні ресурси, цифрові лабораторії

Продовження Табл. 1.1

<p>Фізика і астрономія. Навчальна програма для 10- 11 класів закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом О. Ляшенка) 2017</p>	<p>використовувати інформаційні системи для швидкого та цілеспрямованого пошуку інформації; визначати можливі джерела інформації, відбирати необхідну інформацію, оцінювати, аналізувати, перекодовувати інформацію; користуватися сучасними гаджетами як інструментальними та вимірювальними засобами; працювати з віртуальними лабораторіями, програмами-симуляторами; створювати та досліджувати моделі фізичних і астрономічних явищ.</p>	<p>дотримуватися етичних норм під час роботи з інформаційними ресурсами.</p>	<p>електронні освітні ресурси та віртуальні лабораторії</p>
<p>Природничі науки. 10-11 клас. Інтегрований курс для закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом Т. Засекіної)</p>	<p>використовувати сучасні цифрові технології і пристрої для спостереження за доквіллям, явищами природи і процесами; створювати інформаційні продукти (мультимедійна презентація тощо) природничого спрямування; шукати, обробляти і зберігати інформацію природничого характеру, критично оцінюючи її.</p>	<p>дотримання авторського права, етичних принципів поведінки з інформацією; усвідомлення необхідності екологічних методів та засобів утилізації цифрових пристроїв.</p>	<p>Інтернет, гаджети</p>
<p>Природничі науки. 10-11 клас. Інтегрований курс для закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом І. Дьоміної)</p>	<p>використовувати сучасну техніку для пошуку інформації, її оброблення, збереження і передавання; створювати медійні продукти наукового та науково-популярного профілю</p>	<p>критично оцінювати наукову та науково-популярну інформацію з різних джерел; дотримуватись авторського права, етичних принципів поведінки з інформацією.</p>	<p>електронні освітні ресурси; віртуальні лабораторії та атласи</p>

Доповненням до авторських програм є підручники, аналізуючи які зазначимо, що оскільки навчання фізики здійснюється на компетентнісних засадах, то і методичний апарат підручників орієнтований на формування ключових та

предметних компетентностей учнів [189]. Згідно з авторськими концепціями колективів у підручниках втілено спробу реалізувати компетентнісний та діяльнісний підходи через побудову методичного апарату, диференційовану систему вправ, різноманітність завдань та вправ для самостійної роботи учнів, домашній фізичний експеримент, навчальні проекти, лабораторний практикум та практикум із розв'язування задач. З цією метою до підручника включено компетентнісно орієнтовані завдання, розв'язання яких передбачає використання набутих учнями знань та умінь із фізики у реальному житті [189].

Таким чином, узагальнивши вищезазначені наукові пошуки вітчизняних та закордонних дослідників, аналіз освітніх документів, зокрема Рамок Цифрової компетентності, Держстандартів початкової (2018) базової і повної загальної середньої освіти (2011), базової середньої (2020), Концепції НУШ (2016), Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (2020) та оновлених навчальних програм з фізики для (7-9) та (10-11) класів (2017), огляду структури підручників з фізики, сформулюємо власне бачення сутності, змісту та структури інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Під *інформаційно-цифровою компетентністю учнів з фізики* в ході нашого дослідження будемо розуміти здатність ефективно використовувати комплекс інформаційних та цифрових ресурсів для отримання, осмислення та практичного застосування знань у вивченні фізики.

Структура інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти складається з трьох компонентів.

Когнітивний компонент, що включає в себе інформаційну грамотність: ефективний пошук та критична оцінка інформації, обробка числових даних, використання статистичних методів для аналізу та інтерпретації даних; впевнене використання цифрових ресурсів: здатність до застосування цифрових інструментів для кращого розуміння фізичних концепцій; цифрове моделювання: обізнаність у створенні та використанні цифрових моделей для візуалізації та дослідження фізичних явищ, у основах програмування.

Когнітивний компонент інформаційно-цифрової компетентності, головним чином, пов'язуємо із забезпеченням ознайомлення та опанування можливостей цифрових освітніх ресурсів для розуміння фізичних концепцій в умовах STREAM.

Діяльнісний компонент, що реалізується у віртуальних STREAM-лабораторіях: використання віртуальних лабораторій та симуляцій для проведення експериментів у рамках дослідження фізичних концепцій; STREAM-проекти: участь у колективних/індивідуальних STREAM-проектах, що включають постановку проблеми, аналіз даних, розв'язання задач, в тому числі в середовищах програмування, та передбачають представлення результатів.

Діяльнісний компонент інформаційно-цифрової компетентності, головним чином, пов'язуємо із забезпеченням реалізації експериментальних досліджень у віртуальному STREAM-орієнтованому просторі.

Ціннісно-мотиваційний компонент відображається у популяризації та імплементації фізичних концепцій: практичне застосування фізичних концепцій відповідно до викликів сьогодення та їх використання в умовах STREAM на засадах партнерства та взаємодії; позитивній мотивації: формування внутрішньої мотивації та активізація учнів до свідомого використання цифрових освітніх ресурсів, та застосування їх для вивчення фізики і розв'язання конкретних життєвих ситуацій, а також усвідомлення засад мережевої етики та кібербезпеки.

Ціннісно-мотиваційний компонент інформаційно-цифрової компетентності, головним чином, пов'язуємо із забезпеченням вмотивованості до застосування цифрових освітніх ресурсів в освітньому процесі з фізики, зокрема в контексті впровадження STREAM. Схематично структуру інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики (в контексті впровадження STREAM-освіти) подано на рис. 1.3.

Отже, аналізуючи нормативно-правову базу, чисельний педагогічний досвід та результати наукових пошуків закордонних і вітчизняних вчених з приводу визначення сутності, змісту та структури інформаційно-цифрової компетентності, можна зробити висновок, що питання в контексті освітнього процесу у ЗЗСО, в тому числі і з фізики, було предметом ґрунтовних досліджень.

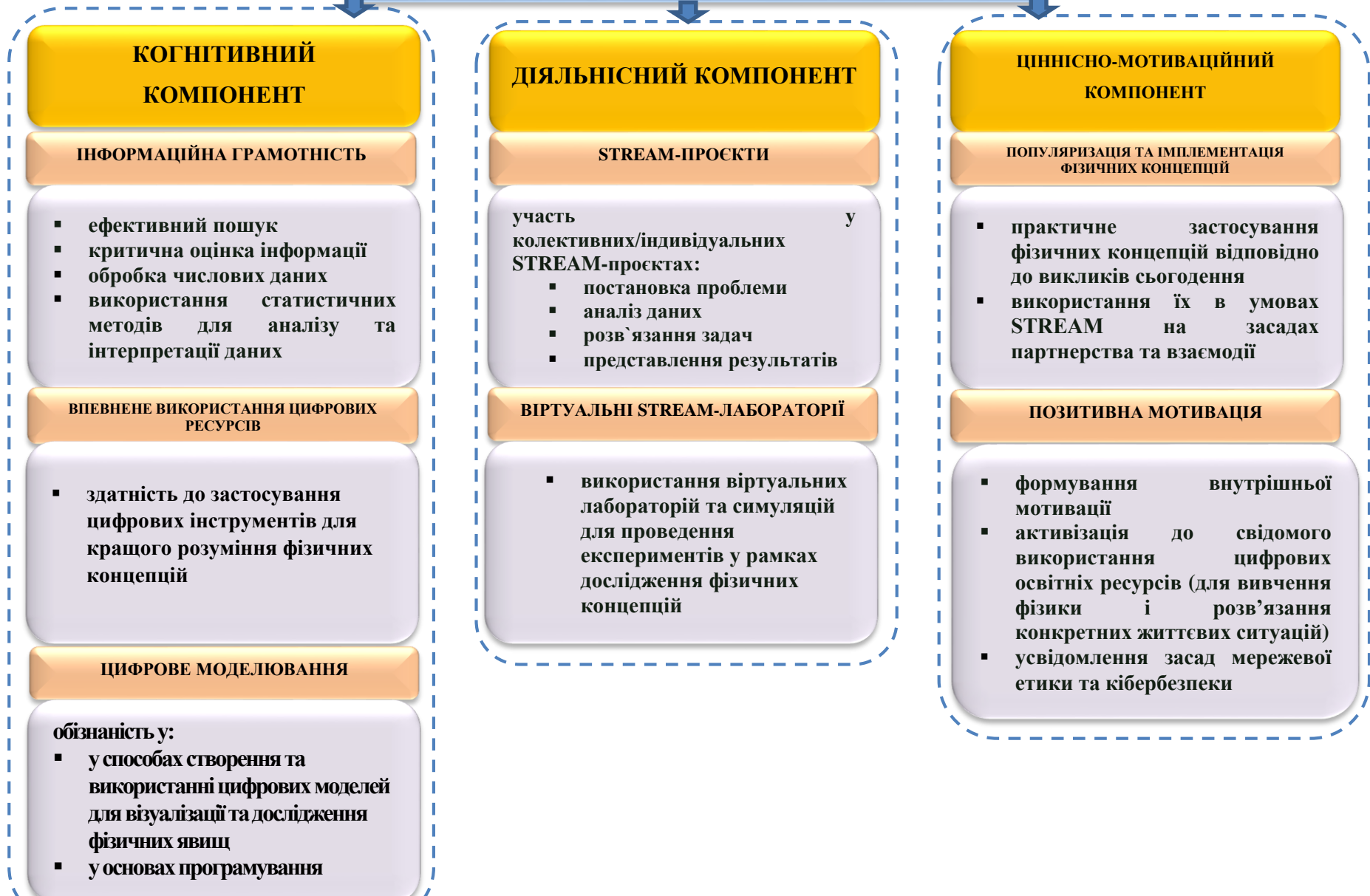


Рис.1.3. Структура інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики (в контексті впровадження STREAM-освіти)

Разом з тим, сучасна стрімка цифрова трансформація освіти, оновлення її змісту, зокрема впровадженням Концепції природничо-математичної (STEM-освіти) [143] та імплементацією пілотного міжгалузевого інтегрованого курсу STEM для 5-6 класів з 2021 р. [99], дала змогу уточнити структуру компетентностей, зокрема інформаційно-цифрової, спираючись на Концепцію НУШ [142] та оновлені Держстандарти початкової [137], базової середньої освіти [135]. Також принцип інтеграції покладено і у проєкт нового Держстандарту профільної середньої освіти (2023), який передбачатиме два спрямування здобуття освіти випускниками 9 класів НУШ – академічне та професійне [29].

Вбачаємо, що уточнення компонентної структури інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики, розробленої на основі засад STREAM, що активно впроваджуються у освітній процес ЗЗСО України, дає можливість окреслити, на нашу думку, ефективні педагогічні умови для її формування.

Для цього визначимо попередній стан сформованості досліджуваної компетентності у учнів експериментальної бази нашого дослідження.

1.3. Аналіз сучасного розвитку STREAM-освіти в Україні та світі

Стрімкий розвиток науки та технологій у світі XXI століття безумовно задає основний вектор загального прогресу людства. Сучасна світова спільнота перебуває у процесі трансформацій, які виникають внаслідок всесвітньої економічної, політичної та культурної інтеграції й уніфікації. Результатами цих змін є міжнародний розподіл праці, глобальна міграція капіталу, людських та виробничих ресурсів, стандартизація законодавства, економічних та технічних процесів. Всі ці глобальні соціально-економічні трансформації з'являються завдяки швидкому розвитку високоефективних нано- та біотехнологій, створенню нових джерел енергії і інформаційних мереж [132].

Американські вчені М. Росо та W. Bainbridge цей феномен описують як NBIC S-конвергенцію технологій (акронім для позначення синергетичної комбінації

чотирьох великих галузей: N – нано; B – біо; I – інфо; C – когно). Згідно з матеріалами їх досліджень, ключовими технологіями та продуктами найближчого майбутнього, що визначають інноваційні галузі та пов'язані з ними професії, вважаються геоінженерія, інтелектуальні енергетичні системи, синтетична біологія, індивідуальна геноміка, біоінтерфейси, сонячна енергетика, ноотропні препарати, нові енергоємні батареї, стовбурові клітини, біопаливо, клонування, робототехніка, низькоорбітальні польоти, мемристори, мобільні мережі та засоби зв'язку, батареї, що заряджаються від атмосфери, розумні навігаційні системи, штучний інтелект тощо [228].

До пріоритетних технологічних завдань XXI століття відносять:

- розв'язання екологічних проблем;
- оволодіння технологією термоядерного синтезу та розбудову альтернативної енергетики;
- поліпшення інфраструктури міст;
- використання нових інформаційних технологій у медицині;
- розвиток технології віртуальної реальності тощо. [132, с.5]

Соціологічні дослідження вказують на наявність протиріччя між зростаючим попитом на фахівців у високотехнологічних галузях, які мають компетенції для інтегрованої науково-інженерної діяльності в рамках NBIC S-конвергенції технологій, та спадом зацікавленості учнів у вивченні предметів природничої галузі. Оперативне та результативне вирішення цього протиріччя є критично важливим фактором для інноваційності економік розвинених країн. Це, очевидно, вимагає кардинального перегляду існуючих моделей освіти, навчальних програм та методів організації навчання, які іноді відстають на кілька десятиліть від вимог світового ринку праці [228].

Так, через нестачу кваліфікованих фахівців у сфері технологій, у 2001 р. в США виникає принципово нове поняття STEM. Це акронім, який означає педагогічний інтегрований процес формування і розвитку творчих якостей молоді, необхідний для конкурентної спроможності на сучасному ринку праці. Технологія, яка зміцнює зв'язки між наукою, творчістю, підприємницькою та інноваційною

діяльністю у тісній взаємодії з вивченням природничо-математичних наук. У багатьох технологічно розвинених країнах, наприклад, Австралії, Великобританії, Ізраїлі, Сінгапурі і США сьогодні активно реалізують державні програми в галузі розвитку і популяризації STEM-освіти [228].

Попри відносно невеликий досвід впровадження STEM-галузі в освітній простір України, що розпочався з 2015 року Міністерством освіти та науки України, Інститутом модернізації змісту освіти спільно з представництвом компанії Intel [228] та закріпився у 2020 р. із затвердженням Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) та вже ухваленим планом заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, ґрунтовним дослідженням питань закордонного досвіду впровадження STEM-освіти присвячено наукові пошуки багатьох українських учених, зокрема вивчали досвід США та Європи.

Так дослідниці О. Коваленко, О. Сапрунова [63], які у своїй роботі посилаються на досвід закордонних авторів (P. Drucker, M. John, R. Florida, G. Harpham, C. Kerr, A. Nicolas, J. Schwab, J. Tarnoff та ін), на основі проведеного дослідження обґрунтували переваги та окреслили шляхи впровадження STEM-освіти з початкової школи.

Ґрунтовним вбачаємо дослідження С. Бабійчук, яка проаналізувала роботи авторів, які присвятили свої праці STEM-освіті США (H. Fleischman, [210], F. Hess, A. Kelly, O Meeks [213]) з метою визначення засад успішної імплементації його в українську школу [4].

Роботи дослідниці Н. Валько присвячені STEM-освіті вчителів у країнах Сходу та Австралії [14]. Авторка зазначає, що «хоча кожна країна по-своєму визначає набір STEM-предметів та їх поєднання, переважно за основу беруть математику, науку (фізику, біологію, хімію) та ІКТ (цифрові технології)» [14].

Науковці А. Юрченко, К. Юрченко, В. Прошкін, О. Семеніхіна, у роботі, присвяченій аналізу світових практик STEM-освіти, окреслюють перспективи його впровадження в Україні [243].

У своїй результатах дослідження теоретичних аспектів і освітніх практик

STEM С. Доценко описує досвід Німеччини. Авторка зазначає, що Німеччина, «як країна, що вперше оголосила світу про еру четвертої промислової революції, робить багато для реалізації STEM-технологій у закладах освіти» [50]. Акронім для STEM, поширений у Німеччині – MINT (математика, інформатика, природничі науки та техніка). У країні існує MINT-портал, де презентовано стратегічні вектори розвитку: дігитальна трансформація шкіл, цифрові компетентності молоді, MINT для дівчат, MINT-техніка [50].

З опрацьованих наукових розвідок вищезазначених вчених зазначимо, що однією з провідних країн у вивченні питання про підготовку молоді до успішної самореалізації та вибору майбутньої кар'єри є Сполучені Штати Америки.

Наприклад, для вирішення цієї проблеми та сприяння впровадженню новітніх технологій в освіту Департамент освіти штату Огайо у 2007 році запропонував свій підхід до класифікації вмінь для XXI століття під назвою «Партнерство для навчання в XXI столітті» (Partnership for 21st Century Learning) – P21 [225]. Цей проєкт, який був започаткований Департаментом освіти США ще у 2002 році, визначив вміння, якими повинні керуватися школи в наш час. Основною ідеєю документу, який виступає своєрідним зв'язком між державою, бізнесом, освітою та промисловістю, є розробка концепції «м'яких» навичок (soft skills). Це положення вказує на готовність до розв'язання складних практичних завдань, критичного мислення, творчості, опанування навичкам роботи в команді, розвитку емоційного інтелекту, вміння аналізувати проблеми та приймати рішення, ефективної співпраці, уміння домовлятися та когнітивної гнучкості.

Українські дослідники О. Стрижак, І. Сліпухіна Н. Поліхун і І. Чернецький відзначають «Світова освітня практика нині демонструє ефективність, дієвість і практичну придатність STEM-підходу у формуванні компетентностей і навичок, визначених P21 та іншими нормативними документами. Його відмінність від традиційних освітніх моделей, у фокусуванні на повсякденному житті, реальних задачах, розв'язання яких потребує комплексного наукового й інженерного мислення» [171].

Наукова та педагогічна спільнота давно говорять про необхідність поєднання наук у школі та акцентують увагу на їхній практичній спрямованості, це підтверджено результатами тестів PISA (англ. Programme for International Student Assessment – тест, що оцінює функціональну грамотність школярів у різних країнах світу та вміння застосовувати знання на практиці) та успішним досвідом Фінляндії [22].

У Фінляндії вважають, що якщо випускник школи володітиме актуальними практичними знаннями, враховуючи сучасні комп'ютерні технології та вміння шукати інформацію, це призведе до користі як для самої особи, так і для держави. З цією метою розпочато експеримент із впровадженням вивчення не окремих наук, а професійних курсів, які прямо пов'язані з реальним життям, їх молодь буде вивчати з 15 років [181].

За словами національного консультанта з STEM-навчання J. Gerlach «ми живемо у світі, який не розбитий на дисципліни (маються на увазі предмети): це світ включає в себе прояви кількох областей досліджень (науки) фактично акумульованих через обставини повсякденного життя. Більшість американців не зупиняються о 9:30 ранку, щоб займатися математикою, і щоб потім о 10:45 переключитися на соціальні дослідження» [181].

STEM (S – science, T – technology – E-engineering – M-mathematics – це акронім STEM вживається для позначення популярного напрямку в освіті, що охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics). Це напрям в освіті, у якому в навчальних програмах посилюється природничо-науковий компонент + інноваційні технології [239].

У глосарії ІМЗО визначено «STEM-освіта – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять» [239].

Аналізуючи роботу О. Кузьменко, присвячену сутності та напрямку розвитку STEM-освіти можемо також погодитися, що швидкоплинні зміни в технологіях

призводять до того, що найбільш популярними професіями на планеті у найближчому майбутньому стануть програмісти, ІТ-фахівці, інженери та інші експерти у сфері високих технологій. А в найвіддаленішому майбутньому з'являться професії, які важко уявити наразі, і всі вони будуть пов'язані з технологіями та високотехнологічним виробництвом, особливо у площині з природничими науками. Фахівці в області біо- та нанотехнологій стають затребуваними на ринку праці. Постає питання як готувати таких фахівців в умовах сучасної освіти, адже навчання постає не просто процесом передачі знань від вчителя до учнів, а засобом розширювати свідомість і змінювати реальність [76].

У своїй роботі С. Дячок пише про те, що учителі літератури та мистецтва теж можуть привернути увагу до природничо-математичних наук, посилаючись на німецького вченого А. Pringsheim, який зауважив: «В істинному математику завжди є щось від художника, архітектора і навіть поета» [52, с. 62].

Як бачимо, цілком логічним став процес збагачення природничо-математичної освіти компонентом мистецтва, такий методологічно розширений напрям STEM-освіти отримав назву STEAM.

Аналізуючи закордонний досвід українські науковці С. Подлесний, О. Тарасов зазначають, що Національний науковий фонд (NSF) і Національний фонд мистецтв (NEA) в США після двостороннього обговорення прийшли до думки, що додавання лише компоненти мистецтва (А – Art) до STEM є недостатнім. Науковці наголосили, що також слід додати навички мислення, втілені в читанні і письмі (в англ. мові Reading and wRiting), тому STEAM трансформується в STREAM [131, с.125].

STREAM (Science, Technology, Reading+wRiting Engineering, Arts, and Mathematics – природничі науки, технологія, читання + письмо, інжиніринг, мистецтво, математика). Узагальнимо та візуалізуємо трансформацію STEM на рис. 1.4.

Дослідження відкритих джерел виявило відсутність єдиної стратегії у світовому освітньому просторі для узагальнення та систематизації засад STEM-освіти. В них акцентується увага на розробці та впровадженні різноманітних

національних ініціатив, спрямованих на вирішення освітніх та економічних проблем, зокрема проблеми зниження інтересу до вивчення STEM-предметів.

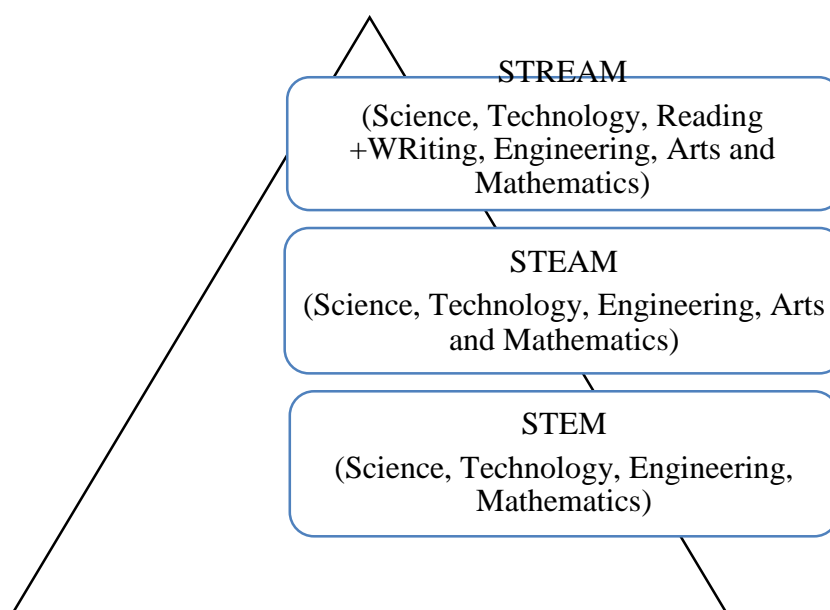


Рис. 1.4. Трансформація STEM-освіти

Незважаючи на ці труднощі, державні програми провідних країн активно сприяють підвищенню мотивації для вивчення STEM-галузі та навчанню конкурентоспроможних фахівців у галузі високих технологій. Такі ініціативи, як бачимо із аналізу робіт науковців, успішно впроваджуються в країнах, таких як США, Австралія, Великобританія, Ізраїль, Фінляндія, Сінгапур та ін.

Отже, підготовка спеціалістів у сфері високих технологій базується на STEM-орієнтованій освіті.

Так, наприклад, запущена у 2002 році програма «Перетворення Сінгапуру», спрямована на те, щоб перетворити це місто-державу в світовий центр креативності, інновацій та дизайну [239].

Українська науковиця В. Гуменюк у своїх дослідженнях засвідчує, що уряд Сінгапуру активно перепрофілює систему освіти, спрямовуючи її на підтримку розвитку креативних якостей молоді. Одним з методів цього процесу є виведення молодих, орієнтованих на новаторське мислення талантів, в різні державні структури, які відповідають за економічну політику. Впровадження STEM-освіти

за очікуваннями повинно змінити економіку країни, роблячи її більш інноваційною та конкурентоспроможною [215].

Зараз Сінгапур має значні економічні досягнення, а його система освіти залишається дуже перспективною. Провідні ініціативи, такі як введення двомовності з англійською (окрім рідної мови) та акцент на науці, технологіях, інженерії та математиці (STEM), відображають ключові стратегії в галузі освіти, які визнаються сучасними світовими політиками [239].

За певними даними, залучення всього 1% населення до STEM-професій може підняти ВВП країни на \$50 млрд. Потреби в STEM-фахівцях зростають у 2 рази швидше, ніж в інших сферах, оскільки STEM сприяє розвитку дослідницьких, аналітичних, експериментальних здібностей та навичок критичного мислення [239].

Можна узагальнити роботи В. Пікалової [130] та С. Доценко [50] з приводу вивчення досвіду Фінляндії, що у 2013 році в Фінляндії був відкритий LUMA-центр – головна організація для всіх фінських LUMA-центрів, відкритих на базі університетів. Аббревіатура LUMA означає інтеграцію природничо-наукових напрямів і математики, тобто є прототипом STEM. Національний науковий освітній центр LUMA взаємодіє із школами, університетами та підприємствами, координуючи їх діяльність. LUMA є центром, який забезпечує ресурсами навчально-методичні матеріали в галузі STEM для науково-технічних закладів, де вони використовуються як для школярів, так і на курсах підвищення кваліфікації для вчителів Фінляндії. Діяльність центрів LUMA включає науково-технічні клуби, табори, тематичні дні і курси для дітей та молоді в області STEAM.

Науковці Н. Олефіренко, В. Андрієвська, В. Носова у своєму дослідженні зазначають, що актуальність STEM-освіти в США ґрунтується тим, що кожні 5 років затверджується нова Національна Стратегія розвитку STEM-освіти. У документі [115], оприлюдненому у грудні 2018 року, описана федеральна стратегія, яка має на меті забезпечити всім американцям позитивний доступ до високоякісної STEM-освіти і перетворити Сполучені Штати в світового лідера в галузі STEM-грамотності, інновацій та зайнятості [203].

У Стратегії визначено наступні цілі впровадження STEM-освіти:

- створення міцних засад для формування STEM грамотності шляхом забезпечення кожного громадянина можливостями оволодіння основними поняттями STEM, включаючи – обчислювальними уміннями, цифровою грамотністю, математикою;
- збільшення різноманітності, рівності та залученості учнів до STEM, забезпечення усіх громадян (особливо тих категорій, які історично не мали можливість отримувати якісну освіту і роботу) доступом до високоякісної STEM освіти протягом усього життя;
- підготовка учнів до тих професій, що будуть у майбутньому – це матиме важливе значення для підтримки ключових секторів економіки та сприяє науковим відкриттям та створенню технологій майбутнього [203].

У Стратегії окреслені конкретні шляхи для досягнення визначених цілей. Ці напрямки включають розвиток та розширення партнерства для створення нових або посилення існуючих зв'язків між освітніми закладами та різноманітними організаціями; залучення учнів із різними інтересами, досвідом і рівнем розуміння до спільної роботи над проєктами, що робить навчання значущим і надихаючим; підвищення рівня комп'ютерної грамотності через впровадження STEM-освіти, що вимагає вміння використовувати цифрові пристрої; забезпечення систематичної перевірки ефективності окремих аспектів програми, проведення моніторингових заходів та публікацію відповідних звітів [203].

Також цікавим є те, що Департамент енергетики США виступає одним із організаторів STEM-освіти та реалізує програму «STEM-rising». Ця програма пропонує використовувати готові розробки різноманітних проєктів, спрямованих на всебічний розвиток вихованців дитячих садків, школярів 1-12 класів, студентів коледжів, вчителів і всіх інших працівників освіти, які зацікавлені в STEM-напрямку [203].

Департамент співпрацює з національними лабораторіями, які проводять активну просвітницьку роботу, надають можливість здійснювати реальні наукові дослідження, експериментувати, доповідати про власні результати й надавати

реальні консультаційні послуги [203].

У США з 2007 року проведення щорічних «Інженерних тижнів» приурочено до дня народження Джорджа Вашингтона (22 лютого). В ініціативі беруть участь учні тисяч американських шкіл, а також наукові та культурні установи. Аналогічні «Інженерні тижні» проводяться в школах Великої Британії та Ірландії. STEM-освіта є потужною складовою освітніх програм багатьох країн [60].

Значну підтримку STEM-освіті надає також Національне управління з аеронавтики та дослідження космічного простору (NASA), фахівцями представлений перелік проєктів, які можна виконати кожному, хто зацікавлений наукою [235].

Також цікавим є досвід Австралії, яка у 2015 році прийняла Національну Стратегію розвитку STEM-освіти у школах на 2016-2026 рр. (National STEM School Education Strategy) [206].

Дослідниця С. Доценко зазначає «у стратегії визначено п'ять основних завдань: 1) підвищення здібностей, зацікавленості та залучення школярів до STEM; 2) розширення потенціалу вчителів і підвищення якості викладання STEM-предметів; 3) підтримка можливостей отримання STEM-освіти в школах; 4) сприяння ефективним партнерським зв'язкам із вузами, бізнесом та промисловістю; 5) створення міцної бази даних» [206].

У своїх дослідженнях Г. Сакунова та І. Мороз узагальнюють, що європейські країни мають значний успіх у створенні і реалізації національних програм і стратегій у напрямку STEM, а також підтримують створення міжнародних програм у цій галузі, виокремлюють наступні:

1) «In Genious» (2011 – 2014): Австрія, Чехія, Естонія, Німеччина, Фінляндія та ін. – цей проєкт спрямований на створення освітньої області з інноваційних практик;

2) «MASCIL» (2013 – 2016): Австрія, Болгарія, Кіпр, Нідерланди, Іспанія, Англія, Литва та ін. – проєкт для підтримки вчителів у вигляді створення навчальних курсів із різноманітним навчальним матеріалом;

3) «ER4STEM»: Англія, Болгарія, Австрія, Мальта, Греція – створення

програми, яка дозволяє дітям вивчати різні напрямки STEM і навчальної робототехніки, а також – розв’язувати задачі з підвищеною складністю тощо» [156].

Із зазначеного вище можемо зробити висновок про те, що провідні країни активно пропагують імплементацію STEM в освіту з метою, в першу чергу, вмотивувати учнів (можливо, що одним із шляхів є трансформація у STREAM) до опанування галузей науки, технологій, математики, інженерії, щоб в результаті отримати конкурентоспроможних фахівців, які зможуть розвивати економіку своєї держави, підтримувати її імідж на світовому ринку. Безперечними лідерами у кількості реалізованих програм вбачаємо Сінгапур, США, Фінляндію.

Впровадження і розвиток STEM-освіти в нашій країні наразі регламентується нормативно-правовими документами: Законами України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інноваційну діяльність»; Державним стандартом початкової освіти, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 21 лютого 2018 р. № 87 (у редакції постанови Кабінету Міністрів України від 24 липня 2019 р. № 688); Державним стандартом базової середньої освіти, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898; Концепцією реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 року № 988-р; Концепцією розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05 серпня 2020 року № 960-р та плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 січня 2021 року № 131-р; Концепцією розвитку цифрових компетентностей, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 03 березня 2021 року № 167-р та плану заходів з реалізації Концепції розвитку цифрових компетентностей, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 03 березня 2021 року № 167-р; планом заходів щодо популяризації природничих наук та

математики до 2025 року, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2021 року № 320-р; Положенням про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 07 листопада 2000 року № 522, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 26 грудня 2000 року за № 946/5167 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 30 листопада 2012 року № 1352); Наказом Міністерства освіти і науки України від 16.10.2019 № 1303 «Про затвердження Стандарту спеціалізованої освіти наукового спрямування»; Наказом Міністерства освіти і науки України від 29. 04. 2020 № 574 «Про затвердження Типовим переліком засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій» та інших законодавчих актів; Наказом Міністерства освіти і науки України від 20.09.2021 № 999 «Про реалізацію інноваційного освітнього проекту «Я – дослідник 2.0 (дидактична система природничо-математичної початкової освіти)» на вересень 2021 – листопад 2024 роки»; Наказом Міністерства освіти і науки України від 10.08.2022 № 741 «Про реалізацію інноваційного освітнього проекту за темою «Організаційні та науково-методичні умови створення STEM-центрів» у червні 2022 – травні 2027 років»; Наказом Міністерства освіти і науки України від 31.01.2023 № 103 «Про розширення бази інноваційного освітнього проекту за темою «Організаційні та науково-методичні умови створення STEM-центрів» у червні 2022 – травні 2027 років».

Вищезазначені документи спрямовані на розвиток, поширення, вивчення, впровадження й удосконалення означеного напрямку у всіх сферах освітнього процесу нашої держави. Тобто, розвиток STEM-освіти забезпечений на початковому, базовому, профільному, вищому/професійному рівнях освіти [239].

Зазначимо, що наразі існує затверджена програма формування культури інженерного мислення «STREAM – освіта, або Стежинки у Всесвіт» авторського колективу під керівництвом К. Крутій, розробники якої зазначають, що «відповідно до мети всі завдання програми розділено за освітніми напрямками, що відповідають новій редакції Базового компоненту дошкільної освіти» [117].

Важливо, що STEM-напрямок став однією із основних цілей Нової української

школи, у якій зазначається, що STEM-освіта створює основу для успішної самореалізації сучасної особистості і як фахівця, і як громадянина [142].

«25 STEM-центрів та мережа STEM-лабораторій» визначені Програмою великої трансформації «Освіта 4.0: український світанок», як один із кроків цифрової трансформації освіти і науки, автори вбачають, що «за достатнього фінансування та ефективного втілення вона має перетворити Україну на передовий освітньо-науковий хаб Євросоюзу» [105].

У вересні 2022 року впровадження розпочалося на рівні базової середньої освіти з урахуванням Плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року [137]. Модельні навчальні програми стали основою для розроблення нової навчальної та навчально-методичної літератури для 5 – 6 класів закладів загальної середньої освіти НУШ, зокрема за напрямками STEM-освіти.

За сприяння Інституту педагогіки НАПН України концептуальні засади STEM-освіти були враховані при створенні цілісної системи навчання в 5 – 6 класах НУШ, в яких узгоджено зміст 20 предметних модельних навчальних програм, навчально-методичне забезпечення, діяльнісний й прикладний характер навчання, зорієнтований на результат [29].

З огляду на попередні наукові розвідки зазначаємо, що обраний нами напрямок STREAM не випадковий. Він є ширшим, ніж базовий, затверджений на законодавчому рівні STEM, а також відомий в Україні STEAM, тому згадувані у тексті дисертації зовнішні посилання на STEM і STREM будемо вважати прийнятними в рамках нашого дослідження.

Навчальні програми STEM-освіти спрямовані на задоволення попиту на наукомістку освіту, формування актуальних на ринку праці компетентностей, у тому числі науково-дослідницьких навичок, готовності до інженерної діяльності, розвиток винахідництва, підприємництва, ранньої професійної самовизначеності, популяризацію науково-технічних та інженерних професій [143].

Провідний принцип інтеграції у STREAM-освіті передбачає також взаємодію ЗЗСО із зовнішніми учасниками, такими, як ЗВО, академічні наукові установи,

науково-дослідні лабораторії, наукові музеї, природничі центри, підприємства, бізнес-структури, громадські та інші організації, поєднання формальної та неформальної освіти [143].

В системі загальної середньої освіти виокремлюються 3 етапи реалізації напрямку STREAM через певну інтеграцію традиційних навчальних предметів: математики, фізики, хімії, біології, географії, астрономії, технологій на кожному з етапів навчання [143].

Перед початковою школою постає завдання стимулювання допитливості, підтримки інтересу до навчання і пошуку знань, мотивації до самостійних наукових пошуків, створення простих приладів. Реалізується в контексті навчальних екскурсів, днів науки, творчості, винахідництва, впровадження проєктного навчання, в результаті якого буде здійснюватися формування навичок дослідницької діяльності, закладення основ обізнаності у STREAM-галузях і професіях [239].

У середньої школи в контексті STREAM основне завдання – викликати у дитини стійку цікавість до природничо-математичних наук, дати сукупність практично важливих знань, необхідних для подальшого життя людини у техносфері, глибокого розуміння екології і природи в цілому. Залучення до дослідництва, винахідництва, проведення інтегрованих уроків, тематичних тижнів, навчальних практик, реалізація міждисциплінарних проєктів, участь у спеціалізованих гуртках, конкурсах, фестивалях, що дозволить збільшити відсоток тих, хто стане талановитим ученим, дослідником [239].

Старша школа сприяє свідомому вибору подальшої освіти STEM-STREM-STREAM профілю, поглибленій підготовці з груп предметів STREAM за рахунок профільного навчання, а також поступовому засвоєнню наукової методології [239].

Для повноцінної реалізації такого підходу розпочався етап обладнання STEM-лабораторій. Згідно із затвердженим у 2020 р. Типовим переліком засобів навчання їх оснащують 3D-принтерами/сканерами/ручками, наборами навчальної електроніки, роботами, навіть гарнітурою віртуальної реальності та необхідним програмним забезпеченням (в тому числі емуляторами, тренажерами тощо). Такі

лабораторії можуть бути розміщені безпосередньо в даному ЗЗСО, так і на базі інших установ – STEM-центрів, лабораторій, наукових центрів, хабів [141].

Заклади освіти успішно використовують в освітньому процесі програми, методичні ідеї, розробки, що було створено та апробовано у рамках Всеукраїнського освітнього інноваційного проєкту «Я – дослідник» для якісної природничо-математичної освіти школярів – «Дослідник 2.0», загалом було розроблено близько 30 курсів, зокрема варіативний курс «STEM-Lab» для учнів 5-9 класів, навчально-методичний комплект з наборами мікроелектроніки на основі micro:bit: «Інформатика з micro:bit», міні STEM-лабораторія «Моя STEM лабораторія на основі MICRO:BIT» тощо [238].

Вагомим є досвід проєктів, до яких залучають українських учнів закордонні донори. Так, наприклад, ГО STEM Освіта Україна за підтримки Посольства Фінляндії в Україні реалізує проєкт «Діагностика та компенсація втрат у навчанні дітей математики в початковій школі». В описі зазначено «проєкт розгорнуто в українських областях, що найбільш постраждали від російської агресії – Київській та Чернігівській. Шкільна інфраструктура цих областей була майже вщент зруйнована. Школярі мають серйозні втрати у результатах навчання, що є наслідками пандемії та війни [238].

Фінські експерти Е. Курвінен та Е. Кайла науковцями та розробниками платформи Eduten фінського університету Турку разом з українською командою науковців і методистів проводять навчання вчителів, значна увага приділяється розвитку предметних компетентностей педагогів, зокрема актуальної в умовах нашого дослідження – цифрової [238].

На сторінці проєкту зазначено «Актуальність проєкту зумовлена не тільки тим, що підтримка у навчанні надається школярам найуразливішої вікової групи – молодшої школи в найбільш постраждалих районах, де відновлено навчання. Але й тим, що застосунки платформи дозволяють розвивати саме математичні компетентності. Освітяни і психологи в усьому світі добре знають, що ефективне формування математичного мислення дітей сприяє розвитку логічного мислення, пам'яті, вміння розв'язувати проблеми і розробляти проєкти та впливає на процес

навчання в цілому, в усіх освітніх галузях» [238].

Також профільний освітній проєкт «STEM Освіта» запрошує школи взяти участь у «Пілотних STEM-проєктах» та отримати сертифікати підвищення кваліфікації зі STEM-освіти.

Розробники зазначають, що «участь буде корисна школам, які планують:

- впроваджувати системний підхід до навчання дітей STEM у початковій школі;
- опанувати сучасні підходи гейміфікації в навчанні;
- покращити сучасні підходи в дистанційному форматі навчання;
- навчитися керувати навчальним процесом за допомогою аналітики;
- отримати досвід змішаного (очна/дистанційна) форм навчання;
- отримати досвід білінгвального (англ/укр) STEM навчання;
- отримати сертифікат підвищення кваліфікації викладачів STEM;
- підвищити якість STEM навчання у вашій школі» [238].

Пілотні проєкти, які пропонуються :

Для 1–5 класів: Science4Us – це інтерактивна навчальна програма, яка розроблена в США для учнів початкової школи. Програма надає учням основу концепцій фундаментальної науки (природничих наук з покращенням знань англійської мови) за допомогою цифрових ігор, онлайн та офлайн заходів, автономних експериментів і наукових проєктів.

Для 1–9 класів: Eduten – це фінська математична платформа вправ на основі штучного інтелекту, яка забезпечує науково підтвержене покращення результатів навчання та мотивації учнів Eduten береже час вчителя, надає глибоку аналітику по кожному учню та дозволяє вибудовувати персональні стратегії навчання [238].

Заходи, що реалізуються у напрямку STEM, досить різноманітні: STEM-тижні (в тому числі в рамках Всеукраїнського STEM-проєкту від ІМЗО та проєкту «Інженерний тиждень»); наукові пікніки; дні науки; фестивалі з мейкерства, науково-технічної творчості тощо; заходи з профорієнтації за форматом популярних проєктів «Професії майбутнього», «Дівчата STEM», «STEM is FEM», «ІТ-дівчата», враховуючи місцеві потреби ринку праці та можливості підприємств,

бізнес-структур регіону.

Разом з тим STEM-STEAM-STREAM-напряму повноцінно імплементується у формальну освіту.

У Методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти на 2022/2023 р. зазначається, що «реалізація STEM-навчання здійснюється з використанням таких основних організаційних форм, як урок/заняття, проєкт, квест, хакатон та інші.

– STEM-урок/заняття передбачає інтеграцію трьох і більше STEM-дисциплін (біологія, фізика, хімія, географія, математика, технології).

– STEM-проєкт – навчально-дослідницька діяльність учнів, що передбачає міждисциплінарний підхід та створення практичного продукту.

– STEM-квест – інтелектуальне змагання, що охоплює в себе набір проблемних завдань з елементами ролівої гри, для виконання яких можуть знадобитися будь-які ресурси, зокрема, ресурси інтернету.

– STEM-хакатон – форма проведення навчального заняття/заходу, під час якого команди розв'язують певну тематичну, соціальну проблему в обмежений проміжок часу» [92].

Із наданого у рекомендаціях переліку ефективним засобом формування компетентностей є проєктна діяльність, яка «змінює акценти освітньої діяльності: засвоєння знань, вмінь і навичок, що в умовах глобальної інформатизації надзвичайно швидко втрачають актуальність, не може бути самоціллю, в той час як дослідницькі навички та практичний досвід, набуті у процесі проєктної діяльності, сприятимуть прискоренню адаптації молоді до мінливого соціально-економічного життя» [92]. Про що також свідчить аналіз робіт вітчизняних науковців та освітян.

Дослідники Т. Шарова, С. Шаров і Б. Кремінський зазначають «Під час роботи із сучасними проєктами учнівська молодь проявляє креативність та застосовує інноваційні підходи до реалізації поставлених завдань. Тому при STEAM-освіті бажано застосовувати проєктний підхід, акцентуючи увагу на сучасних технологіях та наукових розвідках» [188].

На думку В. Андрієвської, використання проєктів для реалізації завдань STEAM-освіти сприяє становленню творчої особистості учнів. Проєктна діяльність дає змогу застосовувати учням знання на практиці. При цьому діти формують компетентності [3].

Також у Методичних рекомендаціях наголошується на тому, що «створення освітнього STEM-середовища у закладі освіти будь-якого типу та форми власності є одним з основних завдань сучасного етапу розвитку STEM-освіти. Поняття освітнього STEM-середовища закладу освіти можна трактувати як сукупність інтелектуальних та матеріальних умов впровадження результатів науково-дослідної роботи, технологій, інжинірингу, інтегрованих знань, які забезпечують саморозвиток вільної і активної особистості, реалізацію творчого потенціалу здобувачів освіти» [92].

Також згідно з інноваційною моделлю, представленою науковицею О. Бутурліною в рамках науково-практичної конференції від ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» «STEM-імпреза: від ідеї до втілення», заклад STEM-освіти повинен відповідати наступним критеріям:

- Змістовий
- Технологічний
- Психологічний
- Інклюзивний
- Діагностико-результативний
- Партнерство (з компаніями, організаціями) [236].

Важливим є досвід української ІТ-компанії Accord Group [217], яка є постійним партнером Міністерства освіти і науки України, Департаментів (управлінь) освіти і науки, обласних інститутів післядипломної педагогічної освіти, закладів вищої освіти, навчальних центрів та ІТ-компаній в організації освітніх заходів для розвитку інфраструктури STEM-освіти. Дана компанія здійснює:

- Консультування з розробки освітніх програм
- Семінари та конференції
- Тренінги для підвищення рівня фахової майстерності педагогів [197].

Як зазначає О. Лячинська, авторка «Освіторії Медіа» «ІТ-фахівці компанії відшукали потрібних експертів і розгорнули STEAM-лабораторію в Новопечерській школі, Запорізькому січовому колегіумі та ще 14 закладах освіти по всій країні. Окрім обладнання, яке індивідуально підбирається для кожної школи, вони пропонують унікальні навчально-методичні посібники, якими можуть користуватися вчителі та учні, організовують тренінги для педагогічного колективу, надають послуги STEAM-куратора для школи на рік, а також сервісний і гарантійний супровід на цей період. Питання знайти фінансування теж є задачею фахівці Accord Group» [197].

Даний досвід став основою для реєстрації української торгової марки – STEAM-lab [237].

Керівник БФ «Фонд освітніх ініціатив» А. Дзюба зазначає, що творці STEAM-lab стоять біля витоків усієї STEAM-освіти в Україні, їх досвід ліг в основу написання Концепції розвитку STEM-освіти в Україні до 2027 року та укладення нового типового переліку обладнання для шкіл від Міністерства освіти і науки України» [197].

Обладнання для STEAM-лабораторії компанія закуповує як за кордоном, так і у вітчизняних виробників, розробники зазначають, що компанія Accord Group має акредитацію американської профільної організації STEM.org [197].

Представники STEAM-lab розробили три основні варіанти реалізації рішення.

«Набір STEM (наука + технології + інженерія + математика) включає в себе програмовані електронні модулі вітчизняного виробника, які можна програмувати і створювати моделі «розумних» пристроїв. До цього рішення входить також 3D-ферма, тобто набір 3D-принтерів, за допомогою якого можна «надрукувати», наприклад, деталі розумного будиночка чи метеостанції та моделей інших вимірювальних пристроїв чи навіть винаходів.

Рішення STEAM (наука + технології + інженерія + мистецтво + математика), окрім переліченого вище, комплектується також лазерним гравером та/або цифровим фрезером. Тож деталі проєктів можна виготовляти не лише з PLA-

пластику, як на 3D-принтері, а й з листів дерева, металу та з інших видів пластику, наприклад, поліетилену. Цифрові верстати в складі лабораторії відкривають небачене поле для творчості, зокрема на уроках інформатики, мистецтва, математики, технологій і трудового навчання. Окремо звертаємо увагу, що числове програмне управління – це основа будь-якого сучасного виробництва.

Найбільш повна конфігурація – рішення STREAM (наука + технології + мова(читання) + інженерія + мистецтво + математика) – на додачу до всього містить також фото та відеостудію з голографічним екраном, щоб учні могли знімати та презентувати свої проєкти. Ця комплектація дозволяє залучати до вивчення STEAM викладачів гуманітарних дисциплін» [237].

З огляду на вищезазначене вважаємо, що рішення STREAM є актуальним для закладів загальної середньої освіти.

Загальний перелік інструментів для організації STEM, STEAM або STREAM-простору, які надає компанія в залежності від обраної конфігурації закладу загальної середньої освіти, наведено у таблиці 1.2.

Разом з тим зазначимо, що на сьогодні обладнання повноцінної STREAM-лабораторії є неможливим і неактуальним для низки шкіл, які вимушені здійснювати освітній процес лише у дистанційному форматі.

У Методичних рекомендаціях зазначається, що оптимальною формою організації освітнього процесу в умовах воєнного стану є змішана форма навчання – поєднання онлайн навчання, традиційного та самостійного навчання [92].

Практичну складову дистанційного STEM-навчання, згідно з рекомендаціями, можна проводити в синхронному та асинхронному режимах. При цьому синхронний режим (онлайн-заняття) доцільно використати для консультацій, обговорень найбільш складних питань, проведення експериментів, лабораторних, практичних робіт [92]. З урахуванням вищезазначеного, в рамках нашого дослідження вбачаємо, що задля якісної організації освітнього процесу в умовах дистанційного навчання доцільним буде додати до єдиної платформи дистанційного навчання закладу освіти осередок для реалізації завдань STREAM.

**Інструменти для організації STEM, STEAM або STREAM-простору
STEAM-lab [237]**

Напрямок	Обладнання	Посібники	Тренінг	Супровід
STEM	Навчальний відкритий проєкт «Програмований електронний модуль»(ПЕМ) 3D-ферма	«Методика впровадження STEaM-підходів в освітньому процесі» «Основи програмування в S4A» «3D-моделювання та 3D-друк»	передбачено	передбачено
STEAM	Навчальний відкритий проєкт «Програмований електронний модуль»(ПЕМ) 3D-ферма Цифрові верстати	«Методика впровадження STEaM-підходів в освітньому процесі» «Основи програмування в S4A» «3D-моделювання та 3D-друк» «Цифрове конструювання та фрезерування»	передбачено	передбачено
STREAM	Навчальний відкритий проєкт «Програмований електронний модуль» (ПЕМ) 3D-ферма Цифрові верстати Фото та відеостудія з голографічним екраном	«Методика впровадження STEaM-підходів в освітньому процесі» «Основи програмування в S4A» «3D-моделювання та 3D-друк» «Цифрове конструювання та фрезерування» «Засоби мультимедіа в інформаційних технологіях. Голографія»	передбачено	передбачено

Варто відзначити, що в під час організації якісного дистанційного та змішаного навчання для виконання завдань STREAM-освіти в умовах цифрового освітнього середовища перелік доцільних інструментів на сьогодні стрімко поповнюється. Серед існуючих, шляхом узагальнення досвіду педагогів-практиків з-поміж актуальних і потужних, на нашу думку, можна виділити наступні:

PhET Interactive Simulations (<https://phet.colorado.edu/>) – віртуальна

лабораторія, у якій представлений набір інтерактивних комп'ютерних симуляцій на основі досліджень для викладання та вивчення фізики, хімії, математики та інших наук.

STEM-лабораторія від RobotLAB (<https://engagek12.robotlab.com/stemlab>) – розроблені програми допомагають тим, хто навчається, розвивати такі навички 21-го століття, як вирішення проблем, критичне мислення та співпраця, вивчаючи основні предмети весело та захоплююче.

Spark101 (<https://www.spark101.org/>) – представлені безкоштовні відео для занять, щоб залучити учнів до автентичного вирішення проблем STEM.

TRYengineering (<https://tryengineering.org/uk/>) – світний ресурс, який надихає інженерів майбутнього, сприяють розвитку нового покоління технологічних новаторів.

STEM Alliance (<http://www.stemalliance.eu/>) – стрімко зростаюча мережа зацікавлених сторін у галузі освіти, які працюють над тим, щоб заохочувати та надихати молодих людей шукати кар'єру в галузі STEM.

STEM Library Lab (<https://stemlibrarylab.org/>) – бібліотека STEM, яка сприяє високоякісному активному навчанню шляхом надання вчителям і учням доступу до обладнання та підтримки на шляху до досягнення успіху в навчанні.

STEAM Experiments (<http://steamexperiments.com/>) – платформа з безліччю експериментів, провідною ідеєю яких є практична підготовка з передачі науки через мистецтво.

Зауважимо, що актуальну/оновлену інформацію з питань організації освітнього процесу і можливості підвищення кваліфікації в умовах мінливого сьогодення за напрямками та проблематикою STREAM освітяни отримують з офіційних сайтів Міністерства освіти і науки України, Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти», Українського державного центру позашкільної освіти, Національного центру «Мала академія наук України», закладів післядипломної педагогічної освіти та інших освітніх установ для оперативного впровадження їх в освітній процес.

Отже, напрям STREAM сьогодні набирає обертів і адаптивно

впроваджується через усі види освіти – формальну, неформальну, інформальну (на онлайн-платформах, у STEM-центрах/лабораторіях, за допомогою екскурсій, турнірів, конкурсів, фестивалів, практикумів, хакатонів тощо), стає трендом в українській освіті, до переваг якого можна віднести: раннє залучення, STREAM замість STEM, онлайн-навчання, робототехніку, інтегрований ігровий процес, соціальні мережі в навчанні, інклюзивний навчальний простір, навички з медіаграмотності.

Тож впровадження STREAM має позитивні аспекти і доволі успішно імплантується в освітній процес ЗЗСО. Разом з тим, сучасний стан загальної середньої освіти в цілому в Україні залишається посереднім, про що свідчать як результати міжнародних досліджень PISA, так і проведені Державною службою якості освіти у грудні 2022 та травні 2023 років моніторинги навчальних прогалин з української мови, математики, історії, фізики та хімії, у яких брали участь учні 8 і 10 класів. Досвід впровадження інноваційних підходів, зокрема STREAM, у поєднанні із традиційними методами навчання доводить, що такі заходи можуть бути результативними, бо зможуть допомогти захопити учнів ідеями STREAM, популяризувати науку, сформувати ключові компетентності у випускників НУШ і значно підвищити якість освітнього процесу.

Відзначимо, що вибір напрямку STREAM, як найбільш повного методологічного розширення STEM, у нашому дослідженні обумовимо тим, що STREAM це цілісний підхід до освіти, який ґрунтується на інтеграції найширшого спектру освітніх галузей, кооперації, залученні великої кількості ресурсів. Важливою особливістю є те, що учні навчаються за темами, а не за предметами.

Це відмова від домінантного підходу до навчання, заснованого на розрізненні, коли предмети викладаються ізольовано. В процесі розв'язання поставленого завдання застосовують теми з низки дисциплін, включаючи природознавство, мистецтво, математику та грамоту, таким чином, можна вважати, що це виступає фактором успішного формування предметних компетентностей, а також ключових, наскрізною з яких, на нашу думку, є інформаційно-цифрова, оскільки передбачає здатність орієнтуватися в інформаційному просторі,

отримувати інформацію та оперувати нею відповідно до власних потреб і вимог сучасного високотехнологічного суспільства [142].

Однозначно, що такий підхід, це запорука не тільки розвитку критичного мислення та засвоєння базових знань і методів наукового дослідження, а й закріплення у здобувачів стійкого інтересу до навчання, в тому числі під час опанування предметів природничої галузі, зокрема фізики. Тож ми погоджуємося із думкою дослідників, що напрям STREAM є найширшим і вбачаємо його одним із пріоритетних в умовах сучасної освіти, що буде сприяти формуванню предметних і ключових компетентностей, зокрема інформаційно-цифрової, актуалізованій темою нашого дослідження.

1.4. Діагностика вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти

У сучасних умовах реалізація компетентнісного підходу вимагає здійснювати освітній процес на діагностичній основі. За В. Бондар «педагогічна діагностика – це новий рівень педагогічного контролю, який виходить за межі перевірки й оцінювання знань, вмінь та навичок. Педагогічна діагностика враховує індивідуальні особливості: інтереси, потреби й мотиви; захоплення, нахили, здатності та здібності; особливості перебігу психічних процесів – мови й мислення; уваги, уяви і фантазії; пам'яті, емоцій, волі тощо» [12, с.183].

Діагностика сформованості інформаційно-цифрової компетентності, як експериментальне педагогічне дослідження, передбачає визначення критеріальної бази такого аналізу. Розробка діагностичного інструментарію, який міститиме критерії, показники та рівні оцінювання сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики, є одним із головних завдань нашого дослідження з метою подальшого визначення ефективних педагогічних умов для її формування.

У словнику іншомовних слів «критерій» визначається як підстава для оцінки, визначення або класифікації чогось; мірило [8].

Український педагог В. Ягупов наголошує «критерії практично визначають зміст і перебіг навчально-пізнавальної діяльності студентів та безпосередньо встановлюють її результативність» [194].

Дослідниця А. Семенова визначає показник як це явище або подію, за якими можна судити про динаміку певного процесу, показники фіксують певний стан або рівень розвитку певного критерію [158].

Отже, кожен критерій оцінювання рівня сформованості компетентності характеризується власною сукупністю показників.

Як зазначає Н. Гузій «показники мають бути однозначними (однаково трактуватись в межах того чи іншого дослідження), адекватними (відповідати природі досліджуваного явища), обґрунтованими (правомірно диференціювати рівні розвитку явища), надійними (здатними мінімізувати розходження в ситуації повторного оцінювання), відображати всі складові явища» [28, с. 372]. У нашому дослідженні будемо спиратися на дані вимоги до показників.

Науковиця Т. Поясок зазначає, що «рівень сформованості об'єкта згідно з визначеним критерієм, визначається показниками, які мають якісну і кількісну характеристики сформованої якості, властивості, ознаки об'єкта» [134, с.194]. Тож будемо вважати, що рівень сформованості досліджуваної компетентності будемо визначати за допомогою визначення і порівняння якісних і кількісних показників.

Проаналізуємо виокремлені зарубіжними та вітчизняними дослідниками показники, критерії та рівні сформованості інформаційно-цифрової, а також інформаційно-комунікаційної, цифрової компетентності (як ототожненими до неї багатьма нормативними документами) у здобувачів та освітян.

Закордонні дослідники D. Carless, G. Joughin, M. Mok акцентують увагу на необхідності точного виокремлення показників для оцінювання інформаційно-комунікаційної компетентності, кожен критерій має містити достатню кількість показників, на думку авторів, такий підхід допоможе окреслити прогаліни у досліджуваному питанні [201].

Отже, дотримання вищезазначених універсальних вимог при розробці діагностичного інструментарію забезпечить успішність дослідження.

Вагомою у контексті визначення діагностичного апарату є також розглянута у п.1.3 класифікація ключових компетентностей надана ОЕСР (таблиця 1.3), яка визначає критерії, на яких ґрунтуються головні переліки ключових компетентностей [230, с.11].

Таблиця 1.3

Класифікація ключових компетентностей за ОЕСР [230]

Критерії	Показники
Автономна діяльність	здатність захищати та піклуватись про відповідальність, права, інтереси та потреби інших; здатність складати та здійснювати плани і особисті проекти; здатність діяти у широкому сенсі.
Інтерактивне використання засобів	здатність інтерактивно застосовувати мову, символіку та тексти; здатність використовувати знання й інформаційну грамотність; здатність застосовувати нові інтерактивні технології .
Уміння функціонувати в соціально гетерогенних групах	здатність вирішувати конфлікти; здатність співпрацювати; здатність успішно взаємодіяти з іншими.

Рамка компетентностей DigComp 2.0 демонструє наступний підхід до дослідження сформованості інформаційно-цифрової компетентності (таблиця 1.4) [241].

Таблиця. 1.4

Критерії, показники, рівні рамки компетентностей DigComp 2.0 [241]

Критерії	Показники	Рівні
1. Інформація та цифрові дані 2. Комунікація та співпраця 3. Створення цифрового контенту 4. Безпека 5. Вирішення проблем	<ul style="list-style-type: none"> – формулювати інформаційні потреби, знаходити та отримувати цифрові дані; судити про відповідність джерела та його зміст; – взаємодіяти, спілкуватися та співпрацювати за допомогою цифрових технологій; – створення та редагування цифрового контенту; – захист пристроїв, вмісту, особистих даних та конфіденційності в цифрових середовищах; захистити фізичне та психологічне здоров'я, а також бути в курсі цифрових технологій для соціального добробуту та соціальної інтеграції; – визначити та вирішувати потреби та проблеми в цифрових середовищах; – використовувати цифрові інструменти для реалізації інноваційних процесів; – бути в курсі цифрової еволюції. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. початковий 2. базовий 3. споживацький 4. професійний

Авторка Типової освітньої програми НУШ О. Савченко зазначає, що «залежно від об'єкта контролю навчальні досягнення здобувачів освіти можуть оцінюватись за низкою критеріїв, наприклад, за такими:

- якість знань і способів діяльності, що охоплює повноту, міцність, глибину, оперативність, дієвість, узагальненість, системність;
- сформованість умінь і навичок, способів навчальної діяльності, що передбачає виконання навчального завдання за зразком, за аналогією, у змінених обставинах тощо;
- володіння досвідом творчої діяльності на частково-пошуковому або пошуковому рівнях;
- володіння досвідом емоційно-ціннісного ставлення до навколишнього світу, до себе, до інших людей.

На основі критеріїв визначаються рівні навчальних досягнень: «ознайомлювальний, репродуктивний, реконструктивний, творчий» [154].

Критеріальне оцінювання навчальних досягнень здобувачів є досить поширеним в системі освіти України. Представляє собою спосіб оцінювання певного параметра (знань, умінь, компетентностей) на основі критеріїв, тобто об'єктивних показників вираження певного параметра, які можуть бути виявлені шляхом спостережень за процесом виконання завдання або шляхом аналізу результатів діяльності [116].

Щодо визначення рівнів сформованості інформаційно-цифрової компетентності, то у вчених також немає одностайної думки з цього питання.

Так, фахівці інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (нині Інститут цифровізації освіти) охарактеризували чотири рівні розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя, а саме користувач, тьютор, консультант і дослідник [119].

Разом з тим у Методичних рекомендаціях щодо формування інформаційно-цифрової компетентності педагогічних працівників (2021 р.) інформаційно-цифрова компетентність педагогічних працівників за рівнями представлена відповідно до кваліфікаційних категорій. У документі зазначено, що «кожен

педагогічний працівник може володіти усіма складовими інформаційно-цифрової компетентності або їхньою комбінацією на певному рівні, в залежності від якого визначається його кваліфікаційна категорія (спеціаліст, спеціаліст першої категорії, спеціаліст вищої категорії) згідно з професійним стандартом вчителя» [94].

Дослідники В. Биков, О. Овчарук виділяють 3 рівні інформаційно-комунікаційної компетентності: технологічної грамотності, поглиблення знань, створення знань [9].

Аналізуючи зміст інформаційно-цифрової компетентності, О. Спирін пропонує визначати шість рівнів розвитку компетентності:

- вступний (усвідомлення необхідності ІКТ для розвитку освіти);
- мінімально-базовий (уміння користуватися готовими програмними продуктами);
- базовий (знання і уміння використовувати основні поняття ІКТ у професійній діяльності);
- підвищений/поглиблений (вільне застосування знань з ІКТ у професійній діяльності);
- дослідницький (вільне використання ІКТ, Інтернет-ресурсів у дослідницькій, проектній діяльності);
- експертний (педагог є експертом із впровадження ІКТ у освітній процес) [168].

Вважаємо, що актуальним в ході нашого дослідження є досвід Н. Бірук, О. Кривонос, А. Торгонською, О. Яценко з діагностики сформованості цифрової компетентності старшокласників. Автори описують «рівні розвитку складників цифрової компетентності:

- Безпека (здатність безпечно та стабільно використовувати цифрові технології щодо особистих даних і звертати увагу на правові наслідки й обов'язки в мережі).
- Комунікація в цифровому середовищі (здатність спілкуватися, співпрацювати, взаємодіяти та брати участь у віртуальних командах і чатах, а також використовувати відповідні ЗМІ, тон, поведінку).

– Основи комп'ютерної грамотності (використання мобільних та комп'ютерних пристроїв, застосування базового програмного забезпечення; використання Інтернету й онлайн застосунків).

– Інформація (вміння формулювати власні інформаційні потреби, шукати необхідні дані, здійснювати доступ до інформації, даних і контенту, критично оцінювати та інтерпретувати дані, оцінювати надійність джерел і розпізнавати пропаганду)» [223].

Зважаючи на означення інформаційно-цифрової компетентності, під результатом її формування розуміємо позитивну динаміку у здійсненні впевненого, критичного і відповідального використання інформаційно-цифрових технологій для власного розвитку і спілкування, здатності безпечного застосування цифрових засобів у навчально-пізнавальній діяльності та інших життєвих ситуаціях, дотримуючись принципів академічної доброчесності та правил кібербезпеки.

В ході нашого дослідження постає необхідність виявлення ключових критеріїв формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, що допоможе визначити показники її сформованості. В свою чергу, це дасть змогу охарактеризувати і дослідити рівень сформованості досліджуваної компетентності.

У навчальних програмах з фізики [107 – 108, 146], розглянутих у п.1.3, прописані ключові компетентності і складники предметної компетентності, якими мають оволодіти учні, тому з урахуванням цих компетентностей організовується їхня навчально-пізнавальна діяльність.

Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів з фізики структуровано за трьома компонентами компетентності: знаннєвим, діяльнісним і ціннісним. Виявлення сформованості знаннєвого компонента компетентності здійснюється через вміння оперувати термінами та поняттями; формулювати визначення понять; називати ті чи інші явища, процеси тощо; характеризувати їх за певними ознаками; пояснювати механізми процесів тощо. Сформованість діяльнісного компонента тісно поєднана з виконанням практичної частини навчальної програми і в результатах навчання та відображена в уміннях

розв'язувати фізичні задачі, виконувати експериментальні дослідження тощо. Вияв ціннісного компонента виражений через ставлення учнів у власних висловлених судженнях, їх обґрунтуванні, оцінці, формулюванні висновків [90].

Відповідно до трикомпонентної структури інформаційно-цифрової компетентності (згідно з очікуваними результатами навчання НУШ), яка виділяє знаннєвий, діяльнісний, ціннісний компоненти, та проаналізувавши у попередніх розвідках (п.1.3) структурні компоненти інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти виділимо, відповідно, наступні критерії для діагностики рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності.

Як зазначають фахівці Державної служби якості освіти «компетентнісне навчання – це про динамічне поєднання знань, умінь та цінностей. Лише в комплексі це дає результат» [191].

Враховуючи те, що виокремлений нами перший компонент інформаційно-цифрової компетентності (когнітивний) включає в себе інформаційну грамотність, а саме ефективний пошук та критичну оцінку інформації, обробку числових даних, використання статистичних методів для аналізу та інтерпретації даних; впевнене використання цифрових ресурсів: здатність до застосування цифрових інструментів для кращого розуміння фізичних концепцій; цифрове моделювання: обізнаність у створенні та використанні цифрових моделей для візуалізації та дослідження фізичних явищ, у основах програмування, то відповідний йому критерій будемо називати *когнітивно-цифровий*

З огляду на те, що другий компонент структури інформаційно-цифрової компетентності (діяльнісний) реалізується у віртуальних STREAM-лабораторіях, а саме використання віртуальних лабораторій та симуляцій для проведення експериментів у рамках дослідження фізичних концепцій; STREAM-проекти, передбачає участь у колективних/індивідуальних STREAM-проектах, що включають постановку проблеми, аналіз даних, розв'язання задач, в тому числі в середовищах програмування, та передбачають представлення результатів, то відповідний йому критерій позначимо як *проектно-діяльнісний*.

Через те, що третій компонент структури інформаційно-цифрової компетентності (ціннісно-мотиваційний) відображається у популяризації та імплементації фізичних концепцій, передбачає практичне застосування фізичних концепцій відповідно до викликів сьогодення та їх використання в умовах STREAM на засадах партнерства та взаємодії; позитивній мотивації, а саме формування внутрішньої мотивації та активізація учнів до свідомого використання цифрових освітніх ресурсів та застосування їх для вивчення фізики і розв'язання конкретних життєвих ситуацій, а також усвідомлення засад етики та кібербезпеки, то третій критерій визначимо як *ціннісно-інтернальний*.

Також зазначимо, експериментальну частину програми з фізики осучаснено завдяки рекомендаціям щодо використання цифрових вимірювальних комплексів, застосування комп'ютерних програм для обробки результатів тощо [90].

Потужним інструментом для формування ключових (зокрема інформаційно-цифрової) компетентностей, в умовах сьогодення виступає реалізація Концепції природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [143]. З огляду на вищезазначене пропонуємо критеріальний апарат із зазначенням критеріїв, показників та рівнів для діагностики сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті STREAM-освіти (таблиця 1.5).

З урахуванням розроблених критеріїв, звертаючись до визначення рівнів сформованості компетентностей, наведемо загальні характеристики рівнів для показників кожного з критеріїв сформованості досліджуваної компетентності: базовий, технологічний, творчий.

Базовий рівень – вказує на початковий етап розвитку компетентності, опановування основ та поступовий перехід до вищих рівнів майстерності та самостійності; включає інваріант знань, умінь і ставлень, необхідний учням для вирішення базових завдань навчально-пізнавальної діяльності переважно під наглядом/з допомогою вчителя, які виконуються за допомогою інформаційно-цифрових ресурсів, що пропонуються вчителем під час здійснення освітнього процесу; передбачає взаємодію з іншими учасниками освітнього процесу на рівні обміну базовою інформацією, базові здібності до самоаналізу та самооцінювання.

Таблиця 1.5

Критерії, показники і рівні сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти

Критерії	Показники	Рівні
Когнітивно-цифровий	<ul style="list-style-type: none"> - здійснює ефективний пошук, відбирає та аналізує інформацію за допомогою цифрових ресурсів та баз даних, зокрема, доцільних тематичних ресурсів з фізики та STREAM. - розрізняє та обирає засоби для обробки та візуалізації фізичних даних у вигляді таблиць, діаграм, графіків, інфографік тощо. - обґрунтовує та здійснює вибір цифрових інструментів для розв'язання фізичних задач та виконання STREAM-проектів. - вбачає необхідність використовувати основи програмування для створення моделей фізичних явищ та під час проведення експериментів, наприклад, використовуючи мови програмування, які підходять для реалізації фізичних симуляцій. - розуміє алгоритм роботи з симуляторами для дослідження процесів та явищ під час віртуальних фізичних експериментів - обізнаний у засобах та способах організації спільної роботи над проектами за допомогою онлайн-інструментів та платформ. 	Базовий Технологічний
Проектно-діяльнісний	<ul style="list-style-type: none"> - бере участь у плануванні та реалізації STREAM-проектів, які поєднують фізичні концепції з іншими галузями STREAM, використовуючи цифрові технології. - апробує та використовує цифрові інструменти для вирішення конкретних фізичних завдань у рамках проекту. - співпрацює у групах, використовуючи цифрові інструменти для спільної роботи над проектом. - використовує цифрові засоби (в т.ч датчики, прилади STREAM-лабораторій/центрів) для вивчення фізичних явищ та процесів - здійснює обробку результатів експериментів за допомогою цифрових інструментів, моделювання фізичних явищ і процесів та керує ними; - розробляє цифрові прототипи та моделі, використовуючи основи програмування, для демонстрації та вивчення фізичних концепцій; - створює цифрові продукти STREAM-проекту та презентує їх за допомогою графіків, схем, діаграм, відеоматеріалів тощо. 	Творчий

Продовження табл. 1.5

Ціннісно-інтернальний	<ul style="list-style-type: none"> - дотримується етичних норм роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність, захист персональних даних, приватність), правил академічної доброчесності; - свідомо та відповідально використовує цифрові ресурси та інтернет; - дотримується правил роботи в групах та взаємодіє з іншими учасниками освітнього процесу з врахуванням етичних і ціннісних аспектів використання інформації та цифрових технологій; - критично оцінює інформацію, отриману через цифрові ресурси, та за потреби уточнює її в ході роботи над STREAM-проєктом; - аналізує та оцінює вплив цифрових технологій як на власний особистісний, так і на освітній простір; - керує своєю активністю та взаємодією в інтернеті, визначаючи особисті кордони та враховує засади кібербезпеки. 	Базовий Технологічний Творчий
-----------------------	---	-------------------------------------

Технологічний – визначає етап розвитку компетентності, на якому учні проявляють достатній рівень знань, умінь та ставлень. Цей рівень відзначається вже опанованими основами та стійкою здатністю до вирішення завдань навчально-пізнавальної діяльності. Учні проявляють самостійність при виборі і використанні доцільних інформаційно-цифрових ресурсів, здійснюють діяльність за менторської підтримки вчителя. Технологічний рівень передбачає активну участь в обміні інформацією, розвиток здібностей до самоаналізу та самооцінювання.

Творчий – відзначається високим рівнем майстерності та самостійності, володінням глибокими знаннями, високорозвинутими вміннями та позитивним ставленням до предмету. Учні здатні ефективно вирішувати завдання навчально-пізнавальної діяльності самостійно, використовуючи різноманітні інформаційно-цифрові ресурси, а також створювати новаторські продукти діяльності, які відзначаються оригінальністю та значущістю. Взаємодія з іншими учасниками освітнього процесу на високому рівні включає активний обмін інформацією та поглиблену дискусію, прояв лідерських якостей під час спільної роботи, коли учень/учениця культивує інноваційні ідеї, створює позитивну атмосферу, ґрунтовно здійснює самоаналіз для розвитку власної освітньої траєкторії.

Для діагностики вхідного рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти було створено експериментальну базу дослідження – учні Бахмутської загальноосвітньої школи I-III ступенів №10 Бахмутської міської ради Донецької області, Бахмутської загальноосвітньої школи I-III ступенів № 5 з профільним навчанням Бахмутської міської ради Донецької області, Бахмутської загальноосвітньої школи I-III ступенів №7 Бахмутської міської ради Донецької області, Слов'янського педагогічного ліцею Слов'янської міської ради Донецької області, Билбасівського опорного закладу загальної середньої освіти I-III ступенів Слов'янської міської ради Донецької області.

В рамках дослідження нами виділено вибіркочу сукупність у кількості 152 учнів 8-11 класів, розподілену дві категорії: контрольна група – 74 учні та експериментальна група – 78 учнів.

На першому констатувальному етапі метою педагогічного експерименту було визначення вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики 8-11 класів в контексті впровадження STREAM-освіти.

Основними завданнями на даному етапі педагогічного експерименту визначили:

- уточнення критеріїв, показників та рівнів сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти;
- розробка та впровадження діагностичного інструментарію для встановлення вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, розробленого відповідно до визначених критеріїв;
- статистична обробка та інтерпретація отриманих результатів.

Провідними інструментами для здійснення діагностики вихідного рівня сформованості досліджуваної компетентності, яка здійснювалася у вересні – листопаді 2020 р, на констатувальному етапі педагогічного експерименту було

обрано наступні методи: діагностичне спостереження, анкетування, тестування, вивчення продуктів діяльності.

Під час розробки інструментарію нами враховано, що питання та завдання мають відповідати змісту дослідження – відображати розроблені нами критерії формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики відповідно до її структури, а також давати уявлення про рівень впровадження засад STREAM в обраних базаю для дослідження закладах загальної середньої освіти.

До діагностичного інструментарію на констатувальному етапі педагогічного експерименту обрано такі методи:

- метод анкетування, спрямований на визначення рівня сформованості ціннісно-мотиваційного компонента (за ціннісно-інтернальним критерієм) під час якого респондентам було запропоновано авторське опитування – анкета щодо самооцінювання рівня інформаційно-цифрової компетентності в галузі фізики та STREAM) (додаток А);

- метод тестування для діагностики рівня сформованості когнітивного компоненту (за когнітивно-цифровим критерієм), який був поданий у вигляді тесту із завданнями закритого типу для визначення стану інформаційної грамотності, а також здатності до застосування цифрових інструментів для кращого розуміння фізичних концепцій) (додаток Б).

- метод вивчення продуктів діяльності для визначення рівня сформованості діяльнісного компонента (за проєктно-технологічним критерієм) у ході якого учням пропонувалося виконати STREAM-проєкт для визначення рівня використання цифрових інструментів (робота з віртуальними лабораторіями, симуляціями, середовищами програмування для проведення експериментальних досліджень) у рамках вирішення конкретних фізичних завдань проєкту (додаток В).

Для діагностики вихідного рівня сформованості ціннісно-мотиваційного компоненту (за ціннісно-інтернальним критерієм) інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти на констатувальному етапі було проведено анкетування, яке містило 14 питань

закритого типу і 1 питання відкритого типу щодо висловлення судження про те, які конкретні аспекти інформаційно-цифрової компетентності необхідно було б покращити чи розвинути учню/учениці під час вивчення фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Кількісний аналіз результатів анкетування подано в таблиці 1.6 та зображено на рис.1.5.

Таблиця 1.6

Кількісні характеристики вихідного рівня сформованості ціннісно-мотиваційного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)	Контрольна група (74 учні)
	%	%
Базовий	48,7	47,3
Технологічний	41	40,5
Творчий	10,3	12,2

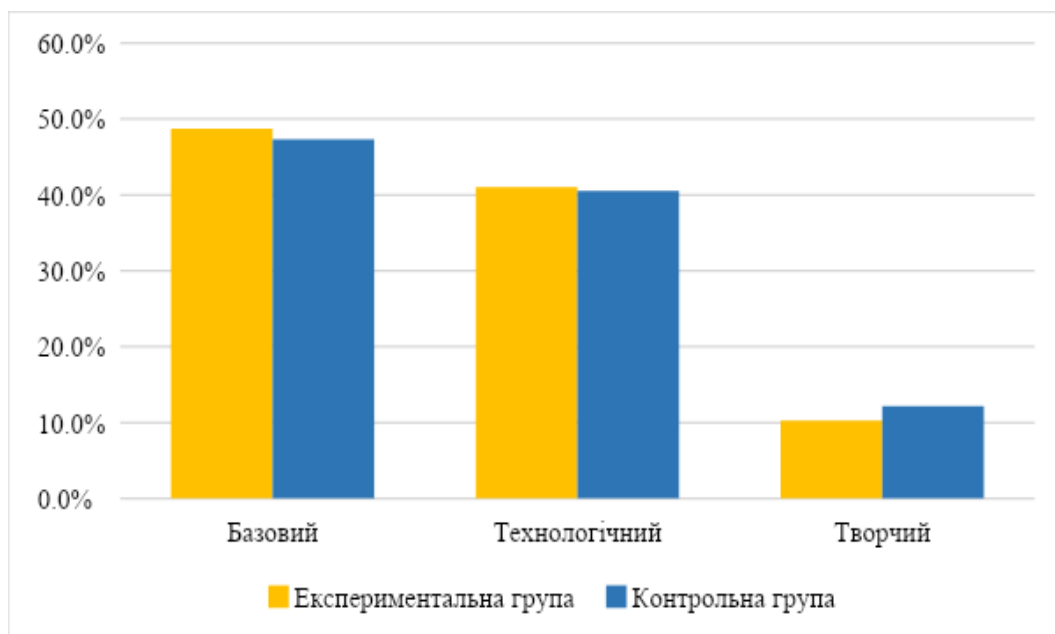


Рис. 1.5. Порівняльна оцінка рівнів сформованості ціннісно-мотиваційного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на констатувальному етапі педагогічного експерименту

Проаналізуємо кількісні результати вихідного рівня сформованості ціннісно-мотиваційного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики. З діаграми видно, що у переважній більшості учнів обох груп (ЕГ – 51,3 %, КГ – 52,7%) за результатами анкетування, яке передбачало самооцінювання, вбачаються несуттєві ознаки переваги сформованості досліджуваного компонента на технологічному та творчому рівнях над базовим. Так, наприклад, відповідь на відкрите питання «Якими ви бачите шляхи вдосконалення та розширення вашої інформаційно-цифрової компетентності?» показала, що учні відповіли стисло або не відповіли взагалі.

Припускаємо, що цей факт може свідчити про те, що у учнів спостерігається зниження пізнавальної активності, а також може опосередковано вказувати на недостатній рівень внутрішньої мотивації для активного пошуку ґрунтовних та змістовних відповідей під час проходження анкети, а отже може істотно впливати на об'єктивність результату самооцінювання. Також в ході дослідження з'ясувалося, що на питання «Як ви вважаєте, наскільки важливою є здатність комунікувати та співпрацювати з іншими учнями щодо вивчення фізики в умовах STREAM?» 60% респондентів відповіли «частково важливо» і «неважливо». Це може вказувати на не свідоме ставлення до партнерської взаємодії у освітній діяльності через нерозуміння його ефективності та істотних переваг.

Відзначимо, що на питання «Як часто ви ділитесь своїми власними ідеями чи висловлюєте свою думку щодо фізичних чи технічних концепцій у класі чи поза ним?» відповідь «часто» надали лише 20% респондентів, «майже ніколи» – 40%. Це свідчить, на нашу думку, про те, що учні здебільшого не можуть визначити необхідність пошуку зв'язків матеріалу шкільного курсу фізики з розв'язанням реальних життєвих задач через недостатній рівень популяризації науки.

Для діагностики рівня сформованості когнітивного компоненту учням був наданий тест, що містив 15 питань (14 завдань закритого типу, 1 відкритого) і передбачав 2 блоки: до першого віднесені питання, що стосуються окремих компонентів STREAM-галузі (по 2 питання з кожного), до другого – питання для визначення стану інформаційної грамотності, а також здатності до застосування

цифрових інструментів, програмних засобів у вивченні фізики. (додаток Б).

Кількісний аналіз результатів тестування подано в таблиці 1.7 та зображено на рис.1.6.

Таблиця 1.7

Кількісні характеристики вхідного рівня сформованості когнітивного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)	Контрольна група (74 учні)
	%	%
Базовий	50	54,1
Технологічний	34,6	32,4
Творчий	15,4	13,5

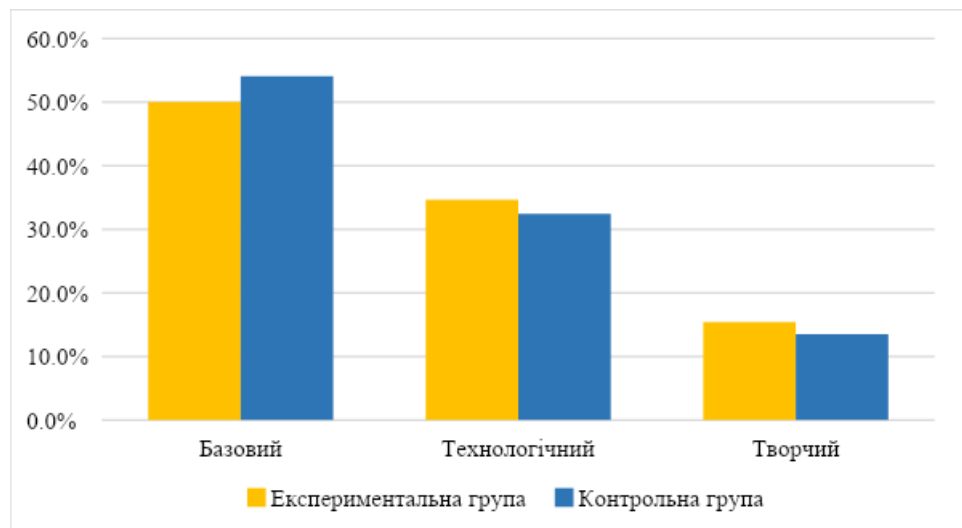


Рис. 1.6. Порівняльна оцінка рівнів сформованості когнітивного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на констатувальному етапі педагогічного експерименту

В ході аналізу стану сформованості когнітивного компонента досліджуваної компетентності було встановлено, що половина учнів (ЕГ – 50%, КГ – 54,1%) впоралися із завданнями, продемонструвавши переважно базовий рівень сформованості когнітивного компонента інформаційно-цифрової компетентності (за когнітивно-діяльнісним критерієм).

Проте на питання «Як ви оцінюєте достовірність інформації, знайденої в інтернеті, для вивчення фізики?» 44% зазначило, що в ході пошукової діяльності покладаються лише на власний досвід, з огляду на це постає питання про недостатній рівень цифрової грамотності, низьку обізнаність у методах ефективного пошуку та недостатнє розуміння складових інформаційно-цифрової компетентності.

Найскладнішим для здобувачів виявилися завдання із 1 блоку «Оберіть приклад, коли ви вирішуєте інженерну задачу в контексті фізичного експерименту цифровими засобами». З ним впоралося 41% учнів. Вважаємо, що такий відсоток може вказувати на здебільшого часткову обізнаність учнів у основах програмування, можливостях створення та використання цифрових моделей для візуалізації та дослідження фізичних процесів та явищ.

Разом з тим, у 2 блоці на питання «Як ви використовуєте інтерактивні та візуальні матеріали для покращення розуміння фізичних концепцій?» 56% учнів дали відповіді «Використовую лише для розваги», «Не використовую». Також 60% учнів відчували утруднення у відповідях на питання 2 блоку, а саме «Як ви використовуєте математику для моделювання фізичних явищ?», це може вказувати на те, що вони не вбачають необхідності використовувати основи програмування для створення моделей фізичних процесів та явищ.

Для визначення вихідного стану сформованості діяльнісного компонента (за проектно-діяльнісним критерієм) інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти учням було запропоновано доєднатися до цифрового освітнього простору Бахмутської ЗОШ№10 – Web_STREAM_Lab, розміщеному на платформі Google Classroom, та виконати STREAM-проект за темою «Фізика навколо нас».

Запропоновані завдання (Додаток В) дали змогу перевірити рівень володіння учнями цифровими освітніми ресурсами у вигляді віртуальних лабораторій та симуляцій для проведення експериментальних досліджень у рамках виконання проекту, а також під час розв'язання задач, в тому числі в середовищах програмування, та представляти результати досліджень за допомогою цифрових інструментів.

Кількісний аналіз результатів вивчення створених продуктів діяльності подано в таблиці 1.8 та зображено на рис.1.7.

Таблиця 1.8

Кількісні характеристики вихідного рівня сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)	Контрольна група (74 учні)
	%	%
Базовий	52,5	51,4
Технологічний	37,2	36,5
Творчий	10,3	12,1

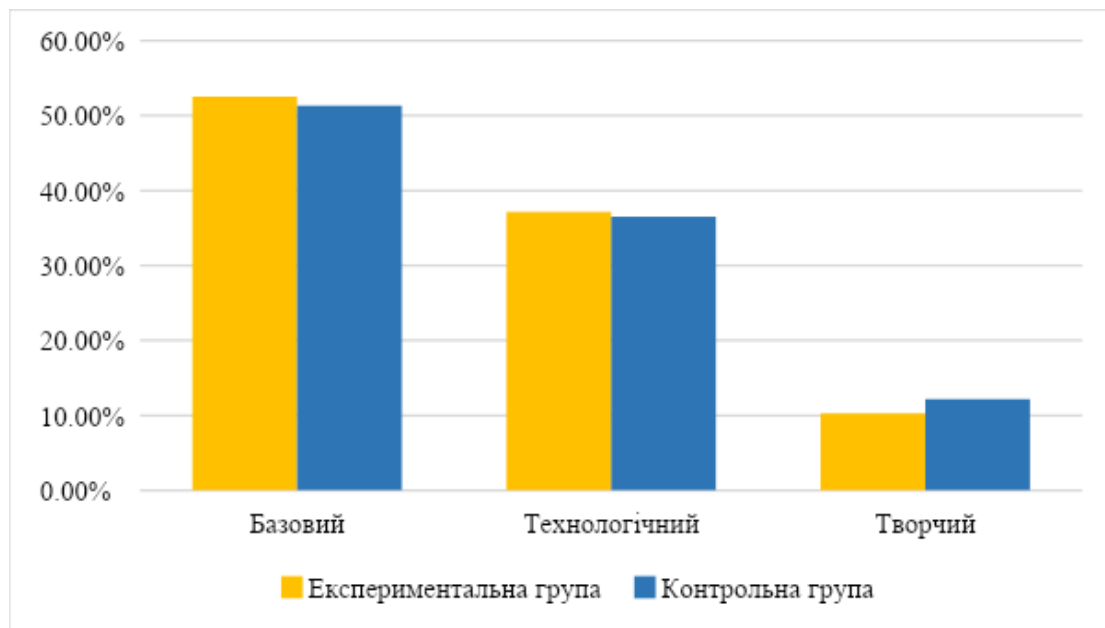


Рис. 1.7. Порівняльна оцінка рівнів сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на констатувальному етапі педагогічного експерименту

Результати дослідження стану сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової учнів з фізики демонструють, що цей компонент є найменш сформованим у представників кожної з груп учнів.

Так, наприклад, 33% учнів відчували утруднення при плануванні проєкту, тож потребували допомоги з боку вчителя, майже всі учні (95%) обрали

рекомендовані вчителем платформи віртуальних лабораторій (PhET Interactive Simulations, Labster). Залучилися до самостійного моделювання процесів і явищ в ході дослідження 15% учнів. Відзначимо, що продуктивнішим виявився етап подання і візуалізації результатів проєктної діяльності. 57% учнів самостійно створили презентаційні матеріали, у яких логічно відображено етапи виконання STREAM-проєктів за допомогою таблиць, графіків, схем, діаграм, інфографік, інтерактивних плакатів та інших засобів візуалізації, в тому числі і етап представлення результатів дослідження.

Причинами того, що в ході дослідження діагностований творчий та технологічний рівень сформованості діяльнісного компоненту досліджуваної компетентності (ЕГ – 47,5% КГ – 48,6%) нижчий за базовий, вважаємо що деякі компоненти STREAM можуть бути важкими для розуміння конкретного учня через можливий високий рівень їх абстрактності і підвищеної інженерної спрямованості.

Для узагальнення отриманих результатів на констатувальному етапі експерименту, що засвідчують рівень сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти в експериментальній і контрольній групах, розрахунки проводилися із введенням коефіцієнта вагомості для кожного із виділених компонентів досліджуваної компетентності.

У процесі дослідження для з'ясування коефіцієнта вагомості кожного компонента (за визначеним критерієм) під час формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти було застосовано метод експертних оцінок. Для експертного оцінювання було залучено 10 вчителів-експертів, які індивідуально визначили ранг кожного із запропонованих компонентів. З використанням коефіцієнта вагомості (конкордації Кенделла) (W) була встановлена наявність середнього ступеня узгодженості думок 10 залучених експертів щодо вагомості кожного компоненту досліджуваної компетентності ($W = 0,5201$). Для оцінки значимості отриманого коефіцієнта конкордації обчислено критерій узгодженості Пірсона ($\chi^2 = 21,5$), із якого видно, що одержані результати експертного оцінювання є значимими і можуть

використовуватися для проведення подальшого дослідження.

На основі визначених вчителями-експертами рангів у сформованості кожного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах впровадження STREAM було обчислено коефіцієнт вагомості (W) для кожного з них: когнітивний – 0,34; діяльнісний – 0,38; ціннісно-мотиваційний – 0,28.

Відповіді на анкетування, тестування діагностики, а також виконаний проєкт оцінювалися окремо, що уможливило вимірювання рівнів сформованості кожного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики. Розподіл балів за кожним із завдань відбувався відповідно до встановленого коефіцієнта вагомості. Шкала, за якою оцінювалась робота для визначення рівня складала 100 балів (до 30 – базовий рівень, 31 – 70 – технологічний рівень, 71 – 100 творчий рівень).

Узагальнена кількісна характеристика вихідного стану сформованості всіх компонентів інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики, визначена в ході педагогічного експерименту, наведена у таблиці 1.9 та на рисунку 1.8.

Таблиця 1.9

**Кількісні характеристики рівнів вихідного стану сформованості
інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики**

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)	Контрольна група (74 учні)
	%	%
Базовий	50,6	51,2
Технологічний	37,4	36,2
Творчий	12	12,6

Так відповідно до проведених обчислень можна зробити висновок, що в більшості учнів переважає базовий (50,6% в ЕГ, 51,2% в КГ) рівень, у той час як кількісні характеристики творчого рівня (12% в ЕГ, 12,6% в КГ) сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти виявився значно меншими у порівнянні з іншими рівнями.

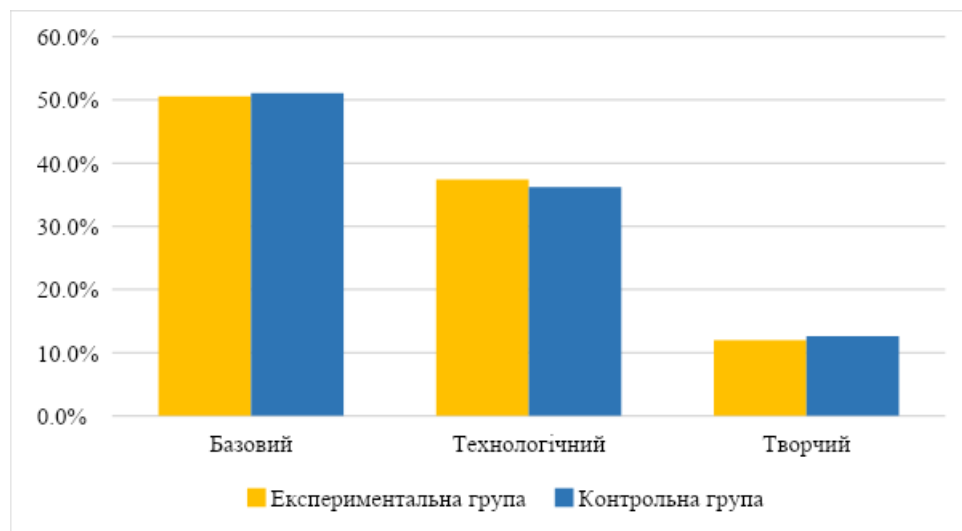


Рис. 1.8. Порівняльна оцінка рівнів вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на констатувальному етапі педагогічного експерименту

Зауважимо, що у кожному освітньому закладі експериментальної бази дослідження систематично реалізувалися STEM-STEAM-STREAM-заходи. Значущим є досвід Бахмутської загальноосвітньої школи I-III ступенів №10 Бахмутської міської ради Донецької області, який підкреслюється обраною темою інноваційної діяльності школи «Формування ключових компетентностей через впровадження STREAM-освіти» (затверджена на засіданні педагогічної ради закладу від 30.08.2018 р., протокол №1).

Також, опрацювавши надані для аналізу в ході дослідження нормативні документи обраних закладів загальної середньої освіти Донецької області (Бахмутська ЗОШ№2, Бахмутська ЗОШ№5 з профільним навчанням, Слов'янський педагогічний ліцей, Билбасівський опорний ЗЗСО), та за підсумками педагогічного спостереження відзначаємо, що кожен освітній заклад реалізує засади Концепції природничо-математичної освіти(STEM-освіти), проте спостерігається здебільшого невеликий досвід участі учнів контрольної та експериментальних груп 8-11 класів у STREAM-проектах, який, на нашу думку, можна пояснити обмеженою кількістю годин, відведених у навчальних програмах середньої та старшої школи, які можна було б використати для вивчення даного напрямку, а

також відсутністю однозначно визначених критеріїв оцінювання на кожному з етапів такої діяльності, обмеженістю засобів для ефективного впровадження STREAM-освіти, що пов'язано в першу чергу з викликами пандемії та російсько-української війни, а також недостатньою на сьогодні кількістю підготовлених вчителів цього напрямку, які мають сформовані необхідні компетентності у галузі STREAM. З цим, на нашу думку, може і бути пов'язаний той факт, що спостерігається недостатня внутрішня мотивація учнів та незацікавленість у партнерській взаємодії під час виконання STREAM-проектів. Вказані недоліки можуть безпосередньо ускладнювати впровадження STREAM-програм у освітній процес закладів загальної середньої освіти України і перешкоджати формуванню ключових компетентностей учнів, зокрема інформаційно-цифрової, яка у сучасному світі по праву виступає основою для формування інших.

Здійснена діагностика показує, що рівень інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики, досліджений в контексті впровадження засад STREAM у закладах загальної середньої освіти, є переважно на базовому рівні за визначеними ціннісно-мотиваційним, когнітивним та діяльнісним компонентами, які, в свою чергу, узгоджені із критеріями (ціннісно-інтернальним, когнітивно-цифровим та проектно-технологічним). У той час головним результатом STEM-підходу до освіти згідно з Концепцією розвитку STEM-освіти до 2027 р. має стати логічно-критичне мислення, зосередження на творчому аспекті розв'язування стандартних задач, цікавість до вирішення реальних проблем суспільства.

Отже, окреслений перелік виявлених проблем в ході емпіричного дослідження дає можливість визначити і обґрунтувати педагогічні умови формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Висновки до розділу 1

На основі аналізу історико-педагогічної та філософської наукової літератури було уточнено зміст категорії «інформаційна компетентність», «цифрова компетентність», «інформаційно-цифрова компетентність». Згідно з нашим визначенням інформаційно-цифрова компетентність передбачає комплексне оволодіння знаннями, вміннями та ставленнями щодо здійснення інформаційних процесів із використанням цифрових технологій під час розв'язання як освітніх, так і життєвих задач.

Шляхом вивчення нормативно-правової бази галузі освіти і узагальнення матеріалів науково-педагогічних досліджень було визначено сутність і зміст поняття «інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики». Інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики розглядається нами як здатність ефективно використовувати комплекс інформаційних та цифрових ресурсів для отримання, осмислення та практичного застосування знань у вивченні фізики.

Проаналізовано структуру досліджуваної компетентності, представлену у навчальних програмах з фізики і у роботах науковців. В рамках нашого дослідження визначено 3 компоненти: когнітивний, діяльнісний і ціннісно-мотиваційний. В контексті впровадження STREAM-освіти було конкретизовано зміст компонентів.

Здійснено аналіз сучасного стану розвитку STREAM-освіти в Україні та світі. В результаті наукових розвідок з'ясовано, що STREAM є найбільш повним методологічним розширенням напряму STEM в освіті, впровадження якого почалося із 2000-их років у США, а наразі активно реалізується у багатьох розвинених країнах світу, зокрема у Сингапурі, США, Фінляндії та ін. В Україні впровадження даного напрямку в освіту розпочалося у 2015 році, регламентується Концепцією розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) від 2020 р., зокрема визначено його успішну імплементацію у освітній процес закладів загальної середньої освіти. Вибір напрямку STREAM, як найбільш повного методологічного розширення STEM, у нашому дослідженні обумовлено тим, що

STREAM це цілісний підхід до освіти, який ґрунтується на інтеграції найширшого спектру освітніх галузей, кооперації, залученні великої кількості ресурсів.

Було розпочато педагогічний експеримент, який складався з трьох етапів: констатувального, формувального та контрольного. На констатувальному етапі експериментального педагогічного дослідження було розроблено діагностичний інструментарій (критерії, показники та рівні) для визначення вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. Відповідно до структури досліджуваної компетентності було обрано когнітивно-цифровий, проєктно-діяльнісний та ціннісно-інтернальний критерії, виокремлено базовий, технологічний та творчий рівні її сформованості.

До участі в експериментальному дослідженні було залучено 152 учні 8-11 класів закладів загальної середньої освіти Донецької області. За підсумками констатувального етапу експерименту встановлено, що рівень інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики, досліджений в контексті впровадження засад STREAM у закладах загальної середньої освіти, є переважно на базовому рівні (діагностовано у більше ніж 50% учнів експериментальної і контрольної груп).

Матеріали, представлені у другому розділі, опубліковано у статтях і матеріалах конференцій: [37], [41], [47], [208].

РОЗДІЛ 2.

РОЗРОБКА ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STREAM-ОСВІТИ

2.1. Теоретичне обґрунтування педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти

Корифей української педагогічної думки В. Сухомлинський писав «... кожна дитина неповторна й талановита по-своєму, необхідно лише створити належні умови для її реалізації» [173, с. 85].

Здійснена у попередньому розділі діагностика вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти стала основою для теоретичного обґрунтування та розробки педагогічних умов її формування в системі закладів середньої загальної освіти України.

Враховуючи особливості сучасного стану вивчення фізики як компонента природничої освітньої галузі, головними є питання реалізації концепції природничо-математичної освіти (STEM-освіти) і формування ключових компетентностей учнів, як зазначено у Концепції НУШ.

Темою нашого дослідження актуалізовано інформаційно-цифрову компетентність, яка стає основою для формування інших компетентностей, зважаючи на виклики сьогодення. Постає питання визначення та обґрунтування педагогічних умов, що сприятимуть успішному формуванню інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті ефективного впровадження STREAM-освіти.

З метою реалізації завдань нашого дослідження, спочатку розглянемо трактування дефініцій «умова» та «педагогічна умова» у довідниковій літературі, роботах вітчизняних науковців та освітян.

Великий тлумачний словник сучасної української мови визнає умову як «необхідну обставину, яка уможливорює здійснення, створення, утворення чого-небудь або сприяє чомусь» «правила, які існують або встановлені в тій чи іншій галузі життя, діяльності, які забезпечують нормальну роботу чого-небудь» [15, с. 1295].

У словнику філософських термінів поняття «умова» трактується як «філософська категорія для позначення тих факторів (лат. factor – чинник), котрі є необхідними для виникнення, існування та зміни певних предметів та явищ» [183, с. 230].

Категорія «умова» у філософській літературі виражає відношення предмета до довкілля, без яких він не може існувати, тобто умови складають те середовище, обставини, в яких він виникає, існує й розвивається.

Словник-довідник з професійної педагогіки дефініцію «умова» тлумачить як «сукупність явищ зовнішнього та внутрішнього середовища, що ймовірно впливає на розвиток конкретного психічного явища; до того ж це явище опосередковується активністю особистості, групою людей» [164, с.193].

Представлені визначення є досить інформативними в рамках нашого дослідження, оскільки дають основні характеристики концепту «умови», зокрема вказують на необхідність створення певних умов, які сприятимуть формуванню інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Отже, під умовою зазвичай розуміють обставини і фактори, які впливають на будь-який процес дійсності. Термін «умови» є багатоаспектним поняттям, що включає комплекс певних правил, фактів, обставин, впливів, процесів, які уможливають керування будь-яким процесом.

У психолого-педагогічній літературі поняття «умови» деталізується в контексті педагогіки та набуває різноаспектного значення концепту «педагогічні

умови», тобто умови, спрямовані на вирішення проблем, що виникають при здійсненні цілісного освітнього процесу. Також вживаними у роботах науковців та педагогів є такі категорії як дидактичні умови, організаційно-педагогічні умови, психолого-педагогічні умови, соціально-педагогічні умови, здебільшого вони ототожнюються з поняттям «педагогічні умови».

Українські вчені А. Алексюк, А. Аюрзанайн, П. Підкасистий педагогічні умови розглядають як чинники, що впливають на процес досягнення мети, при цьому поділяють їх на: зовнішні (позитивні відносини викладача і студента; об'єктивність оцінки навчального процесу; місце навчання, приміщення, клімат тощо) та внутрішні (індивідуальні властивості студентів, тобто стан здоров'я, властивості характеру, досвід, уміння, навички, мотивація тощо) [2].

За визначенням науковця О. Малихіна, «умови» є зовнішніми та внутрішніми обставинами, що перешкоджають або сприяють ефективній дії факторів розвитку [86]. Дане представлення акцентує нашу увагу на тому, що умови можуть не тільки сприяти досягненню мети, а й перешкоджати цьому.

Дослідниця О. Єжова окреслює «умови» як обставини, які є достатніми та необхідними для реалізації усіх можливостей певного процесу. Таке тлумачення дає можливість виокремити важливу характеристику цієї дефініції – достатність. Разом з тим, авторка розглядає педагогічні умови як надзвичайно різнопланові обставини педагогічного процесу. Зокрема, виокремлює психолого-педагогічні умови, що спрямовані на формування і розвиток певних особистісних якостей та психологічних утворень [53, с. 57].

Схожою і прийнятною є думка Л. Загребельної щодо означення дефініції «педагогічні умови», яка трактується авторкою наступним чином «це такі обставини, від яких залежить і на основі яких відбувається цілісний продуктивний педагогічний процес якісної підготовки майбутніх фахівців, що опосередковується активністю особистості [55, с. 291].

Дослідник І. Буцик говорить про «організаційно-педагогічними умовами», під якими розуміє «спеціально створені в педагогічному процесі обставини, що забезпечують цілеспрямований упорядкований та узгоджений вплив на особистість

чинників, які є необхідними та достатніми для досягнення поставлених цілей» [13, с. 76].

Аналіз філософської та психолого-педагогічної літератури дозволяє стверджувати, що термінологічної єдності стосовно дефініцій «умова» та «педагогічна умова» немає.

В ході нашого дослідження актуальним буде згадати визначення В. Манько, і буде максимально узагальнювати визначення попередніх авторів твердженням, що «педагогічні умови – взаємопов'язана сукупність внутрішніх параметрів та зовнішніх характеристик функціонування, що забезпечує високу результативність освітнього процесу і відповідає психолого-педагогічним критеріям оптимальності» [87, с. 155].

Також доцільним вважаємо визначення ключових факторів, що будуть вагомим у нашому тлумаченні досліджуваного поняття, а саме їх цілісність, доцільність, повнота та конкретність. Важливим є також визначення структури педагогічних умов, у яких присутні як внутрішні чинники, що забезпечують вплив на розвиток особистісної сфери суб'єктів освітнього процесу, так і зовнішні елементи, що сприяють формуванню процесуальної складової системи.

Отже, реалізація таких педагогічних умов повинна забезпечувати розвиток і ефективне функціонування всієї педагогічної системи.

Тож в нашому дослідженні будемо розглядати педагогічні умови як важливий компонент організації і удосконалення освітнього процесу, який буде фундаментом для формування компетентної особистості шляхом реалізації засад успішної взаємодії та осучаснення освітнього середовища.

В контексті завдань дослідження необхідним виступає наукове обґрунтування педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності.

Аналіз відкритих науково-педагогічних джерел свідчить, що на сьогодні питання окреслене здебільшого для окремих компонентів компетентності, таких як «інформаційна компетентність» та «цифрова компетентність». Також результат наукових пошуків і відкритих джерел показав, що визначенню педагогічних умов

формування інформаційно-цифрової компетентності здобувачів ЗЗСО мало освітлено у роботах науковців.

У системі вищої освіти до організаційно-педагогічних умов формування інформаційної компетентності Т. Лупиніс відносить наступні:

- відповідність наповнення навчальних планів і програм новітнім напрямам розвитку галузі інформаційних технологій;
- позитивна мотивація вивчення та використання сучасних інформаційних технологій у навчальній діяльності для особистісного та майбутнього професійного зростання;
- забезпечення збалансованості між індивідуальними та груповими формами навчання;
- організація моніторингу зазначеного процесу [85, с. 90–92].

Дослідниця І. Воротнікова демонструє своє бачення щодо педагогічних умов у системі післядипломної освіти:

- цифровізація освіти і наявність нормативно-правових документів;
- готовність післядипломної освіти забезпечити формування цифрової компетентності вчителів;
- розвинута ІТ-інфраструктура закладів освіти, в яких працює вчитель;
- мотивація вчителя до професійного розвитку [18].

Схожу думку поділяє О. Мирошниченко, яка до організаційно-педагогічних умов формування цифрової компетентності майбутніх педагогів закладів вищої освіти відносить наступні:

- діджиталізація освітнього простору університету, що забезпечує формування у магістрантів позитивної мотивації до опанування цифровою компетентністю;
- моделювання магістрантами педагогічної діяльності викладача, насиченої застосуванням цифрових засобів навчання;
- розвиток здібностей магістрантів до роботи з цифровими засобами навчання [98].

Крім того, О. Іваницький зазначає, що для формування цифрової

компетентності майбутнього вчителя фізики потрібен комплекс заходів:

- оновлення освітньої програми в частині переліку фахових компетентностей і введення до її змісту цієї компетентності;
- визначення переліку навчальних дисциплін, в рамках яких буде відбуватися її формування;
- координація діяльності викладачів означених дисциплін;
- модернізація цифрової ресурсної бази [59].

У своєму дисертаційному дослідженні О. Черняковою серед педагогічних умов, які сприятимуть формуванню цифрової компетентності майбутніх педагогів у професійній діяльності виділено:

- зорієнтованість цілей і мотивів майбутньої професійної діяльності на самовдосконалення і застосування цифрових технологій;
- системне використання цифрових технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів у закладах вищої освіти;
- оволодіння здобувачами освіти етапів застосування цифрових технологій;
- створення цифрового освітнього середовища у закладі вищої освіти, практична орієнтація науково-дослідної, самостійної та індивідуальної роботи студентів на застосування цифрових технологій [187].

З огляду на наукові роботи у галузі загальної середньої освіти, то прийнятними і дотичними в ході нашого дослідження є педагогічні умови розвитку цифрової компетентності учнів в умовах інтерактивного середовища, запропоновані освітянкою, науковицею О. Кочетковою:

- створення позитивної мотивації учнів за допомогою організації рефлексивної діяльності щодо наявного рівня сформованості цифрової компетентності;
- збагачення змісту, представленого в електронному інтерактивному середовищі матеріалом, що сприяє розвитку інформаційної компетентності [73].

Також авторка в ході свого дослідження констатує, що для формування цифрової компетентності необхідне інтерактивне середовище. Під інтерактивним

навчанням розуміє використання власного досвіду учнями під час розв'язання проблемних завдань зі свободою у розумовій діяльності. До тенденцій розвитку освітнього процесу відносить використання інформаційно-комунікаційних технологій. Об'єднуються ці твердження, на думку О. Кочеткової, прямою взаємодією учнів з освітнім середовищем та передбачає їх активну розумову діяльність [73].

Українська дослідниця О. Трифонова у своїй Концепції розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій до педагогічних умов ефективного функціонування і розвитку інформаційно-цифрової компетентності відносить систему психолого-педагогічних та матеріальних заходів забезпечення ефективного розвитку інформаційно-цифрової компетентності, впровадження цифровізації, компоненти ІЦК: уміння, ставлення, освітні ресурси [177].

Дотичною в межах нашого дослідження, але більш практично спрямованою вважаємо роботу О. Мартинюка, у якій автор окреслює наступні шляхи досягнення інформаційно-цифрової компетентності учнів і вчителів у вивченні фізики в умовах STEM-освіти:

- Наочне представлення теоретичної інформації
- Проведення коротких тестувань
- Використання хмарних технологій
- Застосування спеціалізованого програмного та апаратного забезпечення
- Використання мобільних пристроїв [88].

Аналіз наукової-педагогічної літератури засвідчує, що питання визначення педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності більш повно знайшло своє відображення у роботах, присвячених підготовці майбутніх вчителів у закладах вищої освіти. Щодо проблеми педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності в процесі навчання фізики у системі середньої загальної освіти, то відзначимо, що питання було недостатньо розглянуто, зокрема, незначним є його освітлення науковцями в контексті

впровадження STREAM-освіти. Брак визначених педагогічних умов з даного питання у роботах вітчизняних дослідників, на нашу думку, також можна пов'язати із тим, що імплементація напрямку STREAM у освітній процес у закладах загальної середньої освіти все ще знаходиться на початковому етапі. Відомо, що початок впровадження засад STEM, а зокрема його методологічних розширень STEAM та STREAM, у системі загальної середньої освіти України припадає на 2015 – 2016 рік, проте Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEAM-освіти) була затверджена у 2020 році, охопивши період пандемії COVID19. Також у зв'язку з цим питання формування інформаційно-цифрової компетентності у учнів, які в період локдауну вимушені були здобувати освіту дистанційно, вбачається вкрай важливим.

Крім того, Концепцією розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки визначалося, що першочерговими завданнями є формування ґрунтовної національної політики цифровізації освіти як пріоритетної складової частини реформи освіти [145].

Також Концепція зазначає, що реформування середньої освіти має відповідати потребам розвитку цифрової економіки, цифрового суспільства, інноваційного та креативного підприємництва. Використання цифрових технологій у школі має носити багатоплатформний наскрізний характер, тобто використовуватися не лише на уроці інформатики в окремому класі інформатики, як зазвичай, а під час навчання інших предметів, взаємодії учнів один з одним та з вчителями, реальними експертами, здійснення досліджень, індивідуального навчання [145].

З початку повномасштабної війни в Україні дистанційна, а згодом дистанційна і змішана форма навчання довели, що інформаційно-цифрова компетентність є вагомим у всіх освітніх галузях, зокрема її необхідність важко недооцінити під час вивчення фізики, коли процес виконання лабораторних робіт та демонстрацій з шкільного кабінету перейшов у онлайн режим і здійснюється за допомогою цифрових освітніх ресурсів.

Важливим, на нашу думку, у організації дистанційного і змішаного навчання

є також створення єдиного віртуального освітнього простору, де постане можливим якісне здійснення освітнього процесу, зокрема на засадах педагогіки партнерства, яку передбачає Концепція НУШ.

У Методичних рекомендаціях МОН з організації дистанційного навчання вказано, що українське законодавство не передбачає змішаної форми здобуття освіти як такої, тож, якщо в школі організоване змішане навчання, форма здобуття освіти є очною з використанням технологій дистанційного навчання [84].

Простір для організації навчання, згідно з Методичними рекомендаціями, має забезпечувати:

- можливість проведення онлайн-занять;
- доступ до різноманітних електронних навчальних матеріалів;
- отримання робіт учнів;
- оцінювання та зворотний зв'язок щодо виконаних робіт;
- можливість поставити питання та отримати відповідь поза межами онлайн-заняття [84].

Зазначимо, що така форма навчання може знижувати мотивацію учнів, це можна пов'язати як і з ситуацією у країні в цілому, так і з тим, що взаємодія учасників освітнього процесу здійснюється віддалено у синхронному та асинхронному режимі.

Комунікація є невід'ємною складовою педагогічного процесу. Від рівня комунікації залежить ефективність навчання. Взаємодія між учителем та учнем в умовах дистанційного навчання відбувається в межах штучно створеного комунікативного простору, таке твердження надане розробниками Методичних рекомендацій щодо організації дистанційного навчання. Комунікативний простір передбачає сформовану ситуацію взаємодії, в якій є місце, час та взаємне бажання для спілкування, спрямовані на досягнення цілей процесу навчання. В умовах дистанційного навчання цей процес вбачається складнішим, бо породжений необхідністю спільної діяльності, сприйняття та розуміння інших у віртуальному просторі [84].

Поділяємо думку М. Смирнової і М. Астахової, які до складнощів дистанційного навчання відносять не тільки стимулювання учнів до внутрішньої роботи, а й можливість розгортання діалогу, який дозволяє їм висловлювати найрізноманітніші пропозиції. Основна мета комунікації полягає в залученні та мотивації учасників до навчання [165].

Нейропедагогиня М. Пристінська зазначає «Діти максимально вмотивовані вчитися, коли знають кінцеву мету і розуміють кроки її досягнення. Саме тому конструктивний зворотний зв'язок від учителя – важлива складова прогресу учнів на шляху від однієї навчальної мети до іншої. Описовий зворотний зв'язок від учителя надає дорожню карту, у якій зазначено, де перебуває дитина в процесі отримання знань і що вона має зробити, щоб успішно завершити свою подорож» [163].

Тож, погоджуючись із авторкою, вважаємо, що одним із шляхів підвищення мотивації учнів є наскрізне формувальне оцінювання, під час здійснення якого важливим також є надання якісного зворотного зв'язку вчителем на кожному з етапів навчання, зокрема за допомогою цифрових інструментів.

У своїх роботах науковці вказують на те, що цифрові освітні ресурси підтримують впровадження STREAM багатьма способами.

Так дослідники О. Романишина та Р. Грушко зазначають «оскільки освіта STEM часто зосереджується на теорії, а не на практичному застосуванні, технології можуть полегшити викладання STEM у більш прикладний спосіб. Цифрові інструменти, такі як інтелектуальні системи та технології адаптивного навчання, можуть персоналізувати навчання для учнів і допомогти їм керувати власним навчанням» [152].

Отже, ґрунтовний аналіз наукових робіт вітчизняних та закордонних вчених з питання формування інформаційно-цифрової компетентності, зокрема в освітньому процесі з фізики у закладах загальної середньої освіти, досліджень, присвячених впровадженню STREAM-напряму (STEM, STEAM), а також власний педагогічний досвід, в тому числі результати констатувального етапу експерименту, здійсненого в рамках нашого дослідження, дозволили визначити

педагогічні умови, які, на нашу думку, забезпечать ефективне формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти:

- опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM;
- створення віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору;
- забезпечення вмотивованості до підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності з фізики.

Розглянемо детальніше першу окреслену педагогічну умову – *опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM*.

У Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки виокремлено поняття «цифрова освіта», під якою розуміють об'єднання різних компонентів і найсучасніших технологій завдяки використанню цифрових платформ, впровадженню нових інформаційних та освітніх технологій, застосуванню прогресивних форм організації освітнього процесу та активних методів навчання, а також сучасних навчально-методичних матеріалів [145].

Основними напрямками цифровізації освіти, згідно з Концепцією, є:

- створення освітянських ресурсів і цифрових платформ загального доступу для учнів і вчителів;
- розроблення та впровадження інноваційних засобів навчання та обладнання для створення цифрового навчального середовища (мультимедійні класи, науково-дослідних STEM-центрів лабораторії, інклюзивні класи, класи змішаного навчання);
- організація широкоплатформового доступу до інтернету учнів та студентів у навчальних класах та аудиторіях в закладах освіти всіх рівнів;
- розвиток дистанційної форми освіти з використанням когнітивних та мультимедійних технологій [145].

Також у Концепції подається визначення терміну «цифрове середовище», як таке, що охоплює інформаційно-комунікаційні технології, включаючи інтернет, мобільні та пов'язані з ними технології та пристрої, а також цифрові мережі, бази

даних, контент та послуги, та яке використовується для взаємодії з іншими користувачами та доступу та публікації створеного контенту [145].

Дослідники наголошують, що сучасне цифрове освітнє середовище спрямоване на забезпечення безперервності процесу навчання (life long learning) та його індивідуалізації з урахуванням технологій просунутого навчання (advanced learning technologies), які включають у процес навчання використання великих даних (big data), віртуалізації, віртуальної та доповненої реальності (VR, AR), хмарних обчислень, мобільних технологій та ін. [20].

Ключовим складником цифрового освітнього середовища є «цифрові ресурси», що містять будь-який тип цифрового контенту, розташований на цифрових носіях будь-якого типу, або розміщені в інформаційно-телекомунікаційних системах та одразу зрозумілі користувачеві, на відміну від даних, що потребують аналізу, обробки та/або інтерпретації, щоб бути корисними для освітян [144].

Національне агентство кваліфікацій у методичних рекомендаціях щодо розроблення професійних стандартів дає означення цифрових ресурсів, як будь-яких типів ресурсів, які можна передати та/або отримати доступ до них із застосуванням цифрових технологій [93].

Дослідник А. Дробін зазначає, що цифрові ресурси – це сукупність цифрового контенту впорядкованого/ поданого в зручній формі для виконання завдань та досягнення цілей в усіх сферах життєдіяльності; матеріали, що були задумані та створені цифровим способом та/або шляхом перетворення аналогових матеріалів у цифровий формат. Автор виділяє: електронні бази даних, архіви, урядові документи, економічні дані, енциклопедії, бібліографічні покажчики, електронні книги, цифрові колекції тез, доповідей, монографій, зображень, наукових досліджень, цифрові довідники, словники та путівники, цифрові освітні ресурси, а також мультимедійні та інтерактивні ресурси (цифрові симулятори, моделі, анімація, ігри, відеоресурси тощо) [51].

Аналіз досліджень документів Міністерства освіти і науки України актуалізував наше питання цифрових освітніх ресурсів у контексті проєкту

Концепції цифрової трансформації освіти і науки на період до 2026 року.

Так, зазначається, що Концепція спрямована на подолання низки проблем:

- низький рівень цифрових компетентностей учасників освітнього процесу;
- застарілий зміст освіти з навчальних предметів інформатичної галузі;
- освітні програми не спрямовані на формування необхідних цифрових компетентностей у майбутніх педагогічних працівників;
- відсутність сучасної техніки і технологій та достатнього покриття мережі інтернет в закладах та установах системи освіти і науки;
- відсутність якісного цифрового освітнього контенту для здобуття освіти;
- відсутність актуальної, достовірної інформації про здобувачів освіти, педагогічних та науково-педагогічних працівників, а також науковців для прийняття управлінських рішень;
- забюрократизованість процесів внутрішнього документообігу закладів та установ освіти і науки;
- непрозорість розподілення фінансування наукових досліджень для українських вчених;
- незручність отримання послуг та сервісів у системі освіти;
- недоступність наукових ресурсів та інфраструктур;
- відсутність ефективних електронних систем подання звітності у закладах освіти і науки» [147, с.4].

Як бачимо, проблема використання цифрових освітніх ресурсів є перспективною для здійснення подальшого обґрунтування умов.

В рамках нашого дослідження варто відзначити, що освітнє середовище закладів загальної середньої освіти в Україні потребує удосконалення шляхом ефективного насичення його цифровими освітніми ресурсами.

Відповідно до тлумачення поняття фахівцями Інституту Новітніх Технологій в Освіті «цифрові освітні ресурси є представленими в електронному вигляді навчально-методичними матеріалами, що вміщують як елементарні об'єкти (текст, малюнок, анімацію, модель), так і складні форми (документ, слайд, презентація, тест, курс)» [17].

А. Дробін у своєму дослідженні пропонує поділити цифрові освітні ресурси на 6 класів, представлених у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Класифікація цифрових ресурсів (за А. Дробіним) [51]

Ресурси	Змістове наповнення ресурсу
Платформи	Контентні проекти Тренажери Дистанційні курси (школи)
Інформаційні джерела	Відеоконтент Новини Графічний контент (фото, картинки, 3D-графіка) Презентації Анімація Бази даних Енциклопедії Електронні книги Онлайн-бібліотеки Інфографіка
Цифрові середовища	Віртуальне реальність VR Доповнена реальність AR Змішана (гібридна) реальність MR Комп'ютерні моделі Ігрова реальність Симуляції Предметні (дисциплінарні) освітні середовища
Інструменти і сервіси	Месенджери Віртуальні лабораторії Мобільні додатки Прикладні програми тематичного спрямування Відеомесенджери Хмари Блокчейн
Цифрові інтерактивні засоби	Цифрові мультиміріювальні комплекси Інтерактивна дошка Мобільні гаджети Цифрові лабораторії Цифрові навчальні пристрої Документ-камера Інтерактивні карти Електронні конструктори Програмовані пристрої Інтерактивні столи
Системи автоматичного управління	Електронні журнали Системи адміністрування Електронний документообіг Блокчейн

Автор пояснює класифікацію наступним чином:

1. платформи, які є автоматизованими засобами навчання;
2. цифрові інформаційні ресурси;
3. створювані за допомогою цифрових технологій цифрові середовища;
4. спеціалізовані інструментальні засоби для організації освітнього процесу;
5. фізичне обладнання, в основі якого лежить використання цифрових технологій, що призначене для організації та забезпечення освітнього процесу, формування та застосування інформаційно-цифрових компетентностей.
6. автоматизовані системи навчального та наукового призначення [51].

Науковець справедливо відзначає, що подана класифікація дозволяє охопити всі основні існуючі види і типи цифрових ресурсів та узгодити їх типологію відповідно до законодавчого поля.

Цілком погоджуємося із запропонованою дослідником класифікацією, вважаємо її структуровано-логічною і найбільш повною.

Дослідниця О. Литвиненко слушно додає, що сьогодні формують цифрове середовище та розвиваються в ньому «SMART»-технології («передові», «розумні»), прикладами яких є:

- телекомунікаційні технології (Big Data);
- технології розподіленого реєстру (зокрема блокчейн);
- штучний інтелект (AI), чат-боти;
- інтернет речей;
- технологія цифрового сліду;
- віртуальна та доповнена реальність [80].

Всі ці ресурси є невід’ємною частиною цифрового освітнього середовища, тому, на думку авторки «нинішнім та майбутнім поколінням треба здобувати та відточувати такі навички:

- Критичне мислення
- Комунікаційні навички
- Емоційний інтелект

- Аналітичні здібності
- Технічні навички (STEM)» [80].

На загальнодержавному рівні сьогодні створення системи цифрової освіти є пріоритетним напрямком, що регламентується законодавчо Положенням про Єдиний державний вебпортал цифрової освіти «Дія. Цифрова освіта» [129], Положенням про Національну освітню електронну платформу [70], Державною стратегією регіонального розвитку на 2021 – 2027 роки [138].

7 грудня 2022 р. Міністерство освіти і науки України спільно з ДНУ «Інститут освітньої аналітики» у співпраці з компанією SoftServe, за підтримки проекту «Tech To The Rescue» та краудсорсингової ініціативи OPEN/TECH для закладів освіти України всіх рівнів презентували створений інформаційний ресурс «Цифрові сервіси для освіти України» (<https://mooc4ua.online/>), орієнтований на здобувачів освіти, педагогічних, науково-педагогічних, наукових та адміністративних працівників закладів освіти, а також для партнерів, що мають змогу сприяти цифровій трансформації освіти [185].

Метою курсу розробки вбачають забезпечення оперативного інформування закладів освіти України про всі наявні для них можливості безкоштовного доступу до навчальних платформ та сервісів, умови приєднання до програм від партнерів [185].

Зазначимо, що ресурс повноцінно функціонує, на його сторінках регулярно публікуються успішні приклади використання відкритих онлайн-курсів та цифрових сервісів у освітньому процесі. Також на сайті доступна форма пошуку відповідних онлайн-курсів для вчителів, що починають знайомство з відкритими ресурсами.

Розробниками також передбачається створення інструментарію для збору й узагальнення інформації від викладачів щодо відповідності різних онлайн-курсів навчальним дисциплінам та особливостям їхнього застосування [185].

Отже, бачимо, що проблема використання цифрових освітніх ресурсів у закладах загальної середньої освіти сьогодні є гострою і регламентується на законодавчому рівні у багатьох аспектах. Зокрема, їх практичне застосування

освітнянами є предметом чисельних досліджень.

Так, наприклад, викладачка КВНЗ «Харківська академія неперервної освіти» Ю. Василенко у межах реалізації інноваційного освітнього проєкту Всеукраїнського рівня за темою «Розроблення і впровадження навчально-методичного забезпечення для закладів загальної середньої освіти в умовах реалізації Державного стандарту базової середньої освіти» у квітні 2023 р. презентувала практичні матеріали за темою «Цифрові освітні ресурси: практика використання», авторка зазначає: «Сьогоднішні реалії роботи за умов воєнного стану такі, що цифрові ресурси стають однією з ключових можливостей існування освітньої системи нашої країни. Стала реальністю ситуація, коли без використання інформаційно-комунікаційних технологій стало неможливо провадити освітню діяльність» [184].

Також є цікавою у даному напрямку розробка КЗ «ЗОІППО» Запорізької обласної ради, який представив «Репозиторій освітніх цифрових ресурсів» на допомогу освітній спільноті. Сайт, що містить перелік відкритих освітніх ресурсів за рубриками:

- Сервіси на основі Штучного Інтелекту;
- Запорізький портал ЗапоВікі;
- Вебплатформи організації та підтримки дистанційного навчання;
- Інструменти для створення відеоконференції;
- Віртуальні лабораторії;
- Інтерактивний контент;
- Мобільні додатки;
- Підбірка різних ресурсів [151].

Зазначимо, що такі практики є успішними по всій Україні, це свідчить про готовність освітян свідомо використовувати цифрові освітні ресурси і, на нашу думку, є однією із важливих умов формування інформаційно-цифрової компетентності здобувачів.

Особливого значення в умовах війни, що супроводжується вимушеним зниженням видатків на освіту, зокрема на фінансування окремих гілок

інноваційних програм, таких як повноцінне обладнання STEM-просторів, передбачене Концепцією розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), а також перенесенням зруйнованих під час війни освітніх закладів у віртуальний освітній простір, в тому числі з метою реалізації принципу доступності, набуває використання у освітньому процесі саме відкритих освітніх ресурсів.

Поняття «відкриті освітні ресурси» (Open Educational Resources) було вперше використано в обіг на Форумі з питань про відкриті навчальні системи для розвиваючих країн, організованому ЮНЕСКО у липні 2002 р. Зазначалося, що відкриті освітні ресурси – наукові та навчальні ресурси, які розміщено у відкритому доступі або мають ліцензією, яка дозволяє їх безкоштовне використання і модифікацію третіми особами [120]. Питання пошуку відкритих освітніх ресурсів в умовах сьогодення є гострим для кожного закладу освіти, разом з тим, з огляду на вищезазначене, ми спостерігаємо стрімкі позитивні зрушення.

Аналізуючи безліч існуючих на сьогодні запропонованих класифікацій цифрових освітніх ресурсів, в рамках теми нашого дослідження, пропонуємо власну структуру (таблиця 2.2), яка містить найдоцільніші, на нашу думку, переважно відкриті освітні цифрові ресурси, що будуть сприяти формуванню інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Класифікація подається в залежності від дидактичних можливостей з акцентом на методологічне розширення Концепції STEM-освіти галузями A – Art (мистецький компонент) та R – Reading + WRiting (читання та письмо).

Відзначимо, що представлені категорії цифрових освітніх ресурсів є неповними, в залежності від освітніх цілей та завдань можуть імплементуватися і взаємозамінюватися, проте, на нашу думку, вони надають ще одну ідею про можливість класифікації різноманітних цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики в умовах впровадження STREAM-освіти.

Представлена класифікація може слугувати кейсом для вибору та впровадження цифрових ресурсів у освітній процес з метою підвищення ефективності STREAM-освіти.

Таблиця 2.2

Класифікація цифрових освітніх ресурсів (кейс для учнів)

Тип цифрових освітніх ресурсів	Приклади	Дидактичні можливості
Інтерактивні симуляції та моделювання явищ і процесів	PhET Interactive Simulations. симуляції для вивчення фізики та інших STEM-дисциплін	візуалізація абстрактних фізичних концепцій через інтерактивні моделі;
	Blender. інструмент для створення 3D-моделей та анімацій, може бути використаний у STEM-проектах, а також для вираження компоненту мистецтва.	створення та редагування 3D-моделей для розуміння фізичних явищ, процесів
	Labster Платформа з віртуальними лабораторіями для експериментів у фізиці та інших STEM-дисциплінах.	віртуальні лабораторії для проведення безпечних та ефективних експериментів
Інтерактивні відеоуроки та відеоінструкції	Khan Academy. відеоуроки з фізики та інших STEM-дисциплін	відеоуроки для глибшого розуміння тем з фізики та зв'язку з іншими STEM-галузями
	YouTube Science Channels. канали, такі як Veritasium, MinutePhysics, Vsauce надають цікаві та візуально привабливі пояснення фізичних концепцій, які поєднують STEM та мистецтво, іноді включають читання та письмо	розвиток активного слухання та візуального сприйняття, вивчення креативного підходу до складних наукових концепцій
	ReadWriteThink Video Library відео та інструкції для читання та письма через призму STEM, включаючи мистецтво	інтеграція мистецтва та читання через відеоконтент, створення умов для глибшого розуміння наукових тем, зокрема з фізики
Ігри для вивчення фізики	Minecraft: Education Edition гра для створення світу, де можна втілювати STEM-ідеї та взаємодіяти з ними	відома гра для створення світу, де можна розвивати навички читання та письма у STEM-контексті, а також виявляти свою творчість
	Scribblenauts гра, де можна використовувати STEM-концепції для розв'язання завдань, що вимагають активного читання та письма	використання STEM-концепцій для розв'язання творчих головоломок
	Read Theory платформа для розвитку навичок читання з використанням текстів із STEM та наукового контексту	використання ігрового підходу для розвитку читацьких вмінь у STEM-контексті

Продовження Табл. 2.2

Інтерактивні задачі та вправи	Kahoot! платформа для створення та гри в інтерактивні квізи, включаючи теми STEM та мистецтва	організація інтерактивних квізів для самоперевірки та підвищення мотивації
	STEM Read ресурс, який поєднує STEM-літературу з вправами читання та письма з мистецтвом	використання наукової літератури для стимулювання інтересу до читання в STEM-контексті
	ReadWriteThink завдання та вправи для читання та письма, включаючи STEM-тексти та ідеї мистецтва	розвиток аналітичних навичок та критичного мислення шляхом вирішення завдань
Наукові дані відкритого доступу	Google Arts & Culture віртуальні виставки та мистецькі колекції, що можуть стимулювати до читання та письма в контексті STEM	доступ до віртуальних виставок та мистецьких колекцій для інтеграції зі STEM-проєктами
	Smithsonian Open Access відкритий доступ до колекцій Смітсоніанського інституту, які можуть слугувати джерелом для збагачення читання та письма у STEM-контексті	використання відкритих даних для створення власних наукових проєктів та досліджень
Відкриті масові онлайн-курси та віртуальні школи	Coursera for Arts and Creativity курси з мистецтва та творчості, є акцент на читання в контексті STEM	участь у віртуальних курсах для учнів з метою вивчення STEM-принципів та їх інтеграція в мистецтві, читанні і письмі
	STEAM Education on edX: онлайн-курси, що об'єднують STEM і мистецтво на платформі edX.	участь у віртуальних курсах для учнів з метою вивчення STEM-принципів та їх застосування в мистецтві
	MIT Media Lab ресурси та онлайн-курси з відділу медіа-технологій Массачусетського технологічного інституту, які охоплюють STEM та мистецтво	участь у віртуальних курсах для учнів з метою вивчення STEM-принципів та їх інтеграції з мистецтвом

Відзначаємо, що цифрові освітні ресурси в умовах STREAM-освіти стають важливим інструментом для розширення можливостей у навчанні фізики та сприяють формуванню інформаційно-цифрової компетентності. Розроблена класифікація охоплює різноманітні ресурси, спрямовані також на інтерактивне навчання, розвиток креативності, критичного мислення, підвищення рівня

читацької компетентності учнів закладів загальної середньої освіти в контексті наукових та мистецьких вимірів.

Необхідність використання цих ресурсів, на нашу думку, визначається низкою чинників:

1. Інтердисциплінарність. STREAM підходить для інтердисциплінарного навчання, сприяючи налагодженню зв'язку між STEM-дисциплінами, мовно-літературною галуззю та мистецтвом. Використання цифрових ресурсів, що охоплюють всі аспекти STREAM, дозволяє учням бачити взаємозв'язок між різними галузями знань.

2. Залучення інноваційних технологій. Цифрові ресурси, такі як інтерактивні симуляції, відеоуроки та віртуальні ігри, дозволяють використовувати сучасні технології для навчання. Це робить навчання більш доступним та привабливим для учнів.

3. Розвиток критичного мислення. Використання різноманітних форматів, таких як відеоуроки, інтерактивні ігри та арт-проекти, дозволяє учням розвивати критичне мислення та креативність у вивченні фізики.

4. Стимулювання самостійної освітньої діяльності. Інтерактивні завдання та вправи, що розроблені для самостійного вивчення, допомагають учням розвивати самоорганізованість, спонукають до активного пошуку, слугують стимулом для навчання впродовж життя.

5. Реалізація Концепції STEM-освіти. STREAM-освіта прагне впроваджувати та поєднувати різні аспекти навчання, включаючи STEM-предмети, мистецтво та мовно-літературний компонент. Цифрові ресурси допомагають забезпечити це більш практично та вмотивовано.

6. Підготовка компетентного випускника НУШ. В контексті стрімкого технологічного розвитку та вимог цифрового суспільства, використання цифрових освітніх ресурсів, на нашу думку, стає ключовим чинником формування у учнів ключових та предметних компетентностей та сприяє підготовці учнів до викликів мінливого сьогодення.

Загалом, опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики в контексті STREAM-освіти сприяє впровадженню інноваційного та цілісного підходу до навчання, тим самим формуючи компетентності, зокрема інформаційно-цифрову, необхідну для успішної адаптації учнів до сучасного цифрового суспільства.

Досвід науковців, педагогів-практиків показує, що відкриті освітні цифрові ресурси є доповненням до традиційних засобів навчання, які забезпечують рівний доступ до якісної освіти здобувачів різних вікових груп та можливостей, зокрема дітей з особливими освітніми потребами, а також дають можливість їх використовувати під час індивідуального навчання, групової роботи, фронтальної роботи, проєктної діяльності.

Віртуальні лабораторії, освітні платформи, імітаційні тренажери, інтерактивні музеї, доповнена реальність перетворюють виконання подекуди громіздких лабораторних досліджень та експериментів у захоплюючий процес, тим самим формуючи ключові компетентності учнів і плекаючи творчу особистість. Також використання якісних освітніх цифрових ресурсів, з одного боку, створює позитивну мотивацію до опанування учнями фізики в контексті STREAM-освіти, і з іншого – сприяє ефективній партнерській взаємодії усіх суб'єктів освітнього процесу.

Тож, на наше переконання, в умовах буремного сьогодення під час вимушеного дистанційного та змішаного навчання новим викликом для системи загальної середньої освіти є якісна організація освітнього процесу, яка неможлива без опанування учнями потужного комплексу цифрових освітніх ресурсів.

Важливим питанням в галузі освіти залишається поступова реалізація започаткованих реформ, однією із яких є імплементація STREAM в Нову українську школу. Виходячи з аспекту значущості і доцільності *опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM* вважаємо обґрунтованою педагогічною умовою.

Переломним моментом в організації освітнього процесу для світової спільноти став період локдауну 2020-2021 р. під час пандемії COVID19. Українська

освіта доволі швидко зорієнтувалася у питаннях впровадження дистанційної форми навчання і кожен освітній заклад так чи інакше продовжив роботу, використовуючи найрізноманітніші цифрові освітні ресурси для формування ключових і предметних компетентностей, а також для досягнення найвищих результатів навчання у своїх здобувачів, що сприятимуть їх успішній інтеграції в суспільство на різних рівнях.

Як зазначає О. Литвиненко «вже сьогодні перехід до дистанційної освіти викликав стрімку зміну інформаційної взаємодії у сфері освіти:

- перехід до нелінійного й гіпертекстового представлення навчального матеріалу;
- розширення видів інформаційної взаємодії між педагогом та здобувачем освіти;
- зростання автономії здобувача освіти;
- розвиток самоосвіти в синхронному або асинхронному режимі;
- змінилися формати й структура представлення навчального матеріалу;
- збільшився рівень відповідальності всіх учасників освітнього процесу за результатами навчання» [80].

Погоджуємося з думкою авторки, що «ці процеси вимагають від системи освіти не тільки постійного освоєння і впровадження цифрових інструментів навчання, засобів і технологій навчання, а й переосмислення своєї ролі й прийняття відповідальних організаційних заходів, як внутрішніх, так і у взаємодії із зовнішнім середовищем з урахуванням особливостей освітнього процесу» [80].

У період активного дистанційного навчання особливого значення набула проблема освітньої комунікації, яка здійснювалася за допомогою цифрових інструментів. В Методичних рекомендаціях МОН щодо організації дистанційного навчання вказано, що дистанційне навчання передбачає кілька типів взаємодій з різними цілями: оперативне інформування; повідомлення нового матеріалу; уточнювальні запитання; коментарі до виконаних робіт тощо [84].

Також зазначено, що «важливо створити таку комунікаційну структуру, яка була б гнучкою (кожен педагог має власний простір для викладання необхідних

матеріалів, забезпечення взаємодій та відгуків учням) і багатогранною (учням не потрібно реєструватись у різнопланових системах, доступ відбувається з єдиного ресурсу чи порталу)» [84].

Розробники рекомендацій наголошують, що існує два завдання, які повинні виконуватися комунікаційними системами:

- Налагодження первинної комунікації між учнями, батьками та вчителями через служби миттєвих повідомлень (чати, спільноти) або сайт закладу освіти.
- Створення простору для організації дистанційного навчання, який має забезпечувати проведення онлайн-уроків, доступ до матеріалів, отримання робіт учнів, оцінювання та зворотний зв'язок [84].

Сучасне покоління учнів звикло взаємодіяти з навколишнім світом за допомогою гаджетів. Відомий австралійський демограф Mark McCrindle ввів для нього нову назву – покоління «альфа». Так називають усіх дітей, народжених після 2010 року (до 2025) [48].

Вчені припускають, що зараз ще зарано говорити про ґрунтовний аналіз особливостей даного покоління через їх незначний вік, але разом з тим прогнозують наступне:

- діти-альфа переживуть нову технічну революцію, яка торкнеться побуту, відпочинку, освіти;
- нове покоління рано почне заробляти, зможе забезпечувати себе навіть в підлітковому віці;
- цифрова грамотність досягне найвищого піку розвитку;
- покоління альфа зіткнеться з необхідністю міняти робоче місце раз в декілька років [48].

Тож здійснення процесу освітньої комунікації за допомогою цифрових освітніх ресурсів, на нашу думку, є доволі легким і невимушеним для здобувачів.

Проте повномасштабна російсько-українська війна 2022 р. внесла свої корективи: окрім вибору оптимальних цифрових ресурсів для організації якісного дистанційного навчання ще виникла необхідність максимально наповнювати існуючі у закладів загальної середньої освіти цифрові освітні простори, повністю

охопити та висвітлити кожен напрям роботи закладу.

Можемо зазначити, що для фізично зруйнованих, але функціонуючих на сьогодні закладів загальної середньої освіти, для яких з об'єктивних причин неможливе створення осередків у громадах, вкрай важливим є наявність віртуального простору, який буде ототожнюватися з реальним.

Питання створення віртуального освітнього простору, хоча і актуалізувалося у період локдауну та загострення збройної агресії, проте не було новим для світової освіти.

Вітчизняні дослідниці А. Кокарева, Л. Хоменко-Семенова, О. Алпатова проаналізувавши досвід університетів США, Канади, Великобританії та ряду країн Європейського Союзу засвідчують, що навчальні заклади цих країн, а особливо університети, вже не прив'язуються до місцевості [66].

Авторки дають визначення віртуального освітнього простору «це стихійний та водночас цілеспрямований розвиток якого чітко простежується на сучасному етапі, це відкрита система, що представляє собою взаємозв'язок інноваційних засобів та комунікацій для забезпечення ефективного навчання за наявності інтерактивної взаємодії всіх суб'єктів освітнього процесу» [66].

Також науковець Є. Ракітін обґрунтував поняття цифрове освітнє середовище – це частина цифрового простору, найближче зовнішнє оточення особистості, є сукупністю спеціальних освітніх (можливо педагогічних) умов (що створюються цифровими сервісами), які забезпечують та за допомоги яких безпосередньо відбувається діяльність усіх учасників освітнього процесу [100].

Українська філософка Г. Губська визначає такі вимоги до віртуального освітнього простору «має мати однозначні ознаки реальності, не виходити за межі соціальної поведінки, відповідати психолого-педагогічним умовам занурення особистості у видозмінений простір, представляти собою не фантастичний, а віртуалізований освітній простір, що можна було б охарактеризувати як реальний, але такий що дозволяє переміщатися в часі і просторі за допомогою відповідних технічних, програмних, мережевих, інформаційних, комунікаційних засобів тощо» [27, с. 42].

З виокремлених А. Кокаревою, Л. Хоменко-Семеновою, О. Алпатовою переваг віртуального освітнього простору розглянемо значущі в рамках нашого дослідження:

1. Мобільність. Вчитися онлайн комфортно: можна знаходитися фактично у будь-якому місці. Для цього навіть не завжди потрібен комп'ютер, бо більшість цифрових інструментів адаптовані під мобільні платформи.

2. Доступність. Долається проблема незручності говорити на публіці. В онлайн-середовищі ділитися думками з іншими може бути набагато простіше. За даними Національного інституту психічного здоров'я, 74% людей страждають від мовної тривоги.

3. Групове спілкування. Програми дистанційного навчання сприяють віртуальному спілкуванню та дозволяють працювати над проектом з членами команди за допомогою електронної пошти, чатів.

4. Гнучкий графік навчання. Певну кількість матеріалу можна опрацювати у будь-який зручний час.

5. Доступність викладача. Надається можливість спілкування з викладачем поза межами заняття засобами веб-технологій [66].

Цікавою є думка дослідниці Ю. Трач, яка виокремлює переваги і недоліки віртуального освітнього простору наступним чином. До переваг науковиця відносить безперервне підключення, економію часу, фінансову економію, гнучкість, легке відстеження матеріалу та оцінки, необмежений доступ до інформації, персоналізацію, можливість самостійно регулювати темп навчання, наочність, безпеку тощо [176].

Основними недоліками віртуального освітнього простору, на думку Ю. Ткач, є дезорієнтація в матеріалі, зниження концентрації уваги, дискомфорт від технологій, відсутність емоційного контакту між людьми, відтворення лише тієї інформації, яка є в комп'ютерному середовищі, втрата освітою аксіологічних, екзистенційно значущих характеристик, випромінювання, залежність від технічної підтримки, наявності технічного пристрою та підключення до Інтернет-мережі, поява відчуття ізоляваності, інформаційне перевантаження, дефіцит практичного

досвіду, відсутність менторської підтримки. [176, с. 170].

Як невід’ємна складова освітнього процесу імплементація STREAM-компоненту за вимогою сьогодення теж здійснюється, переважно, у дистанційному форматі, тому для закладів освіти цілком доцільним вважається, на нашу думку, перенести його також у віртуальний освітній простір.

В методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році підіймається питання освітнього STEM-середовища. Зокрема, зазначається, що «STEM-освіта нині стала тим необхідним простором безпеки і творчості, де дитина може відволіктися від страшного повсякдення війни та набути необхідних компетентностей для самореалізації. Звідси виникає необхідність створення безпечного освітнього STEM-середовища, зокрема, електронного освітнього середовища, в закладі освіти будь-якого типу та форми власності» [92].

Згідно з актуальністю теми нашого дослідження можна стверджувати, що такий цифровий освітній простір повинен бути STREAM-орієнтованим.

У визначенні власної структури такого простору будемо спиратися на ґрунтовну роботу в контексті нашої теми дослідниці Н. Сороко.

Авторка зазначає, що основними вимогами до STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу освіти, що буде формувати інформаційно-цифрову компетентність вчителя і учнів, є такі:

- якісні освітні ресурси, відкритий доступ до них всіх учасників;
- використання доцільних та інноваційних ресурсів, що забезпечать виконання учнями завдань із застосуванням знань та вмінь STEAM;
- створення та використання інформаційно-аналітичних систем підтримки наукових досліджень, управління освітою і наукою, оцінки та самооцінки знань, вмінь і навичок учнів;
- забезпечення безпеки в середовищі, ефективної співпраці, міжнародного співробітництва» [167].

Згідно з цими вимогами О. Сороко виокремила такі важливі складники STEAM-орієнтованого освітнього середовища:

- відкриті освітні ресурси для учнів і ресурси для вчителів (електронні підручники, електронні бібліотеки, блоги вчителів/науково-педагогічних працівників, сайти Міністерств освіти і науки, дистанційні курси та ін.);
- засоби, що забезпечують комунікацію та співробітництво між учнями; між вчителями; між учнями і вчителями; між фахівцями, роботодавцями, учнями, вчителями та ін., що можуть бути здійснені за допомогою відкритих форумів, вебінарів та ін.;
- онлайн оцінювання та самооцінювання, що може здійснюватися через конкурси, олімпіади, квести, тести, проекти та ін., що сприяють мотивації учнів щодо вивчення дисципліни STEAM та розвитку інформаційно-цифрової компетентності;
- лабораторії, що мають включати в себе симулятори, ігри, імітаційні моделі та ін.;
- індивідуальні профілі учасників STEAM-орієнтованого освітнього середовища, де можуть розміщуватися дані про учасника, його досягнення у навчанні тощо [167].

Психологиня М. Смульсон зазначає, що основні суб'єкти освітнього процесу «залишаються інваріантними елементами системи освіти (як традиційної, так і віртуальної). Однак віртуальний освітній простір потребує, як відомо, участі також багатьох інших суб'єктів процесу, зокрема, тьюторів, програмістів, адміністраторів, інших учнів як членів навчальних спільнот тощо» [166].

Дослідниці М. Скуратівська та С. Попадюк зазначають, що «структура віртуального освітнього середовища може бути представлена такими складниками:

- ресурсний (вебсайт, персонал, електронні навчальні посібники)
- комунікаційний (відеоконференції, чати, форуми, електронне листування тощо)
- контрольньо-управлінський (формування навчальних груп, тестування студентів тощо) [161].

Розділяємо думку авторок щодо основних принципів, на яких базується побудова віртуального освітнього середовища: мобільність, доступність

навчальних ресурсів, масовість та відкритість, технологічність, економічність, індивідуалізація, простота використання [161].

До основних складників віртуального STREAM-орієнтованого освітнього простору, який зокрема буде сприяти формуванню інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики, віднесемо:

- відкриті цифрові освітні ресурси для здійснення комунікації та освітньої взаємодії (в триаді «вчитель-учень-батьки»)
- відкриті цифрові освітні ресурси для ефективного навчання (синхронного та асинхронного), в тому числі віртуальні лабораторії, симуляції, доповнена реальність;
- відкриті цифрові освітні ресурси для популяризації науки та STREAM-галузі;
- створення та систематична підтримка цифрової STREAM-платформи закладу освіти (або її імплантація в основну) з можливістю відобразити результати особистого розвитку учнів, в тому числі за індивідуальною освітньою траєкторією;
- цифровий інструментарій для здійснення оцінювання, зокрема наскрізного формувального.

Актуальним вбачається також питання об'єднання віртуальних просторів окремих закладів освіти, що дозволить сформувати в майбутньому єдиний віртуальний освітній STREAM-орієнтований простір на рівні держави.

Отже, створення віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору вважаємо ще однією обґрунтованою педагогічною умовою формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті провадження STREAM-освіти.

У офіційному звіті Українського центру оцінювання якості освіти про результати проведення НМТ у 2023 році йдеться, що більшість учасників продемонстрували поверхневі знання з фізики, не мали сформованих базових умінь і навичок із практичного застосування теорії при розв'язуванні задач. Фахівці наголошують на методичних проблемах у викладанні предмета та його вивченні в українських школах [121].

Важливим у поясненні таких результатів ЗНО та НМТ може дослідження, згідно з яким третина учнів, досягши четвертого класу втрачають інтерес до науки. До восьмого класу інтерес до науки втрачає майже половина. Діти виключають відповідні предмети з кола своїх інтересів та не пов'язують з ними кар'єрних планів [121].

Так, за даними дослідження Державної служби якості освіти при МОН, за останній рік на рівень успішності учнів найбільше вплинула зміна форми навчання з очної на дистанційну, а також нестабільні умови проведення уроків (повітряні тривоги, перебої зі світлом та інтернетом), крім того, погіршився психологічний стан здобувачів освіти. Відзначається, що наведені причини значно знижують мотивацію до навчання, зокрема у вивченні предметів математичної та природничої галузі. У документі йдеться «Про посилення мотивації та підтримку учнів/учениць як стабілізуючий фактор зазначили 15 % керівників закладів освіти, водночас 50 % керівників назвали брак мотивації найбільшим викликом освітнього процесу в умовах війни. Можна припустити, що роботі з учнями як компенсаторному механізму приділяється недостатньо уваги» [49].

Організатори Всеукраїнського учнівського фізичного конкурсу «Левеня» також підіймають питання аналізу успішності учнів, наголошують на тому, що зміст завдань вплине і на вмотивованість учнів «не секрет, що рівень учнівських знань з фізики протягом останніх років плавно, але неухильно йде донизу. Доказом цього можуть бути результати учнівських олімпіад, де призові місця все частіше займають учні елітарних шкіл, які мають об'єктивно кращі умови для вивчення фізики» [61]. Автори вбачають, що рівень запропонованих завдань стане стимулом для активізації самостійної роботи учнів, а також «дороговказом до пошуку додаткових збірників задач, спонукає до додаткових консультацій з вчителями, обговорень з однокласниками, старшими товаришами чи батьками» [61].

Один із організаторів математичних олімпіад та турнірів в Україні науковець Б. Рубльов зазначає «Учасники, а тим паче переможці олімпіад зможуть прогледувати себе в сучасному світі. Це дасть їм змогу займатися наукою, знайти західних партнерів, щоб одержати нормальне фінансування своїх досліджень. Саме

на олімпіадні здобутки насамперед звертають увагу, коли беруть наших учнів у якийсь університет за кордоном чи в компанію для дослідження. Якщо діти бачать, як влаштувалися в житті їхні попередники, це для них і є гарною мотивацією» [11].

Оскільки формування ключових компетентностей відбувається наскрізно, то можна зазначити, що стан сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики також напряду залежить від вмотивованості.

Важливим у вивченні питання мотивації є теорія самодетермінації R. Ryan, E. Десі, згідно з якою основними типами мотивації учня є внутрішня і зовнішня, а також виділена авторами амотивація, яка свідчить про те, що учень не вбачає сенсу у навчальній діяльності і намагається від неї ухилитися. Варто відзначити, що в даній теорії автори не протиставляють внутрішню і зовнішню мотивації, разом з тим вони включені у так зване суцільне середовище, де внутрішня мотивація посідає місце сприятливої цілям навчання [229].

В Українському педагогічному С. Гончаренка наведене визначення «Мотивація – система мотивів або стимулів, яка спонукає людину до конкретних форм діяльності або поведінки» [25, с.217].

У фундаментальних роботах М. Алексєєвої з приводу мотивів навчальної діяльності зазначається, що вони є «наслідком психологічної переробки дитиною тих впливів, які надходять від сім'ї, школи, громадських установ і зумовлюються усвідомлюваним чи недостатньо усвідомлюваним ставленням до них залежно від вікових та індивідуальних особливостей дитини» [1].

У своєму дослідженні І. Гавриш виокремлює позитивну мотивацію, розглядаючи її як «сукупність стимулів, які визначають добродійну активність особистості та спонукають до проявів культури взаємин. У такому випадку мотивація слугує родовим поняттям для позначення всієї сукупності факторів і механізмів, що забезпечують виникнення на особистісному рівні спонук до культури та моральності, добродійних учинків» [19].

Також авторка наголошує, що «мотивація, зокрема позитивна, формується у процесі індивідуального розвитку особистості як відносно стійка оцінна диспозиція» [19].

Як відомо, виникнення мотивації в мозку спричинено двома стимулами: нагородою і небезпекою. Нагорода – це те, що викликає в нас позитивні емоції, а небезпека, натомість, викликає страх, отже така мотивація не буде довготривалою. Саме нагорода мотивує людину до ґрунтовного опанування знаннями [103].

Дослідниці М. Смирнова та М. Астахова констатують, що додатковим стимулом і мотивацією, зокрема в сучасних умовах дистанційного навчання, буде якісний зворотний зв'язок. Авторки зазначають «діалог між учителями й учнями є важливим у ході як письмового, так і усного онлайн-спілкування. Під час роботи з групою або учнівською спільнотою педагогу необхідно створювати окремо для кожного ситуації успіху» [165].

Тож, в контексті визначеної нами теми дослідження, щодо окресленої проблеми вмотивованості, зауважимо, що можливість здійснювати взаємодію між всіма учасниками освітнього процесу на засадах педагогіки партнерства сприятиме її забезпеченню.

Експерт в галузі освіти, науковець М. Скиба для вебпорталу НУШ (<https://nus.org.ua/>) влучно зазначає, що «настанова на партнерство у школі міцно закорінена в національній педагогічній традиції». За системою класика педагогічної думки України В. Сухомлинського, виховання особистості має здійснюватися через тріаду «школа – сім'я – громадськість» [74].

Одними з перших дослідників, хто пов'язав співпрацю батьків, вчителів і адміністрацію школи з якістю освітнього процесу була американські вчені J. Epstein, H. Becker [74, 199].

Законодавчо визначено, що взаємодія батьків, учня, педагога і керівника школи – незамінна для формулювання індивідуальних освітніх траєкторій та втілення їх в індивідуальних навчальних планах кожного учня [74].

Наскрізною лінією через Нову українську школу проходить педагогіка партнерства, а під час дистанційного навчання все більше актуалізуються її принципи, зокрема школа має забезпечити умови для того, щоб батьки були активніше залучені до освітнього процесу, зробити його більш відкритим.

Вбачаємо, що таким чином зміниться і підхід до сприйняття результатів

навчання, адже головною функцією оцінювання стає аналіз ефективності вибудованої освітньої траєкторії учня з можливістю внесення відповідних коректив на всіх етапах навчання. Тож, якщо успішність учня не буде визначена однією лише оцінкою, то таке оцінювання, на нашу думку, буде мотивуючим.

Нові державні стандарти освіти та реалізація ціннісних орієнтирів, передбачених Концепцією НУШ вимагають нових підходів і до організації освітнього процесу, і до оцінювання навчальних досягнень учнів.

Науковиця О. Гнатюк, розглядаючи роль учителя у формуванні мотивації пише «як зауважує Ш. Амонашвілі, оцінка – це процес, діяльність оцінювання: оцінка – результат цього процесу, його умовно-формальне відображення, яке на практиці стає для дитини джерелом радості або горя» [21].

Із попередніх наукових розвідок (п.1.2) нами визначено, що ефективним засобом формування компетентностей в контексті впровадження STREAM-освіти може бути проєктна діяльність. Актуальність підкреслюється навчальними програмами з фізики, оскільки в кожному розділі запропоновано орієнтовні теми навчальних проєктів і зазначено кількість академічних годин, яка виділяється на цей вид навчальної діяльності учнів на уроці. В залежності від свого бачення, а також враховуючи побажання та індивідуальні особливості учнів учитель може доповнювати цей перелік, об'єднувати кілька проєктів в один тощо.

З'ясовано, що зараз оцінювання проєктної діяльності здійснюється індивідуально, за довільною системою, яку розробив кожен вчитель самостійно для конкретного проєкту.

В системі загальної середньої освіти України проєктна діяльність на уроках здійснювалася і 20 років тому. Так, наприклад, П. Лернером у 2003 р. були запропоновані наступні критерії оцінювання результатів виконаних проєктів:

1. Аргументованість вибору теми, практична направленість проєкту і значимість виконаної роботи.

2. Обсяг і повнота розробок, виконання прийнятих етапів проектування, самостійність, підготовленість до сприйняття проєкту іншими людьми, його матеріальне втілення.

3. Аргументованість запропонованих рішень, підходів, висновків, повнота бібліографії.

4. Рівень творчості, оригінальність теми, підходів, знайдених рішень, аргументів, що пропонуються; своєрідність матеріального втілення і представлення проєкту.

5. Якість пояснювальної записки: оформлення, відповідність стандартним вимогам, рубрикація і структура тексту, якість ескізів, схем, малюнків; якість і повнота рецензій.

6. Якість виробу, відповідність стандартам, оригінальність [79].

На сьогодні наведені критерії будуть не повними, тому що таким чином не приділяється увага оцінюванню результатів діяльності учнів на кожному з етапів проєкту. Ця необхідність обумовлюється тим, що Державний стандарт початкової освіти [137], Методичні рекомендації Міністерства освіти й науки України щодо оцінювання в початкових класах НУШ [91], а також науковці та вчителі-практики середньої і старшої школи, спираючись на власний і міжнародний досвід, наголошують на необхідності наскрізного – формувального оцінювання діяльності учнів.

Автори журналу освітнього порталу НаУрок (<https://naurok.com.ua/>) влучно зазначають «Зазвичай традиційні методи оцінювання, такі як іспити та короткі тести, не дуже добре поєднуються з практичним підходом до навчання. Формувальне оцінювання є набагато кращим способом перевірити прогрес учнів, бо воно допомагає їм визначити свої сильні та слабкі сторони, розпізнати труднощі та забезпечити постійний зворотний зв'язок» [148].

Серед існуючих у системі загальної середньої освіти України різновидів оцінювання таких як поточне, підсумкове і формувальне, пріоритетним в умовах Нової української школи є формувальне оцінювання, тому що воно передбачає наскрізне оцінювання на всіх етапах, дає змогу прогнозувати, а також коригувати проміжкові результати, створювати «ситуації успіху», стимулює до взаємодії між учасниками освітнього процесу з метою позитивно вплинути на якість освіти.

До видів формувального оцінювання також відносять самооцінювання і взаємооцінювання учнями [111].

Державний стандарт базової середньої визначає метою формувального оцінювання відстеження особистісного розвитку учнів, їхнього навчального поступу, процесу здобуття навчального досвіду як основи компетентності для розроблення індивідуальної освітньої траєкторії учнів [123].

Дефініція «формувальне оцінювання» запропонована зарубіжним дослідником M. Scriven [234] ще у 1963 р., проте в українській системі термін почав використовуватися лише з моменту впровадження Концепції НУШ, хоча вчителі-практики зазначають, що ідея не зовсім нова.

Експертки Команди підтримки реформ МОН О. Підгорна, Т. Береговська для вебпорталу НУШ (<https://nus.org.ua/>) дають визначення, що формувальне оцінювання – це оцінювання під час навчання і «для навчання» (англ. – «assessment for learning»). «Формувальне» (англ. – «formative») – тому що, на відміну від підсумкового, має на меті формування (або форматування) навчального процесу з урахуванням навчальних потреб кожного учня задля більш ефективного формування необхідних знань, умінь та ставлень. Водночас, зазначається, що значення слова «оцінювання» не обмежується виставленням оцінки. Це послідовна змістовна взаємодія між учнем, учителем і батьками щодо навчальних досягнень учня на підставі всім зрозумілих цілей і критеріїв [192].

Посилаючись на Smith A., Lovatt M. I Wise D. вітчизняні науковці Н. Морзе, Н. Барна і В. Вембер підкреслюють цікаву, з нашого погляду, метафору, яка, на їх думку, визначає сутність формувального оцінювання: «Якщо уявити учнів в образі рослин, то зовнішня (підсумкова) оцінка, прийнятна для традиційного навчання, – це процес простого вимірювання їх зросту. Результати вимірювань будуть цікавими для порівняння та аналізу, але вони самі по собі не впливають на ріст рослин. Формувальне оцінювання, навпаки, схоже на підживлення і полив рослин. Тим самим безпосередньо впливає на їх ріст [102].

З метою успішного впровадження формувального оцінювання освітній процес має бути організований таким чином, щоб спонукати учнів бути активними учасниками, а не пасивними «отримувачами» знань і оцінок. Має панувати така атмосфера, за якої учні не бояться «йти на ризик» – ставити запитання, робити помилки і звертатися за консультацією [192].

Вітчизняні науковці А. Гривко та В. Ващенко зазначають, що формувальне та поточне оцінювання, якщо розглядати їх відокремлено, виконують різні функції (формування вміння вчитися та індивідуальне зростання відповідно до особистісних цілей навчання – перевірка й облік навчальних досягнень згідно з еталонними програмними вимогами) [25].

До того ж, як наголошують авторки, інструментарій, застосований для обох видів оцінювання, має вторинне значення – первинними є методика та стратегії його застосування і визначення результатів на момент оцінювання [25].

Поділяємо думку науковиць, вважаємо, що визначення проміжкових результатів на кожному з етапів оцінювання буде головним, дасть змогу спрямувати навчально-пізнавальну діяльність і вчасно скоригувати її шлях.

Діяльність учителя та учня у процесі формувального оцінювання має наступні орієнтовні етапи:

- постановка об'єктивних і доступних для дітей навчальних цілей та
- вироблення критеріїв оцінювання;
- ознайомлення учнів з критеріями оцінювання;
- організація активної участі учнів у процесі пізнання;
- забезпечення ефективної рефлексії учнів;
- створення ефективного зворотного зв'язку;
- корегування спільно з учнями процесу навчання на основі отриманих

результатів з метою їх покращення у майбутньому [111].

Схожу думку висловлюють М. Костюк, І. Хворостяний і І. Унгуриян у своїх порадах, які варто врахувати, плануючи та розробляючи ефективну програму оцінювання [206]. Автори радять метод триангуляції (триєдині свідчення). Так вчителі збирають докази про навчання учнів із трьох різних джерел. До таких джерел відносять спостереження за учнями, бесіди та продукти. Завдяки цьому забезпечується, на думку авторів, надійність і достовірність оцінки [72].

Якісний описовий зворотний зв'язок є однією з ефективних стратегій формувального оцінювання. Варто відзначити, що фідбек має стосуватися якості виконання завдання, а не особистості учня [72].

Підкреслює необхідність зазначених вище тверджень науковець, освітній експерт J. Hattie, який виділив три принципи, що мають найбільший вплив на освітній процес, а саме організація спілкування між вчителем і учнем, його підсилення через введення системи зворотного зв'язку, глибоке навчання та реконцептуалізація інформації. Також J. Hattie визначає, що зворотній зв'язок, повинен бути підкріплений оцінним компонентом і мотиваційним [212].

З вищезазначеного підсумуємо, що для забезпечення вмотивованості варто урізноманітнювати освітній процес в цілому, залучати учнів до STREAM-заходів та різноманітних активностей, тим самим надавати їм самостійність у дослідженнях, але при цьому обов'язково приділяти значну увагу формувальному оцінюванню, здійснювати якісний зворотний зв'язок, так як він і буде, на нашу думку, тим головним інструментом, який допоможе учням усвідомити цілі у навчанні, шляхи їх досягнення і перспективи. Вважаємо, що таким чином можна стимулювати мотивацію учнів до навчання.

Отже, зазначимо, що вмотивованість, яка викликається під час освітньої діяльності, стимулює до вивчення фізики в цілому та опанування цифровими освітніми ресурсами, і є вагомим чинником у формуванні інформаційно-цифрової компетентності учнів в контексті впровадження STREAM-освіти.

Тож вважаємо обґрунтованою ще одну педагогічну умову – забезпечення вмотивованості учнів до підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності.

Впровадження педагогічних умов у освітній процес будемо розпочинати з реалізації останньої нами розглянутої педагогічної умови – забезпечення вмотивованості до підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності з фізики. Формування внутрішньої мотивації та активізація учнів до свідомого використання цифрових освітніх ресурсів, застосування їх для вивчення фізики та розв'язання конкретних життєвих ситуації є першочерговим завданням у даному контексті, адже, як відомо, мотивація виступає рушійною силою будь-якої діяльності людини.

Важливо, що три обґрунтовані педагогічні умови формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти повинні реалізовуватися в освітньому процесі лише в комплексі, оскільки вони є логічно взаємопов'язаними і взаємозалежними.

Для успішної реалізації розроблених педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти нами була створена модель їх реалізації, яка має на меті відображати процес формування досліджуваної компетентності, результатом якого буде позитивна динаміка – підвищення рівня сформованості досліджуваної компетентності.

Під поняттям «модель» вітчизняна дослідниця Г. Козлова розуміє «розроблений спеціальний об'єкт з метою одержання та зберігання інформації, що відображає суттєві властивості, зв'язки і характеристики досліджуваного об'єкта» [65, с. 42].

Науковець Є. О. Лодатко справедливо зазначає, що «єдиною реальною можливістю для дослідження педагогічного явища (об'єкта або процесу) є його формалізація (схематизація і спрощення) в такий спосіб, який давав би змогу відстежувати ті його характеристики, які відіграють роль визначальних у дослідженні та підлягають вивченню, оцінюванню й управлінському впливу» [83].

Цілком погоджуємося в рамках нашого дослідження з визначенням С. Гончаренка, що педагогічне моделювання – «це науково обґрунтоване конструювання, що відповідає визначеним вимогам і наміченій побудові майбутньої моделі досліджуваного педагогічного процесу, враховуючи властивості, які вивчаються під час педагогічного експерименту», яке має на меті виявлення можливостей вдосконалення навчального процесу, пошуку методів підвищення його якості та ефективності на основі аналізу моделі [23, с. 213].

Згідно з І. Рассохою модель повинна відповідати низці вимог, а саме «об'єкти дослідження (створені людиною чи природою) повинні подавати однозначно; модель має бути допоміжним об'єктом, який у процесі дослідження замінить оригінал; модель повинна мати ті властивості оригіналу, які будуть суттєвими для цього дослідження» [150, с. 59].

Отже, аналізуючи поняття, надані науковцями, вважаємо, що суть педагогічного моделювання полягає в заміні об'єкта дослідження його спеціальною моделлю для збереження ключових особливостей педагогічного процесу. Педагогічне моделювання має на меті утворення моделі, яка має чітко визначену мету та передбачуваний результат її виконання.

Доцільним вважаємо визначення К. Левківської «модель...визначаємо як результат системного проектування цілей, засобів та очікуваних результатів перетворюючої педагогічної діяльності, спрямованої на підвищення результативності...діяльності...» [78].

Також можна визначити актуальною структуру моделі реалізації педагогічних умов, визначену К. Мулик «Проективна модель реалізації педагогічних умов...має таку структуру: мета, компоненти, педагогічні умови, рівні, засоби реалізації та результат» [104].

Отже, створена нами модель реалізації педагогічних умов орієнтована на досягнення чітко визначеної мети – підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, і охоплює цільовий, аналітико-діагностувальний, змістово-операційний і результативно-оцінювальний блоки.

Підґрунтям для створення моделі реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти виступають загально дидактичні та специфічні принципи.

Цікавими є сучасні дослідження Ю. Люлькової, О. Мушки і С. Трубачевої [180], які визначають пріоритетні дидактичні принципи формування навчальної компетентності учнів в умовах цифровізації освітнього середовища закладу загальної середньої освіти під час воєнного стану:

- взаємопов'язаного формування навчальної та предметної компетентностей;
- систематичності й етапності формування навчальної компетентності;
- застосування різних форм навчання;

- пріоритетності застосування позакласних форм самостійної роботи;
- оформлення здобутих учнями результатів.

Варто відзначити, що впровадження природничо-математичної освіти (STEM-освіти) здійснюється з урахуванням таких принципів [143]:

- особистісний підхід, спрямований на врахування особливостей, здібностей і особливих освітніх потреб;
- постійне оновлення змісту освіти;
- наступність – формування компетентностей на всіх рівнях освіти;
- патріотизм і громадянська спрямованість;
- продуктивна мотивація здобувачів освіти до провадження науково-дослідницької та проєктної діяльності, винахідництва;
- істотна роль математики в інтегративному підході реалізації природничо-математичної освіти (STEM-освіти);
- спонукання до формування та розвиток «гнучких навичок» у здобувачів освіти;
- використання технологій розвивального та проблемного навчання;
- забезпечення наступності змісту освіти та запровадження підготовки вчителів відповідних спеціальностей;
- розвиток закладів спеціалізованої освіти наукового спрямування.

Цільовий блок реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти утворено сукупністю та взаємодією мети, методологічних підходів та принципів організації цього процесу.

Метою реалізації визначених педагогічних умов є формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, зокрема, її когнітивного, діяльнісного та ціннісно-мотиваційного компонентів.

Методологічні засади реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження

STREAM-освіти складають виокремлені наукові підходи: *компетентнісний* підхід, який спрямовує реалізацію педагогічних умов на конкретний результат, а саме: формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти; *діяльнісний* підхід, оскільки саме діяльність виступає вирішальним фактором розвитку учнів закладів загальної середньої освіти; *особистісно-орієнтований* підхід, згідно з яким формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики орієнтується передусім на його особистість; *інтегративний* підхід, з позицій якого впровадження STREAM-освіти сприяє виявленню взаємозв'язків між знаннями з фізики та інших навчальних дисциплін, встановленню змістовних відношень між дисциплінами, що вивчаються учнями середньої школи.

Серед *принципів*, що мають забезпечити ефективність реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, виокремимо наступні: науковості, інтеграції, наступності, доступності, зв'язку теорії з практикою; наочності; інноваційності та відкритості до змін, свідомості, особистісної орієнтації.

Змістово-операційний блок відображає діяльність вчителя з обґрунтуванням обраних форм, традиційних та інноваційних методів і засобів реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти з урахуванням провідного принципу інтеграції, та вміщує наступні складники:

1. Педагогічні умови: забезпечення вмотивованості до підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності з фізики; організація STREAM-орієнтованого віртуального освітнього простору; опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM.

2. Віртуальний STREAM-орієнтований освітній простір «Web_STREAM_Lab» Бахмутської ЗОШ№10, єдина платформа якого спроектована та розроблена у вебсервісі Google Classroom. Вагомим у виборі ресурсу було те, що Google Classroom інтегрований з Google Docs, Google Диском і електронною поштою Gmail, що дає змогу розміщувати будь-які типи файлів, чим

забезпечується можливість вибору широкого спектру інтерактивних методів навчання.

Віртуальний STREAM-орієнтований освітній простір «Web_STREAM_Lab» вміщує:

– форми реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти: урок, STREAM-проект, квест, хакатон, курс, фестиваль, STREAM-тиждень;

– активні методи реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти: проект, метод-кейс, вебквест, метод матриці ідей, евристичне комбінування, «дерево цілей»;

– цифрові освітні ресурси реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти: PhET, Khan Academy, Canva, Genially та ін.

Аналітико-діагностувальний блок складається з критеріїв оцінювання компонентів інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, рівнів розвитку цього педагогічного феномену та результативного підсумку ефективності запропонованих педагогічних умов, а саме підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики.

Оцінювання ефективності запропонованих педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти проводилося на основі перевірки сформованості компонентів інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики за визначеними рівнями, що зумовлено різним станом впровадження у конкретних закладах загальної середньої освіти засад, спрямованих на реалізацію Концепції STEM-освіти. Серед виокремлених критеріїв:

– *когнітивно-цифровий*, показниками якого виступають здатність до здійснення ефективного пошуку, відбору та аналізу інформації за допомогою цифрових ресурсів та баз даних; розрізнення та вибору засобів для обробки та

візуалізації фізичних даних у вигляді таблиць, діаграм, графіків, інфографік тощо; обґрунтування та здійснення вибору цифрових інструментів для розв'язання фізичних задач та виконання STREAM-проектів; вбачання необхідності використовувати основи програмування для створення моделей фізичних явищ та під час проведення експериментів; розуміння алгоритму роботи з симуляторами для дослідження процесів та явищ під час віртуальних фізичних експериментів; обізнаність у засобах та способах організації спільної роботи над проектами за допомогою онлайн-інструментів та платформ;

– *проектно-діяльнісний*, сформованість якого доводить, що учень бере участь у плануванні та реалізації STREAM-проектів, які поєднують фізичні концепції з іншими галузями STREAM, використовуючи цифрові технології; апробує та використовує цифрові інструменти для вирішення конкретних фізичних завдань у рамках проекту; співпрацює у групах, використовуючи цифрові інструменти для спільної роботи над проектом; використовує цифрові засоби для вивчення фізичних явищ та процесів; здійснює обробку результатів експериментів за допомогою цифрових інструментів, моделювання фізичних явищ і процесів та керує ними; розробляє цифрові прототипи та моделі, використовуючи основи програмування, для демонстрації та вивчення фізичних концепцій; створює цифрові продукти STREAM-проекту та презентує їх за допомогою графіків, схем, діаграм, відеоматеріалів тощо;

– *ціннісно-інтернальний*, з показниками діяльності учня: дотримується етичних норм роботи з інформацією, правил академічної доброчесності; свідомо та відповідально використовує цифрові ресурси та інтернет; дотримується правил роботи в групах та взаємодіє з іншими учасниками освітнього процесу з врахуванням етичних і ціннісних аспектів використання інформації та цифрових технологій; критично оцінює інформацію, отриману через цифрові ресурси, та за потреби уточнює її в ході роботи над STREAM-проектом; аналізує та оцінює вплив цифрових технологій як на власний особистісний, так і на освітній простір; керує своєю активністю та взаємодією в інтернеті, визначаючи особисті кордони та враховує засади кібербезпеки.

Діагностичний інструментарій моніторингових досліджень реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти: спостереження, вивчення продуктів діяльності, анкетування, тестування.

Схематично модель реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти подано на рис. 2.1.

Представлена нами модель реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти є функціональною та враховує різні підходи до моделювання. Об'єкт моделі – процес формування інформаційно-цифрової компетентності – підлягає здійсненню за визначеними компонентами компетентності в умовах освітнього процесу з фізики у контексті впровадження STREAM-освіти. Важливим є нерозривна пов'язаність об'єкта з його носієм – суб'єктом – учнем закладу загальної середньої освіти, який, здійснюючи свою освітню діяльність, реалізує її функції, таким чином формує компоненти інформаційно-цифрової компетентності.

Підсумуємо, що в ході дослідження процес реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти змодельовано на базисі дидактичних принципів, засадах Концепцій STEM та НУШ, головним чином акцентуючи увагу на реалізації визначених концепціями компетентнісного, діяльнісного та особистісно-орієнтованого, інтегративного підходів до навчання.

2.2. Реалізація педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти

Основною метою експериментального дослідження визначено упровадження спроектованої моделі реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, визначених та обґрунтованих у п. 2.1.

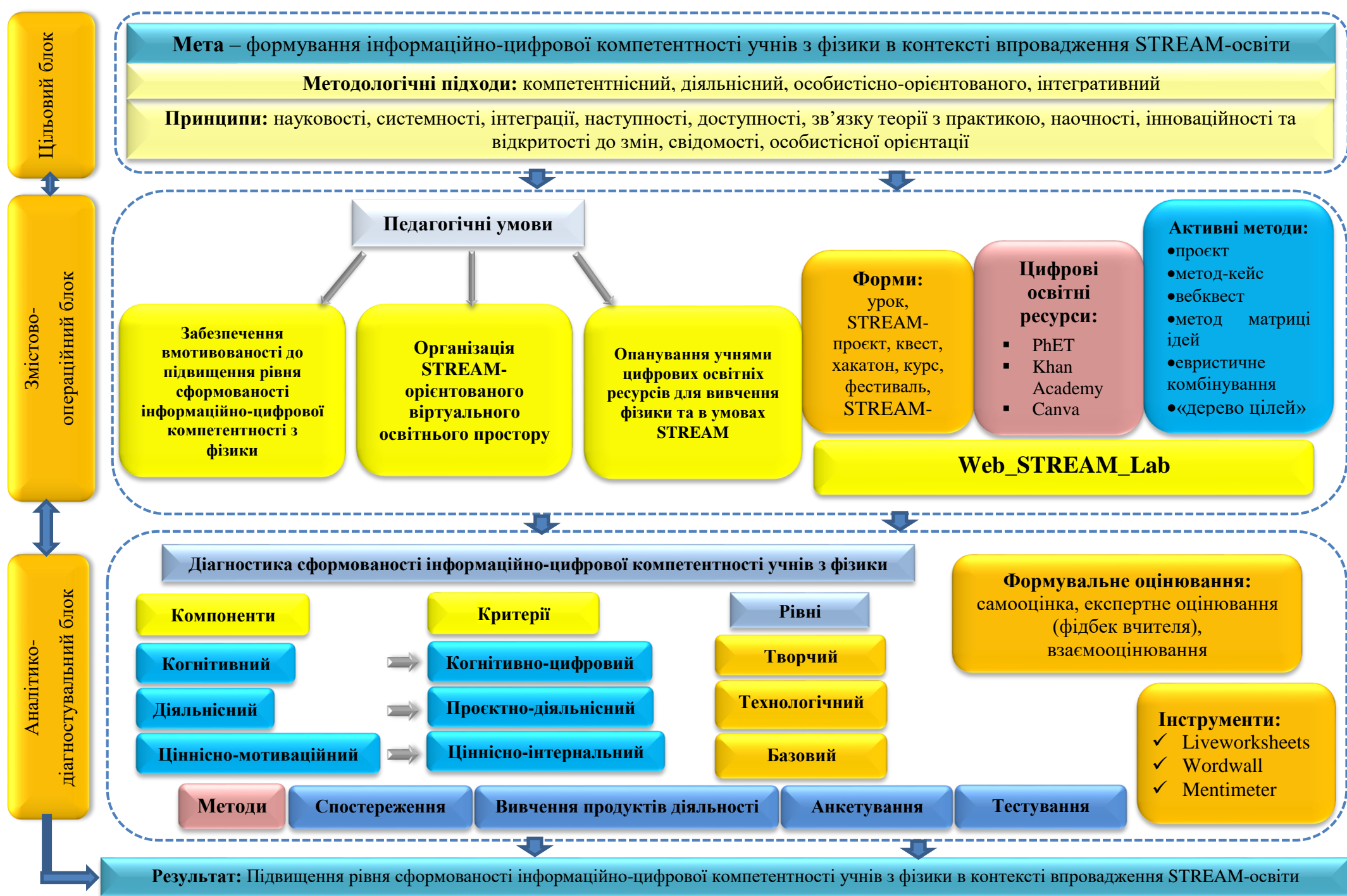


Рис.2.1. Модель реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти

Зазначимо, що основною формою організації освітнього процесу під час проведення експерименту була дистанційна, розпочата в період карантинних обмежень 2020 року та продовжена з 2021-2022 навчального року до сьогодні в усіх закладах освіти Донецької області, в тому числі і у закладах загальної середньої освіти, що становили експериментальну базу дослідження.

Навчання із використанням дистанційних технологій здійснювалося у двох режимах: синхронному та асинхронному. Синхронний режим передбачав, що усі учасники освітнього процесу одночасно перебувають на онлайн-уроці за допомогою відеозв'язку через додаток GoogleMeet (<https://meet.google.com/>) за діючим розкладом, співпраця відбувалася у режимі реального часу. Асинхронний режим – освітній процес здійснюється також за розкладом, учитель розміщує матеріали, перелік цифрових освітніх ресурсів, зазначає термін виконання завдань, надсилає вправи для зворотного зв'язку тощо. Варто відзначити, що у кожному із закладів експериментальної бази дослідження комунікація під час асинхронного режиму здійснювалася на порталі «Нові знання» (<https://nz.ua/>). Також встановлено, що оперативний та наскрізний зв'язок з учнями і батьками вчителі тримають через чат-месенджери Viber та Telegram, як у організованих спільнотах класу, так і індивідуально.

В результаті наукових розвідок (п.1.2, 2.1) нами з'ясовано, що провідною формою роботи під час впровадження напрямку STREAM в закладах загальної середньої освіти виступає проєктна діяльність.

За означенням, наданим авторами Незалежної Освітньої Корпорації TEACHHUB (<https://teach-hub.com/>) «Проєктне навчання – це один із видів продуктивного навчання, метою якого є не засвоєння сукупності знань, які пропонують освітні програми. Він спрямований на реальне використання, розвиток та збагачення досвіду учнів, їхніх уявлень про світ» [109].

Актуальним в ході нашого дослідження є уточнення від авторів TEACHHUB «навчальний проєкт – це одночасно і метод навчання, і форма організації освітнього процесу». Зазначається, що проєкт передбачає співпрацю всіх учасників освітнього процесу і має на меті отримання конкретного результату у визначений

період від одного уроку до однієї теми тощо. При цьому наголошується на використанні різноманітних технологій, методів, засобів навчання, знань та вмінь з різних галузей науки [109]. На нашу думку, це ще раз підкреслює, що основною формою і методом організації навчання в контексті STREAM-освіти виступає проєкт.

Тож, з огляду на вищезазначене, перед нами постало питання виокремити уроки, які доцільніше в ході дослідження спрямовувати на виконання STREAM-проєктів.

Задля реалізації цього завдання нами було проаналізовано календарно-тематичне планування з фізики учнів 8-11 класів, що склали експериментальну базу дослідження, а також підручники, за якими здійснювався освітній процес з фізики у даних закладах. З'ясувалося, що усі учні 8-9 класів навчаються за підручником В. Бар'яхтара, С. Довгого, учні 10-11 вивчають фізику за рівнем стандарту (програма авторського колективу Національної академії наук України під керівництвом Локтєва В.М., підручник В. Бар'яхтар, С. Довгий).

Аналіз календарного планування показав, що більшість вчителів 8-10 класів планують проєкти на кінець теми, у 11 класі дослідницькі проєкти зазвичай виносять в окрему тему на кінець року або семестру.

Отже, педагогічний експеримент відбувався, головним чином, під час уроків фізики (зокрема відведених за календарним плануванням на виконання навчальних проєктів) і під час STREAM-заходів, реалізованих у освітньому процесі ЗЗСО.

У навчальній програмі з фізики для 10-11 класів зазначено «Зміст програм фізики старшої школи базується на знаннях і компетентностях, набутих учнями в основній школі, і є другим концентром вивчення фізики. Матеріал програм курсу структуровано за фундаментальними фізичними теоріями.

Наскрізними змістовими лініями вивчення фізики є категоріальні структури, що узгоджуються із загальними змістовими лініями освітньої галузі «Природознавство», а саме:

- фізика як фундаментальна наука, методи наукового пізнання;
- рух і взаємодії; фундаментальні взаємодії; фізичний зміст фізичних

явищ і процесів;

- речовина і поле; фізичні властивості речовини та поля; кванти, елементарні частинки, корпускулярно-хвильовий дуалізм;
- роль фізичних знань у житті суспільства, розвитку техніки і технологій, розв’язанні екологічних проблем, нанофізика і нанотехнології [106].

Отже, можемо уточнити тематику проєктів, запропонованих авторами підручників, з урахуванням їх STREAM-спрямованості в ході нашого дослідження.

Універсальність нашої тематики зумовлена тим, що шкільний курс фізики має концентричну будову, яка передбачена специфікою матеріалу, що вивчається, міжпредметними зв’язками та логікою розвитку формування і усвідомлення наукового знання. (Додаток Г).

Під час Всеукраїнського науково-практичного онлайн-семінару «STEM-освіта у 2021-2022 навчальному році: актуальні питання та перспективи» від національної освітньої платформи «Всеосвіта» (<https://vseosvita.ua/>) було наведено цікавий з точки зору нашого дослідження приклад, з яким ми погоджуємося «STEM-проєкт під назвою «Хліб – усьому голова» можна вдало реалізувати від 1 до 11 класу. Відповідно до фізіологічних особливостей, віку учнів, рівня їхніх знань та обізнаності з різних предметів, може сформувавши різні завдання – відповідно, шляхи розв’язання проблеми будуть різними» [148].

Також в ході семінару було окреслено етапи роботи з учнями під час виконання STEM-проєктів:

- Інструкція. Встановлення правил роботи в колективі під час творчої роботи.
- Створення проблемної ситуації.
- Колективне обговорення. Вправа «Мозковий штурм»
- Обговорення в робочих групах.
- Дослідження (групова робота).
- Колективне обговорення. Удосконалення результатів.
- Самооцінювання.
- Підсумок уроку з підведенням загального висновку [148].

Разом з тим, дослідницею Т. Светловою, виділено наступні етапи реалізації STEM-проектів:

- Установчо-мотиваційний: мотивація діяльності, визначення теми, мети проекту, висування гіпотези, обговорення методів дослідження.
- Аналітичний етап: робота з джерелами інформації; пошук оптимального способу досягнення мети проекту; планування реалізації проекту; визначення форм звітності, критеріїв оцінки результатів; розподіл обов'язків між членами команди.
- Практичний етап передбачає виконання запланованих дій, пошук та аналіз даних, проведення дослідження, самостійну роботу кожного з учнів над проектом, формулювання висновків.
- Презентаційний етап: підготовка презентаційних матеріалів; презентація проекту; вивчення можливостей використання результатів проекту.
- Контрольний етап: аналіз результатів виконання проекту, оцінка якості проектної діяльності.
- Оцінювання STEM-проектів здійснюється відповідно критеріїв оцінювання індивідуально, за самостійно виконане учнем завдання чи особистий внесок у груповий проєкт або за повноту розкриття теми дослідження й презентацію індивідуального проєкту [157].

Вітчизняні науковці О. Патрикеева, В. Черноморець, В. Василенко, В. Коваленко виокремлюють наступні етапи роботи над проектом:

- Підготовчий – обрання теми проекту, його мети, виду, кількості учасників
- Мозковий штурм – колективне обговорення та з'ясування проблем
- Організаційний – розподіл завдань між виконавцями, визначення методів дослідження, пошуку інформації, технологій виконання
- Основний – діяльність учасників (індивідуальна або групова) щодо вирішення своїх завдань, консультації, обговорення, пошук спільних рішень, підготовка до презентації/захисту
- Презентація результатів – презентація, захист, опонування
- Заключний – оцінювання, рефлексія [125].

Вбачаємо такий зміст максимально відповідним для реалізації завдань STREAM, виокремлення проблемного завдання, на нашу думку, є важливим етапом проєктної діяльності.

Також зазначимо, що першочерговим завданням в межах нашого дослідження є висвітлення можливості опанування учнями цифрових ресурсів на кожному з етапів STREAM-проєкту, що також може значно полегшити процес оволодіння фундаментальними знаннями з фізики, а також створити сприятливі умови для формування ключових компетентностей, зокрема інформаційно-цифрової, а також творчого вираження особистості в контексті впровадження STREAM-освіти.

Отже, з урахуванням визначених науковцями етапів виконання проєктів, в рамках нашого дослідження для виконання STREAM-проєктів, враховуючи імплементацію компонентів (A-мистецтво) та (R-читання, письмо) до напрямку STEM, нами виокремлено наступні етапи:

1. Постановка проблеми та планування. На цьому етапі передбачаємо використання онлайн-інструментів для колективної роботи, таких як Google Docs або Microsoft Teams, для обговорення ідей та створення спільного плану проєкту. Використання інтерактивних додатків для створення інтелект-карт (FreeMind, Coggle) або скетчей проєкту.

2. Дослідницький. Використання відкритих баз даних та ресурсів в інтернеті для отримання актуальної інформації з досліджуваної галузі, наприклад, спільне використання Google Scholar для пошуку наукових публікацій та статей. Використання цифрових інструментів для моделювання та симуляції фізичних явищ, наприклад, використання фізичних симуляторів (Labster, PhET та ін.).

3. Інженерний. Використання САД-програм, таких як AutoCAD або Fusion 360, для розробки та візуалізації конструкцій. Створення тривимірних моделей за допомогою віртуальних інструментів (Tinkercad, Blender та ін.). Використання віртуальних лабораторій для перевірки гіпотез (Labster, PhET та ін.).

4. Технологічний. Використання основ програмування, наприклад, мова Python, для створення програм, що можуть використовуватися у проєкті.

Застосування додатків для швидкого обчислення та аналізу даних, отриманих під час експериментів чи випробувань, вивільнивши таким чином час для глибшого розуміння фізичних концепцій (WolframAlpha та ін.).

5. Дизайнерський. Використання графічних програм (наприклад, Adobe Creative Suite або Canva) для створення дизайну та ілюстрацій. Використання онлайн-інструментів для створення віртуальних прототипів. Використання графічних редакторів для створення візуальних елементів, таких як діаграми, схеми чи 3D-моделі проєкту.

6. Презентаційний. Використання додатків для колективного або індивідуального написання звітів/висновків, редагування та коментування, створення форм для опитування тощо (наприклад, додатки Google). Підготовка презентаційних матеріалів для захисту/представлення проєкту. Текстове наповнення блогів, веб-сайтів для освітлення результатів проєкту.

Варто зазначити, що вважаємо доцільним починати такий проєкт з постановки проблемної ситуації та/або питання.

Створення ланцюга проблемних ситуацій і керування діяльністю учнів із самостійного вирішення навчальних проблем є основою проблемного навчання [162, с.69].

Дослідниця З. Курлянд стверджує, що проблемна ситуація в навчанні – це пізнавальна трудність, для подолання якої учні мають здобути нові знання або докласти інтелектуальних зусиль [126, с.119].

Прикладами проблемних ситуацій під час вивчення фізики в умовах STREAM можуть бути матеріали наукових публікацій, новин, будь-яка проблема, яка пов'язана з інженерією, наукою; будь-який випадок, що може бути змодельований у побуті.

В ході виконання STREAM-проєкту «Альтернативні джерела енергії» перед учнями було представлено проблемну ситуацію: Місто, у якому ви проживаєте, стоїть перед викликом забезпечити стале, ефективне та екологічно чисте постачання енергії для своїх мешканців. З метою зменшення використання традиційних джерел енергії та боротьби з забрудненням, вам, як групі інженерів та

дослідників, доручено розробити та впровадити нову систему, яка використовує альтернативні джерела енергії.

Також було поставлено проблемне питання: як використовувати альтернативні джерел енергії для постачання електроенергії місту?

На цьому етапі учням пропонується за допомогою відомих цифрових освітніх ресурсів самостійно знайти інформацію про альтернативні джерела енергії.

Доцільно під час реалізації STREAM-проектів за визначеною тематикою на етапі планування запропонувати спільно заповнити таблицю 2.3 у Google Docs:

Таблиця 2.3

Алгоритм планування STEM-проекту [132]

Чому ви обрали таку тему проекту?	Проблема _____
Що необхідно зробити, щоб розв'язати поставлену проблему?	Мета проекту _____
Яким має бути результат розв'язання проблеми?	Образ результату _____
Чи за отримання такого результату буде досягнуто поставленої мети?	Зв'язок між проблемою, метою та результатом _____
Які послідовні кроки необхідно зробити, починаючи від визначення проблеми проекту до отримання результату?	Етапи реалізації проекту з визначеними задачами для кожного з них _____
Чи є в наявності все необхідне для реалізації проекту (матеріальні та людські ресурси)?	Визначення наявних і необхідності залучення ресурсів _____
Які терміни передбачені для реалізації поставлених задач?	Графік індивідуальної та групової діяльності (план реалізації проекту) _____

Для візуалізації та структуризації матеріалу учням було запропоновано створити інтелект-карту. Із низки цифрових освітніх ресурсів, призначених для створення інтелект-карт, учням шляхом критичного аналізу потрібно було обрати найбільш оптимальний для себе ресурс, орієнтовно, за такими параметрами:

– максимально зрозумілий інтерфейс (з можливістю обрати мову/перекласти сторінку);

- нескладний для швидкого опанування, достатній для розробки усіх елементів інтелект-карти функціонал;
- можна використовувати для спільної роботи;
- можливість зберегти файл для подальшого використання.

Зазначимо, що серед переліку цифрових освітніх ресурсів, які призначені для створення інтелект-карт, учнями обиралися найчастіше раніше використовувані графічні редактори, в тому числі Canva (<https://www.canva.com/>) (рис. 2.2). Більшість учнів відмічає, що даний цифровий освітній ресурс є ергономічним, має зрозумілий інтерфейс, достатню кількість безкоштовних шаблонів, широкий функціонал в межах визначеного завдання. Значною перевагою є наявність мобільного додатка Canva, яка актуалізується в умовах дистанційного навчання. Цікавим є те, що ресурс «Canva для навчання» є безкоштовним для викладачів і їхніх учнів, які відповідають певним вимогам до закладу освіти. Щоб отримати преміум доступ до онлайн-платформи графічного редактора «Canva для навчання» вчителю потрібно працювати у акредитованому закладі загальної середньої освіти та достатньо буде завантажити у особистий кабінет довідку з місця роботи, після цього успішно пройти верифікацію протягом 7 діб.



Рис. 2.2. Інтелект-карта, створена у графічному редакторі Canva

Також для реалізації першої педагогічної умови важлива увага приділялася залученню учнів до активного пошуку інформації та її критичного осмислення.

Учнів було ознайомлено із освітнім хабом «Google Знання» (https://learning.google/intl/uk_ua/) (рис. 2.3.), за допомогою якого, як повідомляє Міністерство цифрової трансформації, можна легко знаходити шкільні або робочі курси, розвивати нові навички.

Важливим у контексті нашого дослідження є проєкт «Навчайте, де б ви не були». Автори наголошують, що ця ініціатива Google буде корисною українським вчителям, батькам школярів, а також в цілому закладам освіти. Також у «Google Знання» є навчальний контент для дітей різних класів і для організації позакласного навчання. Додатково на платформі батьки учнів можуть знайти посібник із безпеки дітей в інтернеті. Вбачаємо, що такий формат сприятиме також реалізації основних принципів педагогіки партнерства під час дистанційного навчання.

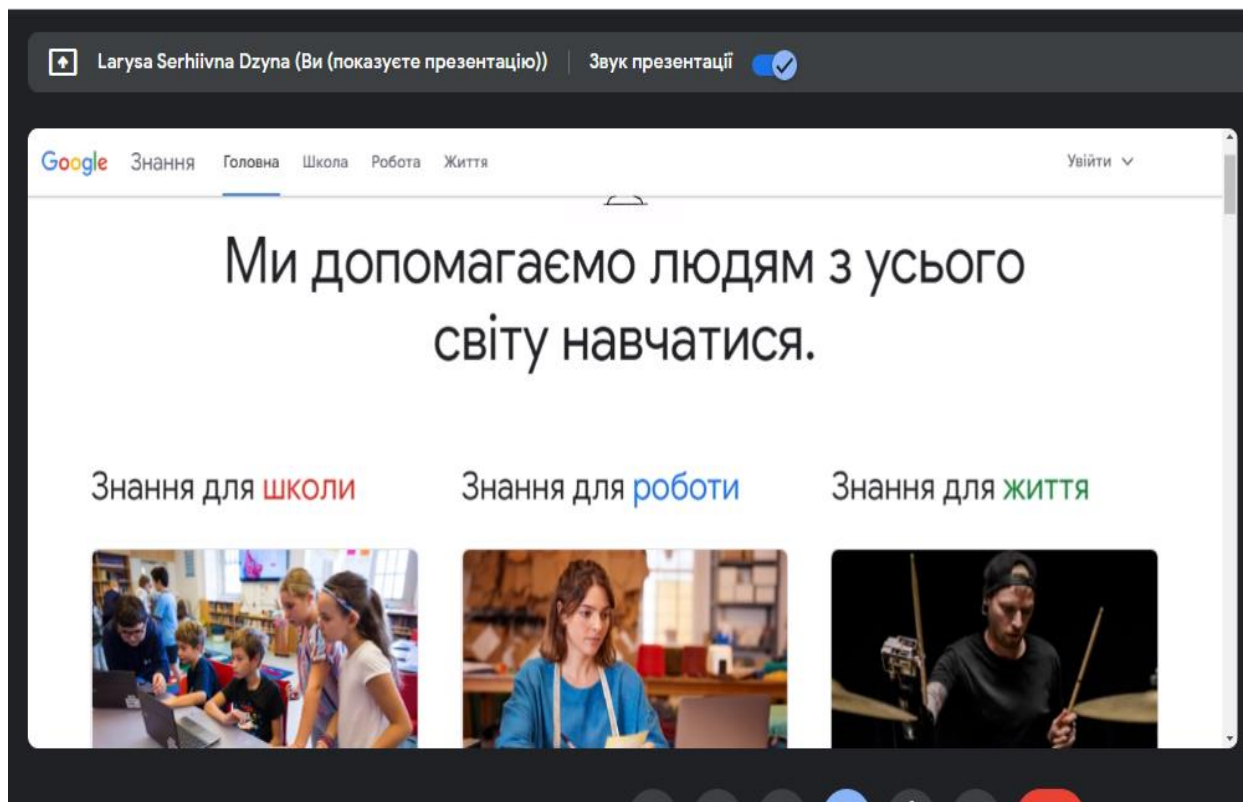


Рис. 2.3. Фрагмент головної сторінки освітнього хабу «Google Знання»

Особлива увага в ході експерименту нами була зосереджена на забезпечення можливості вдаватися до критичного пошуку інформації, зокрема на YouTube-каналах, які зацікавляють учнів науками та конструюванням, допоможуть здійснити дослідження та мотивуватимуть до виконання STREAM-проектів.

Серед підбірки «Найцікавіші YouTube-канали для реалізації STEM-проектів», яку запропонувала Незалежна Освітня Корпорація TEACHHUB, з якою учнів було ознайомлено перед виконанням одного із проектів, з'ясували, що надалі протягом нашого експерименту вони найчастіше зверталися до наступних:

- 360 Наука – канал, що має на меті популяризувати науку. Актуальними у вивченні фізики є біографії вчених, дослідження космосу, знання з різних галузей та інші цікаві наукові факти. Для зручності відео оформлено у вигляді підкастів з нарізкою тематичних фото, таке подання, на нашу думку, формує естетичні смаки та спонукає до поєднання мистецтва та технологій.

- Lascina – канал, присвячений поясненню різних наукових термінів і дає відповіді на запитання, що стосуються науки.

- Наука та Всесвіт – канал містить відео наукової тематики про сучасні дослідження Всесвіту, природи, людини, які перекладено та озвученню українською мовою. Розробники наголошують, що більшість людей навіть не уявляють, що таке сучасна наука і над чим зараз працюють вчені у світі.

- toBeUkrainian – Переклади українською – представлено значну кількість іноземних відео з перекладом та озвученням українською мовою. Математика, фізика, хімія, біологія та інші шкільні предмети стають більш зрозумілими і цікавими. На даний час озвучені відео з таких популярних англійських каналів: Vsauce, Vsauce3, Numberphile, Harvard Medical School.

- MakeBd (MyProjectsLab) – канал для творчих людей, допоможе навчитися конструювати прості прилади з доступних підручних матеріалів своїми руками.

Серед методів, які можна використовувати, на думку Т. Светлової на різних етапах реалізації STREAM-проектів, зокрема, за нашим переліком, на етапі постановки проблеми та планування, і на дослідницькому виокремимо наступні:

Метод матриці ідей – метод, який передбачає генерування різних варіантів рішень на основі декількох незалежних змінних. Найчастіше цей метод використовують за умови обмеженості ресурсів, для того щоб обрати найефективніший варіант вирішення з усіх можливих.

Метод синектики – декілька ідей та їх реалізацію розглядають окремо одну від одної, після чого їх об'єднують, вирішуючи тим самим певну задачу.

Евристичне комбінування – метод перестановки, який передбачає зміну або заміну елементів. Його суть полягає в тому, що за допомогою комбінування можна збільшити кількість варіантів вирішення задачі, після чого кількість перевести в якість. Метод розвиває гнучкість мислення та дає змогу отримати нові інколи парадоксальні рішення.

Метод «дерево цілей» – метод, що передбачає структурування та розчленування загальної мети на окремі частини, кожна з яких можна вирішити окремо за допомогою залучення різних ресурсів [157].

Протягом формувального етапу експерименту учні систематично працювали з віртуальними лабораторіями, таким чином опановували типовий функціонал, притаманний більшості цифрових освітніх ресурсів подібного призначення.

Інтуїтивно зрозумілою та доступною на усіх пристроях визначили віртуальну лабораторію PhET – проект University of Colorado Boulder для створення і використання безкоштовних інтерактивних симуляцій з математики і наук про природу. Розробниками зазначено, що «PhET-сіми створені на основі наукових педагогічних досліджень і спонукають учнів до навчальних досліджень і експериментування, використовуючи інтуїцію в середовищі, подібному до гри».

Наприклад, під час реалізації STREAM-проєкту, присвяченому Чорнобильській АЕС, на дослідницькому етапі було використано симуляцію «Radioactive Dating Game» від PhET (рис. 2.4.). Ця симуляція дозволяє учням експериментувати з процесом радіоактивного випромінювання та може допомогти у визначенні віку об'єктів.

Доцільність її використання вбачаємо в наступному: забезпечує наочність, таким чином можна показати учням закони радіоактивного розпаду, а також дати

можливість зрозуміти, як ці закони використовуються для визначення віку матеріалів, таких як уламки скелі, вугілля, рештки чи інші об'єкти.

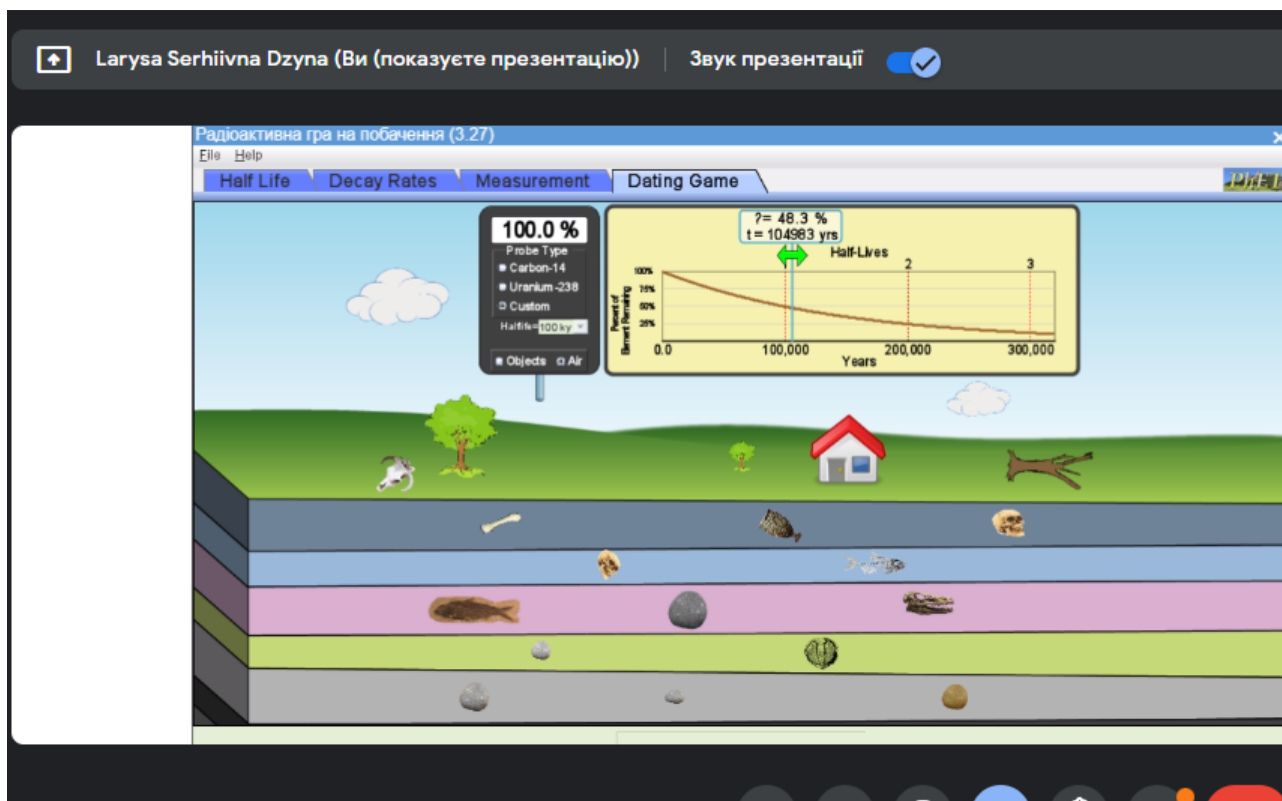


Рис. 2.4. Симуляція «Radioactive Dating Game» у PhET

В ході дослідження зазначається, що радіоактивний розпад є ключовим питанням ядерної фізики, і він широко використовується науковцями для визначення віку різних матеріалів.

Дана симуляція може допомогти учням не лише краще розуміти концепції, пов'язані з радіоактивним розпадом та визначенням віку матеріалів, що в контексті проекту про Чорнобильську АЕС може виступати важливим інструментом для освоєння наукових аспектів події.

Тож на нашу думку, вищезазначені форми і методи роботи будуть забезпечувати опанування і впевнене використання учнями цифрових освітніх ресурсів різного типу, тим самим формуючи інформаційно-цифрову компетентність учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Реалізація другої педагогічної умови, що спрямована на формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти – створення віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору – головним чином здійснювалася в умовах партнерської взаємодії тріади «вчитель-учні-батьки». Загальну структуру такого простору, з урахуванням складників, визначених у п.2.1, представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Структура віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору

Завдання	Цифрові освітні ресурси	Учасники	Мета
Створення єдиної платформи	Google Classroom, Moodle	Адміністрація, вчителі, учні, батьки	Забезпечення єдиної точки доступу для всіх учасників з метою реалізації завдань STREAM.
Вибір додатку для відео зустрічей	Zoom, Microsoft Teams, Google Meet	Учні, вчителі, адміністрація, батьки	Забезпечення ефективного засвоєння матеріалу та співпраці віддалено.
Створення спільноти у чат месенджері	Viber, WhatsApp, Telegram, Slack	Учні, вчителі, експерти, батьки	Сприяння обміну ідеями та допомога в розв'язанні завдань через взаємодію в спільноті, обговорення нагальних питань.
Наповнення платформи контентом	Khan Academy, YouTube, Edpuzzle, Kahoot!, Genially	Вчителі, учні, експерти, батьки	Забезпечення різноманітного та високоякісного контенту для навчання та всебічного розвитку в контексті STREAM.
Інструменти для оцінювання	Google Forms, Kahoot!, LiveWorksheets Socrative, Quizizz, Classkick	Вчителі, учні	Забезпечення об'єктивного та ефективного оцінювання досягнень учнів.
Зворотний зв'язок	Google Forms, SurveyMonkey, Disqus, Padlet, Wordwall	Вчителі, учні, батьки, експерти	Забезпечення можливості отримання та надання конструктивного зворотного зв'язку для постійного вдосконалення освітнього процесу.

В рамках нашого дослідження було спроектовано і створено віртуальний освітній простір Бахмутської ЗОШ№10 «Web_STREAM_Lab» (рис.2.5).

Для створення єдиної платформи було обрано вебсервіс Google Classroom. Вагомим у виборі ресурсу було те, що платформа інтегрована з Google Docs, Google Диск і поштою Gmail, це дає змогу розміщувати будь-які типи файлів, чим забезпечується можливість вибору широкого спектру інтерактивних методів навчання. Файли автоматично додаються в папки на Google Диску, під час планування роботи необхідно врахувати, що безкоштовно доступно використання 15 Гб пам'яті. Питання ліцензування для конкретного закладу загальної середньої освіти залежить від ресурсних можливостей. Вибір Google Classroom обумовлений тим, що його інтерфейс адаптований під будь-який браузер, також є повноцінний доступ до функціоналу у додатку з мобільних пристроїв на базі Android і Apple iOS.

Відзначимо, що за допомогою Google Classroom реалізується принцип доступності тим, що може бути використаний учнями з особливими освітніми проблемами, ним можуть користуватися учні з повним і частковим порушенням зору – для них передбачені програми читання з екрана. Наприклад, для пристроїв на iOS створений VoiceOver, а для Android — TalkBack [211].

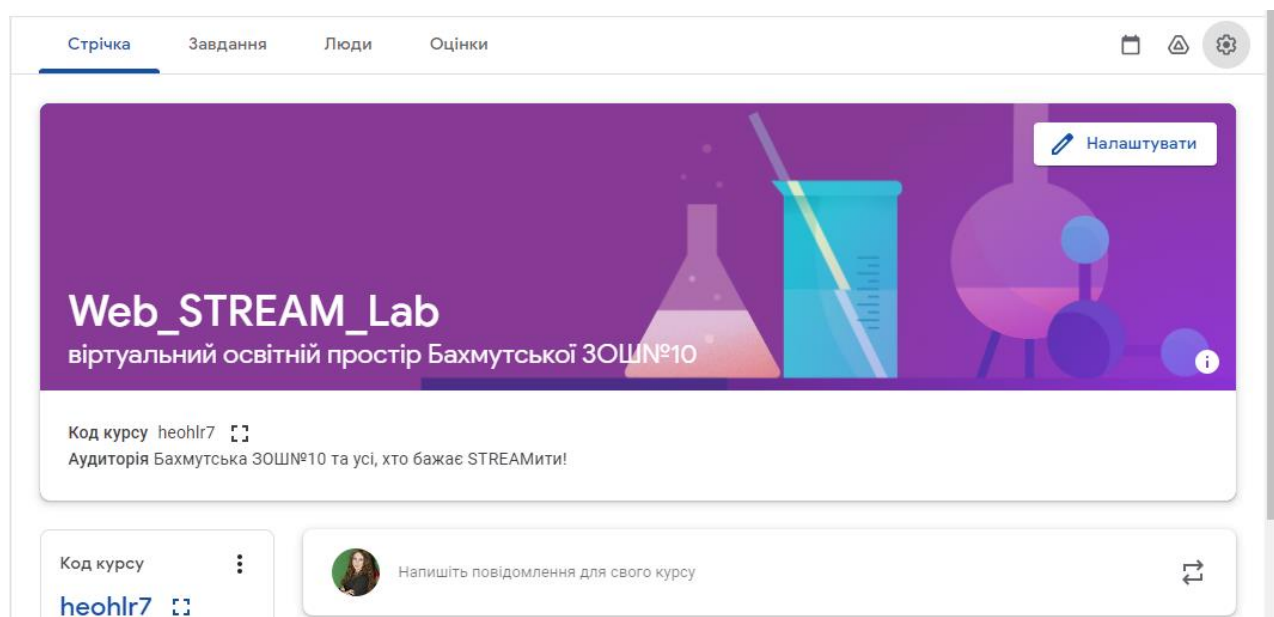


Рис. 2.5. Фрагмент головної сторінки віртуального освітнього простору Бахмутської ЗОШ№10 «Web_STREAM_Lab»

Провідним під час реалізації другої педагогічної умови виступав кейс-метод.

Як зазначає педагогиня І. Дьоміна «Кейс-метод – сучасний спосіб навчання, який ефективно використовують у вивченні медицини, юриспруденції та інших спеціалізованих напрямів. Але дедалі більше така форма навчання інтегрується в середню освіту» [196]. Авторка зазначає, що перед учнями ставлять завдання різної складності та характеру, тож проблемне навчання допомагає подолати прірву між теорією та практикою [196].

В контексті завдання з наповнення платформи контентом кейс-метод був практично спрямованим, адже дозволяв учням не тільки реалізувати свою освітню траєкторію у виконанні STREAM-завдань, а ще і залучатися до наповнення платформи матеріалами, в тому числі власними доробками. Таким чином, на нашу думку, учні більше розуміють практичну значущість виконаного завдання, оскільки беруть відповідальність за певний етап або частину роботи, роблячи внесок у вирішення загальної проблеми, що може також позитивно впливати на мотивацію до вивчення фізики в цілому, формування інформаційно-цифрової компетентності та участі у STREAM-проєктах.

Одним із таких інструментів, який, на наш погляд, буде найбільш універсальним для наповнення контенту платформи, є інтерактивний плакат – цифровий освітній ресурс, опанування якого, разом з опануванням платформи Google Classroom забезпечить реалізацію умов для формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Інтерактивний електронний плакат є сучасним багатофункціональним засобом навчання, який надає широкі можливості для організації навчального процесу, візуалізації матеріалу [175].

Наприклад, це може бути зображення або схема, що містять весь необхідний навчальний матеріал на одному екрані і яка ніби оживає перед очима за допомогою кнопок керування – «міток». Увесь матеріал можна додати на плакат заздалегідь (завантажити файли або посилання на них), відкрити його для демонстрування під час заняття, а також дати на нього посилання всім, хто залучений до процесу

навчання за даною темою.

Головна перевага інтерактивного плаката полягає у тому, що здобувач може знайомитися з інформацією у будь-якому зручному порядку. Він може відкривати лише ті матеріали, що, наприклад, виявилися складнішими та вимагають уточнення. Крім того, така форма подання інформації спонукає досліджувати та знаходити інтерактивні зони, відкривати віртуальні віконця з текстом чи картинками.

Під час нашого експериментального дослідження активніше використовувалися три сервіси для створення інтерактивних плакатів, які, на нашу думку, мають зрозумілий інтерфейс і потужний функціонал навіть у безкоштовних версіях – Genial.ly, ThingLink, Glogster.

ThingLink – це сервіс для створення мультимедійних плакатів та інших освітніх матеріалів, наприклад:

- електронних дидактичних матеріалів до уроку;
- мультимедійних конспектів уроків;
- інтерактивних блок-схем будови механізмів, приладів, пристроїв;
- маршрутних карт або карт подорожей;
- інтерактивних плакатів для презентації STREAM-проектів з певної тематики;
- інтелектуальних карт для мозкового штурму з внесенням міток і коментарів.

Також за допомогою сервісу Thinglink можна організувати проектну і дослідницьку діяльність учнів, провести веб-конкурси, інтерактивні ігри або вікторини.

Glogster – це інструмент для створення інтерактивних плакатів із текстом, відео, гіперпосиланнями та зображеннями. Сервіс можна використовувати для створення інтерактивних біографій, стрічок часу, введення математичних і фізичних формул, результатів експериментів. Для створення інтерактивних плакатів треба розібратися у «словнику» застосунку. Важливим елементом у роботі є глоги. Глоги, glogs (поєднання слів «графічний» + «блог», graphical blogs) – це

мультимедійна вебсторінка або мультимедійний постер.

Genial.ly – вебсервіс для створення різноманітного інтерактивного контенту: презентацій, інтерактивних плакатів, ігор, інфографіки та т.д. Сервіс підтримує кілька мов інтерфейсу, проте української серед них немає. У тексті плакату кирилиця підтримується сервісом, тому створений плакат може бути повністю «україномовним». Для початку роботи користувачу необхідно зареєструватися. Для швидкої реєстрації можна використовувати акаунти соціальних мереж.

При створенні інтерактивного контенту можна інтегрувати вебресурси, текстову інформацію, відео, аудіо та будь-які об'єкти, що вбудовуються за посиланням (презентації, ігри, різноманітні додатки). Також під час створення плаката можна змінювати розмір всіх його елементів, переміщати їх, видаляти, а також додавати будь-які з існуючих та власні.

Особливості інтерактивних плакатів:

- висока інтерактивність;
- простота у використанні: інтерактивний плакат не вимагає інсталяцій, має простий і зрозумілий інтерфейс;
- високий ступінь візуалізації матеріалу завдяки використанню будь-яких мультимедіа середовищ;
- можливості реалізувати форми групової та індивідуальної роботи як у класі, використовуючи відповідне обладнання (інтерактивна дошка, демонстраційний екран, персональний комп'ютер тощо), так і під час дистанційного навчання;
- можливості використання на будь-якому етапі уроку завдяки групуванню навчального матеріалу на плакаті у вигляді логічно завершених окремих фрагментів.

Певну складність становить відсутність україномовного інтерфейсу, але все ж використання інтерактивних плакатів є доволі простим та інтуїтивно зрозумілим, також для наочного прикладу перед початком роботи користувачу пропонується подивитися відеоурок.

Приклади створених інтерактивних плакатів під час експериментального навчання розміщено у Додатку Д.

Варто відзначити, що інтерактивний плакат забезпечував максимальну взаємодію здобувачів із цифровим освітнім простором на всіх етапах проєктної діяльності STREAM. Його використання у цікавій і доступній формі допомогло ознайомитися з новим матеріалом, засвоїти ключові поняття, перевірити засвоєний матеріал та організувати самостійну пізнавальну діяльність. Також було забезпечено індивідуальний темп навчання, гнучке реагування на ту чи іншу педагогічну ситуацію, та системний підхід у навчанні.

Використання інтерактивних плакатів, на нашу думку, дозволило, окрім ґрунтовного вивчення фізики, формувати у учнів інформаційно-цифрову компетентність, а також виступало потужним цифровим інструментом для наповнення контенту і здійснення освітньої взаємодії в умовах віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору.

Важливо, що батьки теж стають активними учасниками вибудови освітньої траєкторії учня, а також мають змогу залучатися до STREAM-проєктів у якості експертів. Така взаємодія зазвичай відбувається в комфортній атмосфері, в якій вчителі, учні та батьки – партнери, що мають спільну мету. Об'єднання батьків у спільноти чат-месенджерів Viber, в яких анонсувалися та висвітлювалися презентації STREAM-проєктів, зробили освітній процес відкритішим і зручним для здійснення освітньої взаємодії.

З метою реалізації педагогічної умови – забезпечення вмотивованості учнів до формування інформаційно-цифрової компетентності – провідними формами роботи були залучення учнів до STREAM-активностей в межах проведення Всеукраїнських, міських та шкільних STREAM-заходів, а також їх участь у масових відкритих курсах та профорієнтаційних кампаніях.

В рамках конкурсу навчальних проєктів презентували майстер-класи для молодших школярів із серії «Ненудна наука» (Додаток Е).

Так, цікавим є досвід участі учнів у Інженерному тижні – 2021 (Додаток Ж).

Інженерний тиждень (<https://engineeringweek.org.ua/>) – проєкт для школярів,

покликаний зацікавити наукою і дати їм поштовх до розкриття власного інженерного потенціалу.

Організатори зазначають, що даний захід демонструє відсутність відмінностей між дівчатами-інженерками та хлопцями-інженерами і що «низька мотивація до навчання не вирок, а лише привід спробувати проводити уроки в іншому – більш інтерактивному форматі» [60].

Вважаємо доцільним зазначити унікальні особливості, що виокремлюють «Інженерний тиждень» з-поміж інших STREAM-заходів:

- школа не прив'язана до місця розташування;
- не потрібно залучати зовнішніх експертів, вчителі впораються самостійно (детальні спрощені інструкції);
- доступні витратні матеріали (більшість із яких – це матеріали, які можна використати повторно).

Важливість даного заходу автори підкреслюють тим, що «участь в STEM-проектах стимулює розвиток мозку та креативності, що є важливим для всіх дітей без винятку, а також сприяє соціалізації одних та розвитку навичок емпатії інших учнів – навчає працювати разом та налагоджувати зв'язки. А для багатьох дітей з порушеннями психофізичного розвитку та інвалідністю це може стати реальним шансом збудувати в майбутньому успішну кар'єру у STEM-сфері» [60].

Розробники зауважують, що у 2021 Інженерний тиждень став інклюзивним «Усі файли завдань було зверстано з урахуванням можливості їх озвучування програмами, що включають можливість синтезу мови для слабозорих та незрячих учнів (VoiceOver та NonVisual Desktop Access). Для частини завдань було розроблено додаткову версію, набрану шрифтом Inclusion UKR.» [60]. Тож відмітимо, що такий захід реалізує принцип доступності до навчання дітей з особливими освітніми потребами.

В ході формувального етапу експерименту з 24 по 28 квітня 2023 року учні експериментальної групи долучилися до заходу «STEM-тиждень–2023» у рамках фестивалю «STEM-весна–2023», який організував та провів відділ STEM-освіти ДНУ ІМЗО «Із метою консолідації зусиль та обміну досвідом представників різних ланок освіти».

Етапи заходу «STEM-тиждень – 2023» відбувалися відповідно до Плану та висвітлюватися в соціальній мережі «Фейсбук» на сторінці групи ВідділSTEM-освітиІМЗО. Інформацію про захід учасники збирали за хештегами: #STEMтиждень_spring2023, #ідеяSTEMтиждень_spring2023.

Підсумком проведення заходу «STEM-тиждень – 2023» було розміщення учнями та вчителем дописів про події «STEM-тижня» в соціальній мережі «Фейсбук» на сторінці групи «ВідділSTEM-освітиІМЗО» з активованим хештегом #STEMтиждень_spring2023.

Під час педагогічного спостереження нами було відзначено, що такі активності мотивували учнів до активного пошуку та критичного аналізу інформації, доцільного вибору і застосування опанованих раніше цифрових освітніх ресурсів та пошуку нових. Зазначимо, що дані заходи, безперечно, спонукали до активного залучення у процес створення контенту та розміщення його у соціальній мережі, а також до участі у конструктивній дискусії під час презентації.

Разом з тим, у п.2.1 визначено та обґрунтовано твердження, що провідним шляхом реалізації третьої педагогічної умови – забезпечення вмотивованості учнів до формування інформаційно-цифрової компетентності в контексті впровадження STREAM-освіти – є здійснювання вчителем якісного формувального оцінювання.

Під час здійснення експерименту нами застосовувалися усі 3 види формувального оцінювання, а саме самооцінювання, взаємооцінювання учнів, оцінювання вчителем (з використанням різноманітних цифрових інструментів, представлених у таблиці 2.5).

Провідними протягом всього етапу експерименту були вправи на розвиток критичного мислення (Додаток 3).

Отже, вмотивованість до формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики може значно підвищуватися завдяки формувальному оцінюванню під час впровадження STREAM-освіти. Так, в ході експериментального дослідження нами виявлено фактори, які, на нашу думку, сприяють цій мотивації.

Цифрові інструменти формувального оцінювання

Оцінювання вчителем	Самооцінювання	Взаємооцінювання
<p>Google Classroom. Платформа для створення завдань, оцінювання та надання фідбеку.</p> <p>Edpuzzle. Інтерактивний аркуш для створення та оцінювання відеоуроків.</p> <p>LiveWorksheets</p> <p>Kahoot!. Інтерактивна платформа для створення тестів та гри для оцінювання знань.</p> <p>Padlet. Віртуальна дошка для спільної роботи, де вчителі можуть створювати завдання та оцінювати роботи.</p> <p>Mentimeter. Інструмент для інтерактивних презентацій та збору відгуків в режимі реального часу.</p>	<p>Google Forms. Створення форм для анкетування та самооцінювання.</p> <p>Flipgrid. Платформа для створення коротких відеовідповідей та рефлексій.</p> <p>Socrative. Інтерактивний інструмент для самоперевірки та тестів.</p> <p>Quizizz. Схожий на Kahoot!, інструмент для самотійного проходження тестів.</p>	<p>Взаємооцінювання учнями:</p> <p>Peergrade. Платформа для взаємооцінювання, де учні оцінюють роботи одне одного.</p> <p>FeedbackPanda.</p> <p>Інструмент для взаємооцінювання та обміну конструктивним фідбеком.</p> <p>Collaborize Classroom. Віртуальний клас для спільної роботи та обговорення, де учні можуть оцінювати роботи одне одного.</p> <p>Google Jamboard. Віртуальна дошка для спільного творчого процесу та взаємооцінювання.</p>

Цифрові інструменти формувального оцінювання, які використовувалися під час оцінювання на етапах виконання STREAM-проектів, заохочують учнів використовувати інформаційні та цифрові освітні ресурси в подальшому для ефективного розв'язання життєвих задач.

Ознайомлення вчителем учнів із переліком доцільних та сучасних цифрових інструментів у процесі оцінювання надає учням можливість опанувати нові технології, що може бути стимулом для саморозвитку.

Також формувальне оцінювання під час вивчення фізики спонукає учня до постійного формування своєї інформаційно-цифрової компетентності, так як налаштовує учня на позитивне сприйняття результатів своєї практичної діяльності, так як воно не містить самої оцінки, яка може сприйматися як оцінка учнем його

особистості. Разом з цим, таке оцінювання передбачає описовий зворотний зв'язок, мета якого скоригувати, націлити та підтримати учня, що добре прослідковується піл час виконання STREAM-завдань.

Таким чином, сукупність вищезазначених форм, методів та засобів організації освітнього процесу учнів експериментальної групи, що забезпечували реалізацію трьох обґрунтованих в п.2.1 педагогічних умов, сприяли формуванню інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики, що обумовлювалася обізнаністю у застосуванні цифрових освітніх ресурсів для кращого розуміння фізичних концепцій в умовах STREAM, здатності до створення та використання цифрових моделей для візуалізації та дослідження фізичних явищ, а також формуванню позитивної мотивації та активізації учнів до свідомого та впевненого використання цифрових освітніх ресурсів під час вивчення фізики, а також їх застосування для розв'язання конкретних життєвих ситуацій.

2.3. Аналіз результатів упровадження педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти

У попередніх підрозділах дисертаційної роботи нами було теоретично обґрунтовано педагогічні умови формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти та описано процес їхньої практичної реалізації під час освітнього процесу з фізики у ЗЗСО. На основі проведеного теоретичного дослідження нами було визначено наступні педагогічні умови: забезпечення вмотивованості учнів до підвищення сформованості інформаційно-цифрової компетентності, створення віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору, опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM.

Реалізація окреслених педагогічних умов передбачала проведення констатувального, формувального та контрольного етапів експерименту.

Експериментальним дослідженням були охоплені учні 8-11 класів ЗЗСО Донецької області: Бахмутської загальноосвітньої школи I-III ступенів №10 Бахмутської міської ради, Бахмутської загальноосвітньої школи I-III ступенів №7 Бахмутської міської ради, Бахмутської загальноосвітньої школи I-III ступенів №5 з профільним навчанням Бахмутської міської ради, Слов'янського педагогічного ліцею Слов'янської міської ради.

На констатувальному етапі було проведено діагностику рівнів сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, це дало підстави встановити, що у більшості респондентів переважав базовий рівень сформованості досліджуваної компетентності за когнітивно-цифровим, проектно-діяльним та ціннісно-інтернальним критеріями.

На формуальному етапі експериментального дослідження відбувалося впровадження педагогічних умов як важливий компонент організації і удосконалення освітнього процесу, який буде фундаментом для формування вмотивованої компетентної особистості шляхом реалізації засад успішної взаємодії та осучаснення освітнього середовища.

На контрольному етапі експерименту було проведено аналіз ефективності педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, який виконувався за рахунок здійснення повторної діагностики рівнів сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти за визначеними критеріями.

У ході дослідження результативність експериментального навчання перевірялася системно та наскрізно, спостерігаючи за процесом формування інформаційно-цифрової компетентності учнів 8-11 класів під час вивчення фізики в умовах впровадження STREAM. Спостереження за навчально-пізнавальною діяльністю і використаний інструментарій для визначення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності дали змогу визначити результативність формуальному етапу експерименту за сукупністю розроблених нами критеріїв і рівнів.

Діагностика на контрольному етапі експериментального дослідження передбачала використання підбраного на констатувальному етапі експерименту інструментарія у вигляді методів діагностичного спостереження, анкетування, тестування, вивчення продуктів діяльності. Учням було запропоновано відповісти на питання анкети, пройти тестування та виконати STREAM-проект аналогічні за змістом до завдань, пропорованих на констатувальному етапі експерименту.

Після опрацювання результатів анкетування з'ясувалося, що рівень сформованості ціннісно-мотиваційного компонента (за ціннісно-інтернальним критерієм) інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти у експериментальної групи підвищився, у той час як рівень сформованості досліджуваного компонента у контрольній групі суттєвих змін не зазнав.

Відзначається, що 66.7% респондентів – учнів експериментальної групи – продемонстрували технологічний і творчий рівень сформованості інформаційно-цифрової компетентності, в той же час у учнів контрольної групи показники технологічного і базового рівня були нижчими – 55,4%. Суттєвим у порівнянні із констатувальним етапом експерименту є підвищення творчого рівня у експериментальній групі, розрахунки показали, що показники збільшилися до 18%. На нашу думку, це може свідчити про проявом мотивації до підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності під час вивчення фізики в умовах STREAM, свідомого використання цифрових ресурсів для навчання та у повсякденному житті, а також бажання взаємодіяти/працювати у команді під час виконання STREAM-проектів.

Аналізуючи відповіді респондентів на анкетування, яке було запропоновано на контрольному етапі експерименту, зазначаємо, що на рівень сформованості ціннісно-мотиваційного компонента інформаційно-цифрової компетентності істотно впливає можливість бути залученим(-ною) до участі у профільних заходах (STEM-тиждень, Інженерний тиждень); отримувати наскрізний зворотний зв'язок від вчителя; мати змогу активно долучатися до роботи з наповнення фізичним контентом STREAM-орієнтованого цифрового освітнього простору.

Вважаємо за доцільне відзначити, що переважна кількість учнів ЕГ виявили переконання в необхідності брати участь у відкритих масових курсах з метою підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики та подальшої профорієнтації.

Зведені та візуалізовані характеристики рівнів сформованості ціннісно-мотиваційного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти на результативному етапі наведені в таблиці 2.6 та на рисунку 2.6.

Таблиця 2.6

Кількісні характеристики рівнів сформованості ціннісно-мотиваційного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на контрольному етапі експерименту

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)	Контрольна група (74 учні)
	%	%
Базовий	33,3%	44,6%
Технологічний	48,7%	43,2%
Творчий	18%	12,2%

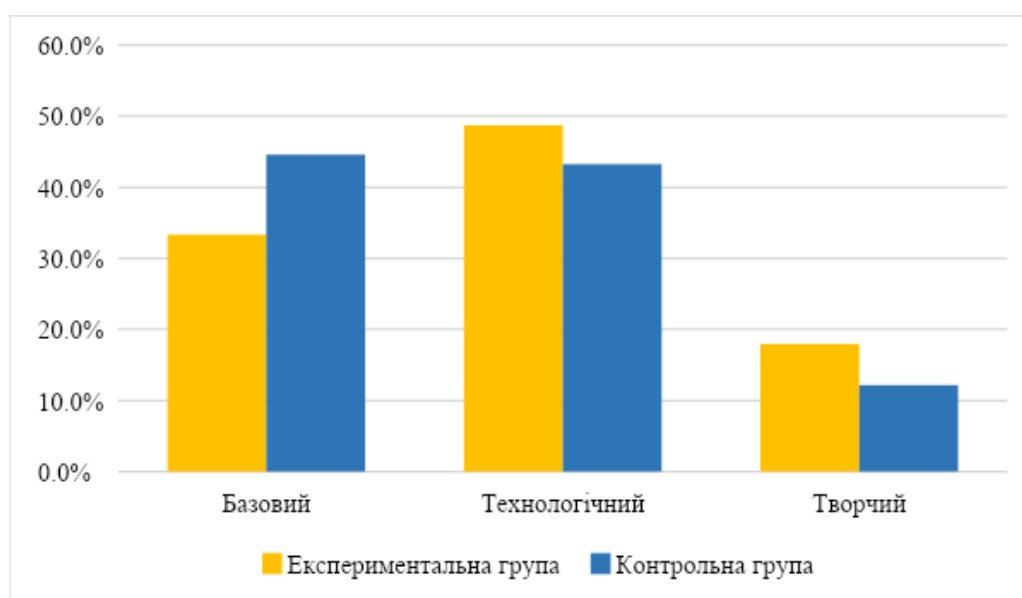


Рис. 2.6. Порівняльна оцінка рівнів сформованості ціннісно-мотиваційного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на контрольному етапі педагогічного експерименту

Динаміка змін щодо рівнів сформованості ціннісно-мотиваційного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти в ході педагогічного експерименту узагальнена у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

**Динаміка рівнів сформованості ціннісно-мотиваційного компонента
інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики**

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)			Контрольна група (74 учні)		
	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст
	%					
Базовий	48,7	33,3	-15,4	47,3	44,6	-2,7
Технологічний	41	48,7	7,7	40,5	43,2	2,7
Творчий	10,3	18	7,7	12,2	12,2	0

Для вимірювання рівня сформованості когнітивного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти був використаний тест, попередньо розроблений нами задля визначення стану опанування учнями цифровою грамотністю, здатності до застосування цифрових інструментів під час вивчення фізики, обізнаності у основах цифрового моделювання і програмування. Аналіз результатів виконання тесту на контрольному етапі продемонстрував, що у учнів експериментальної групи результати сформованості когнітивного компонента виявилися вищими, аніж у здобувачів контрольних груп. У ЕГ – базовий рівень – 39,8%, технологічний рівень – 41,0%, творчий рівень – 19,2%, КГ – базовий рівень – 50%, технологічний рівень – 35,1%, творчий рівень – 14,9% .

Узагальнені результати вимірювання рівня сформованості когнітивного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти наведено в таблиці 2.8 та на рисунку 2.7.

Таблиця 2.8

Кількісні характеристики рівнів сформованості когнітивного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на контрольному етапі експерименту

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)	Контрольна група (74 учні)
	%	%
Базовий	39,8	50
Технологічний	41,0	35,1
Творчий	19,2	14,9

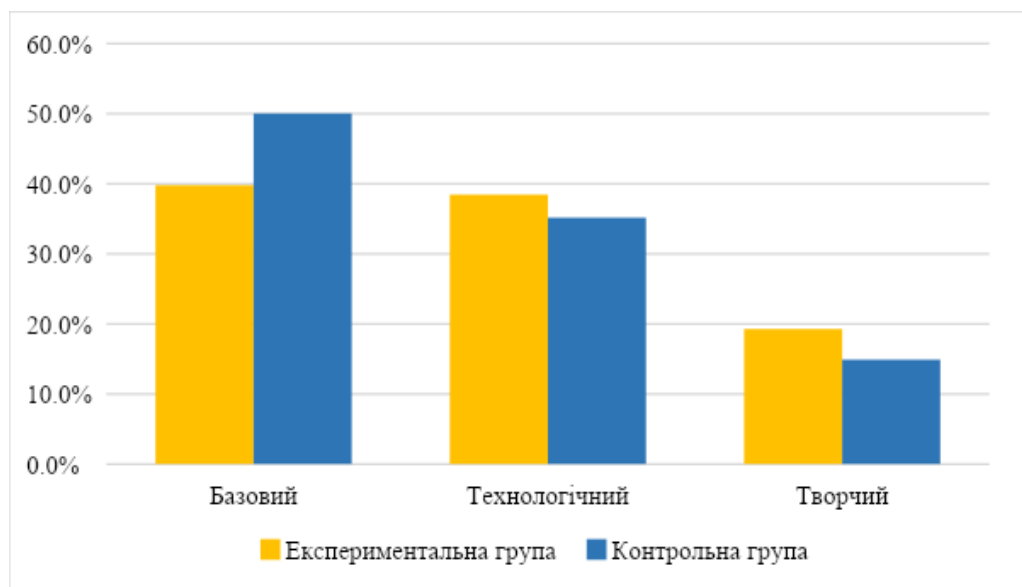


Рис. 2.7. Порівняльна оцінка рівнів сформованості когнітивного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на контрольному етапі педагогічного експерименту

Здійснений порівняльний кількісний аналіз динаміки сформованості показників когнітивного компонента є підставою стверджувати, що в ЕГ показники технологічного та творчого рівнів зросли на 6,4% та 3,8%, а базового знизилися на 10,2%. У КГ ці зміни відбувалися менш виражено: технологічний та творчий рівні зросли на 2,7% та 1,4%, у той час як базовий знизився на 4,1% (табл. 2.9).

Динаміка рівнів сформованості когнітивного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)			Контрольна група (74 учні)		
	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст
	%					
Базовий	50	39,8	-10,2	54,1	50	-4,1
Технологічний	34,6	41	6,4	32,4	35,1	2,7
Творчий	15,4	19,2	3,8	13,5	14,9	1,4

Для вимірювання рівня сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти учням ЕГ та КГ було запропоновано виконати STREAM-проєкт.

Аналіз результатів діагностики рівнів сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики засвідчив, що у учнів експериментальної групи спостерігався значний приріст в показниках технологічного та творчого рівнів, збільшення відбулося до 41% і 19,2% відповідно, та зниження показників базового рівнів до 39,8%. Разом з тим, динаміка у результатах, які продемонстрували учні КГ, була незначною в порівнянні з констатувальним етапом експериментального дослідження. Вбачаємо, що таке суттєве зрушення в показниках творчого рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики може бути викликане активним залученням учнів до колективної проєктної діяльності, до наповнення віртуального STREAM-орієнтованого освітнього простору фізичним контентом, активною роботою із запропонованими кейсами, використанням вчителем активних методів.

Також результативною, на нашу думку, виявилася систематична робота з цифровим моделюванням процесів та явищ у віртуальних лабораторіях під час виконання STREAM-проектів.

Зведені та візуалізовані характеристики рівнів сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти на результативному етапі наведені в таблиці 2.10 та на рисунку 2.8.

Таблиця 2.10

Кількісні характеристики рівнів сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на контрольному етапі експерименту

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)	Контрольна група (74 учні)
	%	
Базовий	39,8	47,3
Технологічний	41,0	39,2
Творчий	19,2	13,5

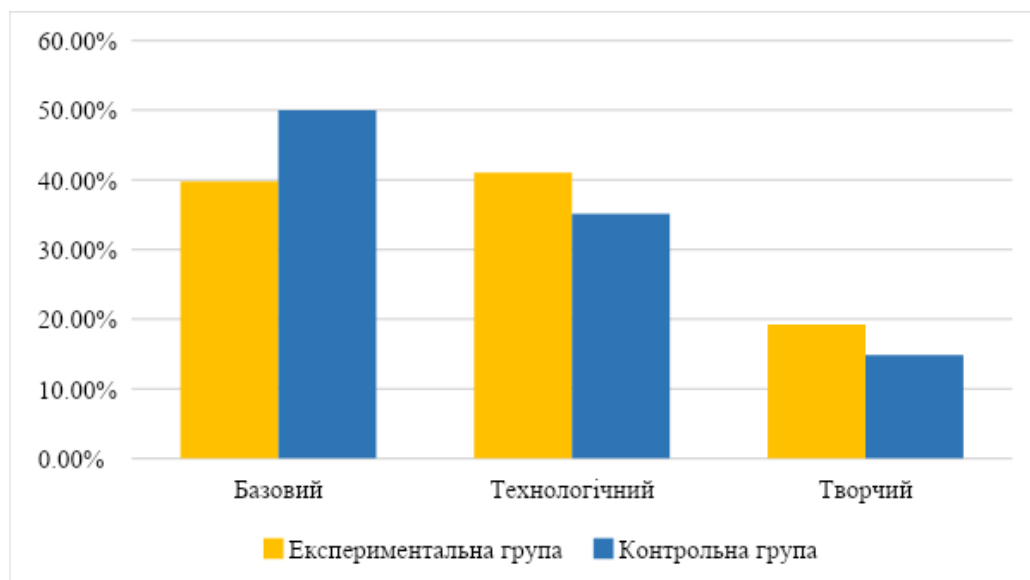


Рис. 2.8. Порівняльна оцінка рівнів сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на контрольному етапі педагогічного експерименту

Згідно з експериментальними даними, отриманими під час проведення констатувального та контрольного етапів експерименту в ЕГ виявлено суттєве збільшення показників технологічного і творчого рівнів сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики: творчого на 8,9%, технологічного на 3,8%, разом з тим різниця в кількісних показниках базового рівня становила 12,7%. Було відзначено несуттєві зміни у показниках рівня сформованості діяльнісного компонента серед учнів КГ, зокрема відсотковий приріст показників технологічного рівня становить 2,7%, творчого – 1,4%, разом з тим, показники базового рівня знизилися на 4,1%.

Динаміка змін рівнів сформованості досліджуваного компонента, що спостерігалася в ЕГ та КГ, узагальнено представлена у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Динаміка рівнів сформованості діяльнісного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)			Контрольна група (74 учні)		
	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст
	%					
Базовий	52,5	39,8	-12,7	51,4	47,3	-4,1
Технологічний	37,2	41,0	3,8	36,5	39,2	2,7
Творчий	10,3	19,2	8,9	12,1	13,5	1,4

На основі визначених на констатувальному етапі вчителями-експертами рангів у сформованості кожного компонента інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах впровадження STREAM було обчислено

коефіцієнт вагомості (W) для кожного з них: когнітивний – 0,34; діяльнісний – 0,38; ціннісно-мотиваційний – 0,28. Скористаємося ними, щоб представити узагальнену кількісну характеристику стану сформованості всіх компонентів інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики, визначену в ході контрольного етапу експерименту (наведена у таблиці 2.12 та на рисунку 2.9).

Таблиця 2.12

Кількісні характеристики рівнів стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на контрольному етапі експерименту

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)	Контрольна група (74 учні)
	%	%
Базовий	37,9	48,5
Технологічний	43,2	37,4
Творчий	18,9	14,1

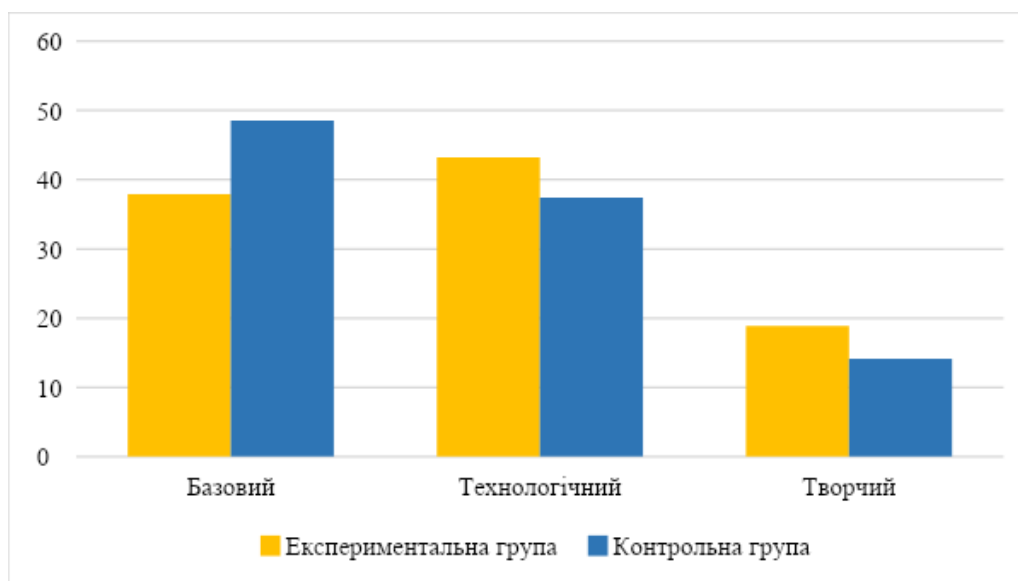


Рис. 2.9. Порівняльна оцінка рівнів сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики на контрольному етапі педагогічного експерименту

Порівняння кількісних показників сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики під час здійснення діагностики вихідного рівня та на

контрольному етапі педагогічного експерименту дало змогу виявити суттєве збільшення показників технологічного та творчого рівнів у учнів ЕГ – на 5,8 та 6,9% відповідно і зниження показників базового рівня на 12,7%. Результати сформованості інформаційно-цифрової компетентності у учнів КГ на контрольному етапі у порівнянні з констатувальним теж зазнали змін, зокрема показники базового рівня зменшилися на 2,7%, у той час показники технологічного та творчого рівнів зросли на 1,2% та 1,5% відповідно (наведено табл. 2.13 та на рис. 2.10).

Таблиця 2.13

**Динаміка рівнів сформованості інформаційно-цифрової компетентності
учнів з фізики**

Рівні	Експериментальна група (78 учнів)			Контрольна група (74 учні)		
	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст	Констатувальний етап	Контрольний етап	Приріст
	%					
Базовий	50,6	37,9	-12,7	51,2	48,5	-2,7
Технологічний	37,4	43,2	5,8	36,2	37,4	1,2
Творчий	12	18,9	6,9	12,6	14,1	1,5

З метою перевірки статистичної значущості експериментального дослідження було використано t-критерій Стьюдента [153, с. 214], який дає змогу підтвердити чи спростувати ефективність упровадження у освітній процес ЗЗСО моделі реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

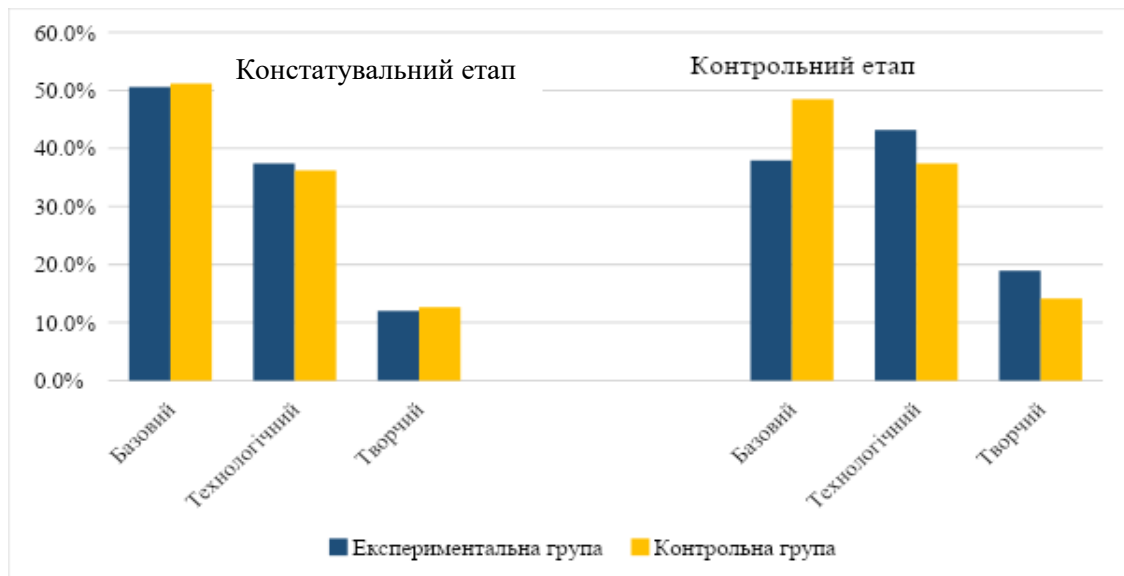


Рис.2.10. Динаміка рівнів сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики

Отже, сформулюємо нульову та альтернативну гіпотези:

Нехай H_0 полягає у відсутності відмінностей у показниках середнього арифметичного, тобто успішність учнів контрольної і контрольної груп істотно не відрізняється:

$\bar{x}_1 = \bar{x}_2$, де \bar{x}_1 – середнє арифметичне значення балів у контрольній групі, \bar{x}_2 – середнє арифметичне значення балів у експериментальній групі.

Тоді H_1 альтернативна гіпотеза, яка полягає у наявності відмінностей у показниках середнього арифметичного шляхом впровадження моделі реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти: $\bar{x}_1 < \bar{x}_2$

Обчислимо t – критерій Стьюдента за формулою:

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{M_1^2 + M_2^2}}, \quad (2.1)$$

де \bar{x}_1 – середнє арифметичне значення балів учнів у контрольній групі, \bar{x}_2 – середнє арифметичне значення балів учнів у експериментальній групі.

Рівень значущості для перевірки гіпотези: $\alpha = 0,05$.

Обчислимо середні похибки за формулою (2.2):

$$M = \frac{\delta}{\sqrt{N}}, \quad (2.2)$$

де δ – середнє квадратичне відхилення, N – кількість учасників групи.

Середнє квадратичне відхилення δ розрахуємо за формулою (2.3)

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}, \quad (2.3)$$

де x_i – оцінка i -го учня, \bar{x} – середнє арифметичне значення балів учнів.

Розрахунки для обчислення основних статистичних показників за наведеними вище формулами було виконано засобами табличного процесора MS Excel (надбудова DataAnalysis).

Таблиця 2.14

Статистичний аналіз результатів дослідження

Величина	Експериментальна група	Контрольна група
Середньоарифметичне значення \bar{x}_2, \bar{x}_1 (Mean)	51,65	37,89
Дисперсія 2 (Sample Variance)	524,62	459,66
Стандартне відхилення (Standard Deviation)	22,904	21,439
Середні похибки (Standard Error) (M_2, M_1)	2,593	2,492

Обчислимо t -критерій Стьюдента, використовуючи результати статистичних розрахунків, за формулою (2.1):

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{M_1^2 + M_2^2}} = 3,83$$

Порівнявши отримане емпірично значення t – критерію Стьюдента ($t_{емп}=3,83$) із його табличним значенням для загальної кількості учнів, які брали участь у експерименті (152) та враховуючи рівень значущості перевірки гіпотези ($\alpha = 0,05$), $t_{табл}=1,98$ [82, с. 288], отримуємо: оскільки $t_{емп}=3,82$ є більшим від табличного, то нульова гіпотеза (H_0) не підтверджується.

Таким чином, відзначаємо, що згідно з проведеними статистичними обчисленнями експериментальних даних підтверджується успішність реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти у експериментальних групах і засвідчує їх ефективність.

Висновки до розділу 2

За результатами експериментального дослідження вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти та здійсненого аналізу науково-педагогічної та психолого-педагогічної літератури було теоретично обґрунтовано педагогічні умови формування досліджуваного явища (забезпечення вмотивованості до підвищення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності з фізики; опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM; створення віртуального освітнього STREAM-орієнтованого простору).

Процес реалізації педагогічних умов змодельовано на базисі методологічних підходів (компетентнісний, діяльнісний, особистісно-орієнтований, інтегративний) та принципів (науковості, системності, інтеграції, наступності, доступності, зв'язку теорії з практикою, наочності, інноваційності та відкритості до змін, свідомості, особистісної орієнтації).

Розроблена модель реалізації визначених педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти складається із трьох блоків: цільовий, змістово-операційний та аналітико-діагностичний.

Упровадження педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики відбувалося на формувальному етапі експерименту. З метою перевірки ефективності реалізації педагогічних умов на контрольному етапі педагогічного експерименту було застосовано визначений на

констатувальному етапі діагностичний апарат. Здійснений порівняльний аналіз результатів, які були отримані на констатувальному та контрольному етапах дослідження, засвідчує підтвердження гіпотези про сприяння педагогічних умов підвищенню рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти та доцільність обраного діагностичного інструментарію. За допомогою методів математичної статистики підтверджено позитивну динаміку в рівнях сформованості досліджуваної компетентності в експериментальних групах.

Матеріали, представлені у другому розділі, опубліковано у статтях і матеріалах конференцій: [30 – 36], [38], [40], [42 – 46], [207], [209].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Здійснене дослідження дало підстави сформулювати загальні висновки відповідно до поставлених завдань:

1. Аналіз психолого-педагогічної та філософської наукової літератури дав змогу уточнити сутність і зміст базових дефініцій дослідження з метою визначення змісту категорії «інформаційно-цифрова компетентність». В ході нашого дослідження уточнено, що інформаційна компетентність – це здатність особистості до критичного використання інформаційних технологій під час здійснення інформаційних процесів в усіх сферах життєдіяльності. Цифрова компетентність – це здатність особистості ефективно використовувати цифрові технології для розв’язання завдань, що дозволяє їй бути прогресивною в сучасному цифровому суспільстві. З’ясовано, що інформаційно-цифрова компетентність передбачає комплексне оволодіння знаннями, уміннями та ставленнями щодо здійснення інформаційних процесів із використанням цифрових технологій під час розв’язання як освітніх, так і життєвих задач.

2. Теоретичний аналіз сучасного стану розвитку STREAM-освіти в Україні та світі засвідчує, що напрям STREAM в освіті є найбільш повним методологічним розширенням напряму STEM, в якому до інженерно-технічних компонентів додаються компоненти мистецької та мовно-літературної галузей. Даний підхід до освіти активно реалізується у багатьох країнах світу, засновником і переважним лідером у кількості реалізованих на сьогодні програм та заходів є США. В Україні даний напрямок знаходиться на стадії активного впровадження, головним чином імплементується у освітній процес закладів загальної середньої освіти, що визначено в рамках плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. Опрацювання нормативно-правових документів, узагальнення результатів науково-педагогічного досвіду уможливив сформулювати досліджуване поняття наступним чином: інформаційно-цифрова компетентність учнів з фізики включає в себе здатність ефективно використовувати комплекс інформаційних та цифрових

ресурсів для отримання, осмислення та практичного застосування знань у вивченні фізики. Охарактеризовано структуру інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики за трьома компонентами: когнітивний, діяльнісний і ціннісно-мотиваційний. Зміст кожного компонента був конкретизований у контексті впровадження STREAM-освіти.

3. Розроблений на констатувальному етапі експерименту діагностичний апарат для визначення вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти складався з критеріїв, показників та рівнів. Для визначення стану сформованості когнітивного компонента досліджуваної компетентності було обрано когнітивно-цифровий критерій, для діялісного – проєктно-технологічний, для ціннісного – ціннісно-інтернальний. До кожного з критеріїв визначено відповідні показники:

когнітивно-цифровий: здійснює ефективний пошук, відбирає та аналізує інформацію за допомогою цифрових ресурсів та баз даних, зокрема, доцільних тематичних ресурсів з фізики та STREAM; розрізняє та обирає засоби для обробки та візуалізації фізичних даних у вигляді таблиць, діаграм, графіків, інфографік тощо; обґрунтовує та здійснює вибір цифрових інструментів для розв'язання фізичних задач та виконання STREAM-проєктів; вбачає необхідність використовувати основи програмування для створення моделей фізичних явищ та під час проведення експериментів, наприклад, використовуючи мови програмування, які підходять для реалізації фізичних симуляцій; розуміє алгоритм роботи з симуляторами для дослідження процесів та явищ під час віртуальних фізичних експериментів; обізнаний(-а) у засобах та способах організації спільної роботи над проєктами за допомогою онлайн-інструментів та платформ;

проєктно-діялісний: бере участь у плануванні та реалізації STREAM-проєктів, які поєднують фізичні концепції з іншими галузями STREAM, використовуючи цифрові технології; апробує та використовує цифрові інструменти для вирішення конкретних фізичних завдань у рамках проєкту; співпрацює у групах, використовуючи цифрові інструменти для спільної роботи над проєктом; використовує цифрові засоби (в т.ч датчики, прилади STREAM-

лабораторій/центрів) для вивчення фізичних явищ та процесів; здійснює обробку результатів експериментів за допомогою цифрових інструментів, моделювання фізичних явищ і процесів та керує ними; розробляє цифрові прототипи та моделі, використовуючи основи програмування для демонстрації та вивчення фізичних концепцій; створює цифрові продукти STREAM-проєкту та презентує їх за допомогою графіків, схем, діаграм, відеоматеріалів тощо;

ціннісно-інтернальний: дотримується етичних норм роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність, захист персональних даних, приватність), правил академічної доброчесності; свідомо та відповідально використовує цифрові ресурси та інтернет; дотримується правил роботи в групах та взаємодіє з іншими учасниками освітнього процесу з врахуванням етичних і ціннісних аспектів використання інформації та цифрових технологій; критично оцінює інформацію, отриману через цифрові ресурси, та за потреби уточнює її в ході роботи над STREAM-проєктом; аналізує та оцінює вплив цифрових технологій як на власний особистісний, так і на освітній простір; керує своєю активністю та взаємодією в інтернеті, визначаючи особисті кордони та враховує засади кібербезпеки.

Відповідно до показників критеріїв було обрано наступні рівні сформованості кожного компонента досліджуваної компетентності: базовий, технологічний, творчий. За допомогою методів педагогічної діагностики (анкетування, тестування, вивчення продуктів діяльності, спостереження) на констатувальному етапі було встановлено, що більшість учнів як експериментальних, так і контрольних груп мають базовий рівень сформованості інформаційно-цифрової компетентності з фізики, що в кількісному еквіваленті становить близько 50%.

4. Проведена діагностика вихідного стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики довела необхідність визначення та реалізації педагогічних умов, які б сприяли вдосконаленню освітнього процесу з фізики у закладах загальної середньої освіти в контексті впровадження STREAM-освіти. Теоретично обґрунтовано педагогічні умови формування інформаційно-

цифрової кометентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. Розроблено модель процесу їхньої реалізації, що включає в себе три блоки: цільовий, змістово-операційний та аналітико-діагностичний. Розроблення моделі базувалося на використанні залальнодидактичних та специфічних методологічних підходів (компетентнісний, діяльнісний, особистісно-орієнтований, інтегративний) та принципів (науковості, системності, інтеграції, наступності, доступності, зв'язку теорії з практикою, наочності, інноваційності та відкритості до змін, свідомості, особистісної орієнтації). Упровадження першої педагогічної умови (забезпечення вмотивованості до формування інформаційно-цифрової компетентності) відбувалося наскрізно шляхом залучення учнів до STREAM-активностей в межах проведення Всеукраїнських (Інженерний тиждень, організований ГО «Про.Про.Лаб.» та STEM-тиждень, запроваджений ДНУ «ІМЗО»), міських та шкільних STREAM-заходів; впровадженням і використанням інструментів для здійснення якісного формувального оцінювання. Реалізація другої педагогічної умови (опанування учнями цифрових освітніх ресурсів для вивчення фізики та в умовах STREAM) відбувалося під час виконання STREAM-проектів, квестів шляхом ознайомлення учнів із кейсом цифрових освітніх ресурсів, опанування яких допоможе глибше розуміти фізичні концепції, зокрема в контексті STREAM. Третю педагогічну умову (створення віртуального STREAM-орієнтованого освітнього простору) було впроваджено через розроблення та наповнення контентом, зокрема за допомогою інтерактивних плакатів, інтелект-карт та ін., створених учнями під час виконання індивідуальних і групових STREAM-проектів платформи віртуального STREAM-орієнтованого освітнього простору «Web_STREAM_Lab» Бахмутської ЗОШ№10, розміщеної у GoogleClassroom.

5. Було здійснено експериментальну перевірку ефективності педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Аналіз на контрольному етапі педагогічного експерименту дозволив виявити позитивну динаміку рівнів сформованості досліджуваної компетентності серед учнів експериментальних груп (+12,7%), тоді як у контрольних груп були

зафіксовані незначні зміни в показниках (+2,7%) сформованості досліджуваного педагогічного явища.

Перевірка отриманих результатів методами математичної статистики підтвердила ефективність реалізації педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів наукової проблеми.

Перспективу подальших наукових досліджень убачаємо в розробці дидактичного забезпечення формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти, організації мережі віртуальних STREAM-орієнтованих освітніх просторів закладів загальної середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексєєва М. І. Мотиви навчання учнів: посіб. для вчителів. Київ: Радянська школа, 1974. 120 с.
2. Алексюк А., Аюрзанайн А., Підкасистий П. Організація самостійної роботи студентів в умовах інтенсифікації навчання: навч. посіб. Київ: ІСДО. 1993. 336 с.
3. Андрієвська В. М. Проект як засіб реалізації STEAM-освіти у початковій школі. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота.* 2017. № 2 (41). С. 11 – 14.
4. Бабійчук С. STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині: науковий журнал.* Луцьк: СНУ імені Лесі Українки, 2018. № 1 (8). С. 12 – 17.
5. Баловсяк Н. Х. Структура та зміст інформаційної компетентності майбутнього спеціаліста. *Науковий часопис УДУ ім. М.П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання.* 2006. Вип. 4 (11). С. 150 – 153.
6. Барановська О. В. Інформаційна компетентність як ключова складова педагогічних технологій за філологічним спрямуванням. *Rozwój nowoczesnej edukacji i nauki – stan, problemy, perspektywy.* Tom VIII: dialog w rozwoju nauk i edukacji / red.: J. Grzesiak, I. Zymomrya, W. Plynyskyj. Konin – Użhorod – Chersoń: Poswit, 2020. P. 75 – 77.
7. Бех І. Компетентнісний підхід як освітня стратегія. *Компетентнісний вимір особистісного зростання учнівської молоді: теорія, практика, досвід:* матеріали Всеукр. наук-практ. конф., (м. Запоріжжя, 10-11 квіт. 2012 р.). Запоріжжя: Акцент Інвест-трейд, 2012. С. 6 – 13.
8. Биби́к С. П., Сюта Г. М. Словник іншомовних слів: тлумачення, словотворення та слововживання / за ред. С. Я. Єрмоленко. Харків: Фоліо, 2006. 623 с.

9. Биков В., Овчарук О. Оцінювання інформаційно-комунікаційної компетентності учнів та педагогів в умовах євроінтеграційних процесів в освіті: посібник. Київ: Педагогічна думка, 2017. 160 с.
10. Бібік Н. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи*: бібліотека з освітньої політики / під. заг. ред. О. В. Овчарук. Київ: К.І.С, 2004. С. 47 – 52.
11. Більше практики, інновацій і нагород: як осучаснити шкільні олімпіади – думки освітян, учасників та організаторів. *Нова українська школа. Вебресурс НУШ*. URL: <https://nus.org.ua/articles/bilshe-praktyky-innovatsij-i-nagorod-yak-osuchasnyty-shkilni-olimpiady-dumky-osvityan-uchasnykiv-ta-organizatoriv/> (дата звернення: 24.11.2023).
12. Бондар В. І. Дидактика. К. Либідь, 2005. 264 с.
13. Буцик І. Обґрунтування організаційно-педагогічних умов формування дослідницької компетентності майбутніх фахівців агроінженерії (на прикладі вивчення сільськогосподарських машин). *Освітній простір України*. 2019. Вип. 15. С. 73 – 80.
14. Валько Н. STEM-освіта вчителів у країнах Сходу та Австралії. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2018. № 61. С. 36 – 47.
15. Великий тлумачний словник сучасної української мови: 250000 / уклад. та голов. ред. В. Т. Бусел. Київ; Ірпінь: Перун, 2005. VIII, 1728 с.
16. Власій О. О., Дудка О. М. Шляхи формування інформаційно-цифрової компетентності учасників освітнього процесу. «*New Pedagogical Approaches in STEAM Education*» International Conference. Open Educational e-Environment of Modern University, Special Edition. 2019. P. 383 – 397.
17. Воронова Н. Цифрові освітні ресурси в теорії і практиці сучасної зарубіжної освіти. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*. 2019. № 9. С. 37 – 47. DOI: <https://doi.org/10.31865/2414-9292.9.2019.174534>

18. Воротникова І. Умови формування цифрової компетентності вчителя у післядипломній освіті. *Модернізація освіти в цифровому вимірі*: монографія / за наук. ред. Н. Морзе, О. Буйницької. Київ: ун-т ім. Б. Грінченка. 2021. 300 с.
19. Гавриш І. І. Позитивна вмотивованість школяра – необхідна передумова до здійснення добродійної діяльності. *Науковий огляд*. 2017. № 4 (36). URL: <https://naukajournal.org/index.php/naukajournal/article/view/1183/1290>
20. Гаврілова Л. Г., Топольник Я. В. Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Т. 61. № 5. С. 1 – 14. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v61i5.1744>
21. Гнатюк О. В. Роль учителя у формуванні мотивації молодших школярів до навчання в інформаційному суспільстві. *Український психолого-педагогічний науковий збірник*. 2020. Вип. 19 (19). С. 19 – 23.
22. Головка М., Науменко С. PISA-2018 як індикатор стану загальної середньої освіти в Україні. *Український педагогічний журнал*. 2017. Вип. 2. С. 8 – 20.
23. Гончаренко С. У. Український педагогічний енциклопедичний словник. Видання друге доповнене і виправлене / Рівне: Волинські обереги, 2011. 552 с.
24. Гончаренко С. Український педагогічний словник / ред. С. Головка. Київ: Либідь, 1997. 375 с.
25. Гривко А., Ващенко Л. Поточне та формувальне оцінювання в базовій та старшій профільній школі. *Український педагогічний журнал*. 2021. Вип. 2. С. 72 – 83. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2021-2-72-83>
26. Грудинін Б. О. Формування інформаційної компетентності учнів у процесі проектної діяльності. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2013. Вип. 109. С. 37 – 41.
27. Губська Г. В. Ретроспективний аналіз поняття та явища «віртуальний освітній простір» в контексті реалізації міжнародної освітньої діяльності. *Освітній*

дискурс: Гуманітарні науки: зб. наук. праць. Київ: Гілея, 2019. Вип. 10 (1-2). С. 35 – 44.

28. Гузій Н. Категорія професіоналізму в теорії і практиці підготовки майбутнього педагога: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова, Київ. 2007. 577 с.

29. Державний стандарт профільної середньої освіти. Проєкт. 2023. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/gromadske-obgovorennya/2023/10/30/НО-royekt.Derzhstandartu.profilnoyi.serednoyi.osvity-30.10.2023.pdf> (дата звернення: 23.11.2023).

30. Дзина Л. STEM-технології на уроках фізики як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності учнів. *Сучасні досягнення вітчизняних вчених у галузі педагогічних та психологічних наук: матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, Україна, 6-7 березня 2020 року). Київ: ГО «Київська наукова організація педагогіки та психології», 2020. С. 60 – 62.

31. Дзина Л. Використання інтерактивних плакатів для унаочнення навчальних матеріалів у середній школі. *Проблеми та шляхи реалізації компетентнісного підходу в сучасній освіті: матеріали Міжнародної науково-методичної Інтернет-конференції*, 14-15 травня 2020 року, Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. С. 140 – 143.

32. Дзина Л. Віртуальний фізичний експеримент як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності в умовах STEM. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2022 Форум молодих дослідників»*: матеріали III Всеукраїнської науково-методичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Суми, 18 листопада 2022 р.). Суми, 2022. С. 102 – 104.

33. Дзина Л. Впровадження STEM-проєктів під час навчання фізики у ЗЗСО. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2021» Форум молодих дослідників*: матеріали II всеукр. наук.-метод. інтернет-конф.

студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Суми, 12 листопада 2021 р.). Суми, 2021. С. 38 – 40.

34. Дзина Л. Засоби STEM-освіти для формування інформаційно-цифрової компетентності учнів. *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти*: матеріали всеукр. наук.-педагог. підвищ. кваліфікації (18 жовтня – 26 лист. 2021 р.). Одеса: Гельветика, 2021. С. 64 – 66.

35. Дзина Л. Інтерактивний плакат як інструмент змішаного навчання. *Світ дидактики: дидактика в сучасному світі*: зб. матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Київ, 21-22 вересня 2021 р.). Київ: Людмила, 2021. С. 169 – 171.

36. Дзина Л. Інтерактивні аркуші як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності. *Цифрова трансформація та диджитал технології для сталого розвитку всіх галузей сучасної освіти, науки і практики*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 26 січня 2023 р. Міжнародна Академія Прикладних Наук (Республіка Польща) – Державний біотехнологічний університет (Україна). Ломжа, Польща, 2023. С. 287 – 290.

37. Дзина Л. Критеріальний апарат діагностики стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах STREAM. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2023. Вип. 87. С. 79 – 83. DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2023.87.13>

38. Дзина Л. Можливості онлайн-ресурсів для реалізації концепції STEM-освіти. *Science. Innovation. Quality. 1st International Scientific-Practical Conference SIQ-2020: Book of Papers, December 17-18th, 2020*. Berdyansk: BSPU. P. 460 – 463.

39. Дзина Л. Особливості реалізації ідей STREAM-освіти в умовах дистанційного навчання. *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти в умовах війни*: матеріали всеукр. наук.-педагог. підвищ. кваліфікації (10 жовтня – 20 лист. 2022 р.). Одеса: Гельветика, 2022. С. 67 – 69.

40. Дзина Л., Стиранець В. Цифрові інструменти для реалізації формувального оцінювання. *Інноваційні педагогічні технології в цифровій школі*:

матеріали V Всеукраїнської (з міжнародною участю) науково-практичної конференції молодих учених (м. Харків, 10-11 травня 2023 року). Харків, 2023. С. 122 – 124.

41. Дзина Л. Сучасний стан упровадження STREAM-освіти в закладах загальної середньої освіти України. *Педагогічні науки: теорія та практика*. № 3 (47). 2023. С. 170 – 176. DOI <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2023-3-24>

42. Дзина Л. Теоретичні основи формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. *Людинознавчі студії. Серія «Педагогіка»* 2021. № 13 (45). С. 27 – 33. DOI: <https://doi.org/10.24919/2413-2039.13/45.4>

43. Дзина Л., Топольник Я. ST(R)E(A)M-проекти як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики. *International scientific and practical conference «Topical issues and challenges of physical and mathematical sciences»*: conference proceedings, March 5–6, 2021. Wloclawek, Republic of Poland: Baltija Publishing. P. 25 – 29.

44. Дзина Л., Топольник Я. Веб-квест як ефективний засіб розвитку інформаційно-цифрової компетентності учнів середньої школи. *Education pedagogy: problems and prospects for development in the context of reform*. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020. P. 248 – 253.

45. Дзина Л., Топольник Я. Інфографіка як ефективний засіб формування цифрової компетентності учнів середньої школи. *Технології електронного навчання*. Вип. 4. 2020. С. 63 – 66. DOI: <https://doi.org/10.31865/2709-840002020222554>

46. Дзина Л. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів ЗЗСО в умовах дистанційного навчання. *Запровадження інноваційних освітніх практик як засіб підвищення якості національної освіти*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 29 листоп. 2022 р.), 2022. С. 142 – 143.

47. Дзина Л. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів при вивченні фізики в контексті впровадження ST(R)E(A)M-освіти. *Гуманізація*

навчально-виховного процесу. 2019. № 6 (98). С. 326 – 338. DOI: [https://doi.org/10.31865/2077-1827.6\(98\)2019.197471](https://doi.org/10.31865/2077-1827.6(98)2019.197471)

48. Діти покоління Альфа: хто це та як їх виховувати? *Діти in UA*. URL: <https://dity.in.ua/statti/rozvitok-i-vikhovannya/diti-pokolinnya-alfa-khto-ce-ta-yak-ikh-vikhovuvati> (дата звернення: 24.10.2023).

49. Дослідження якості організації освітнього процесу в умовах війни у 2022/2023 навчальному році. Державна служба якості освіти України. URL: <https://sqe.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/yakist-osvity-v-umovah-viyny-web-3.pdf> (дата звернення: 24.11.2023).

50. Доценко С. STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики. *Рідна школа*. 2021. № 3. С. 31 – 35.

51. Дробін А. А. Класифікація цифрових освітніх ресурсів як засіб уточнення їх практичного цільового призначення. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 201. С. 77 – 81. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-77-81>

52. Дячок С. Упровадження елементів STEM- (STEAM- чи STREAM-) освіти на уроках зарубіжної літератури через проектно-дослідницьку діяльність. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Вип. 13. С. 59 – 70.

53. Єжова О. О. Сутність організаційно-педагогічних умов педагогічного процесу. *Наукові записки. Психолого-педагогічні науки*. 2014. № 3. С. 39 – 43.

54. Життєва компетентність особистості: від теорій до практики: наук.-метод. посіб. / за ред. І. Єрмакова. Запоріжжя: Центрion, 2005. 640 с.

55. Загребельна Л. В. Педагогічні умови підготовки майбутніх менеджерів у економічних навчальних закладах. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*: зб. наук. пр. / редкол.: І. А. Зязюн (голова) та ін. Київ-Вінниця: ООО «Планер», 2005. Вип. 8. 547 с.

56. Зайцева О. Упровадження інформаційно-комунікаційних технологій у освітній процес як складова професійної діяльності викладача коледжу. *Сучасні*

інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2016. Вип. 46. С. 71 – 77.

57. Засєкіна Т. М. Реалізація компетентнісного підходу в навчанні фізики в основній школі. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2015. Вип. 127. С. 59 – 63.

58. Зязюн І. Філософські проблеми гуманізації і гуманітаризації освіти. *Педагогіка толерантності*. 2000. № 3. С. 58 – 61.

59. Іваницький О. І. Формування цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики у процесі фахової підготовки. *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Педагогічні науки*. 2020. Вип. 185. С. 29 – 33. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2019-1-185-29-33>

60. Інженерний тиждень. *Engineeringweek.org.ua*. URL: <https://engineeringweek.org.ua/2021.php>

61. Історія. Левеня. *Всеукраїнський учнівський фізичний конкурс «Левеня»*. URL: <https://www.levenia.com.ua/sample-page/history/> (дата звернення: 24.10.2023).

62. Калінін В., Калініна Л. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів старшої школи засобами іноземної мови як ключової компетентності Нової української школи. *Молодь і ринок*. 2018. Вип. 9 (164). С. 85 – 90.

63. Коваленко О., Сапрунова О. STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США. *Рідна школа*. 2016. № 4. С. 46 – 49.

64. Ковчин Н. Informational and digital competence of a student in the context of economic school education. *Цифрова компетентність вчителя нової української школи: Всеукр. наук.-практ. семінар (Київ, 12 березня 2019 р.)*. Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, 2019. Київ. С. 37 – 38.

65. Козлова Г. М. За технологіями активного навчання. *Вища освіта України*. 2002. Вип. 2. С. 42 – 45.

66. Кокарева А. М., Хоменко-Семенова Л. О., Алпатова О. В. Віртуальний освітній простір як основа становлення нової культурної віртуальної комунікації. *Соціальні комунікації в інноваційному освітньому просторі: теоретичні та прикладні аспекти* / кол. монографія. Київ: Талком, 2020. С. 6 – 23. DOI: <https://doi.org/10.18372/43136>

67. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: бібліотека з освітньої політики / під. заг. ред. О. Овчарук. Київ: К.І.С., 2004. 112 с.

68. Концептуально-референтна Рамка цифрової компетентності педагогічних й науково-педагогічних працівників (проект). 2021. URL: https://osvita.diia.gov.ua/uploads/0/2900-2629_frame_pedagogical.pdf (дата звернення 02.09.2023).

69. Концепція базової фізичної освіти / авт.: В. В. Сіпій, М. В. Головка, Д. О. Засєкін, І. П. Крячко, О. І. Ляшенко, В. М. Мацюк, Ю. С. Мельник, Л. В. Непорожня. Київ: Педагогічна думка, 2022. 43 с.

70. Концепція забезпечення здобувачів середньої освіти е-підручниками та іншими електронними освітніми ресурсами. *Національна освітня електронна платформа*. 2017. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/gromadske-obgovorennya/2018/02/15/BROSHURE_CONCEPT_E-BOOK.pdf (дата звернення: 24.11.2023).

71. Корисні ресурси для впровадження STEM-орієнтованого підходу у навчанні. *Знайшов*. URL: https://znayshov.com/News/Details/korysni_resursy_dlia_vprovadzhennia_stem-orientovanoho_pidkhodu_u_navchanni (дата звернення: 24.10.2023).

72. Костюк М., Хворостяний І., Унгурян І. Українська для всіх: як навчати тих, для кого українська мова не є рідною. Київ: ТОВ Видавництво ЮСТОН, 2021. 252 с.

73. Кочеткова О. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів в інтерактивному освітньому середовищі закладу загальної середньої освіти.

Педагогічна освіта: Теорія і практика. Психологія. Педагогіка. 2019. Вип. 32. С. 91 – 97.

74. Краще разом. Що таке педагогіка партнерства і навіщо вона в НУШ. *Нова українська школа. Вебресурс НУШ.* URL: <https://nus.org.ua/articles/pedagogika-partnerstva-shho-tse-take-ta-yak-zrozumity-chy-vona-ye-u-shkoli/> (дата звернення: 24.10.2023).

75. Кремень В., Гриневич Л., Луговий В., Таланова Ж. Developing digital competence in secondary school: staffing challenges and answers for Ukraine. *Український педагогічний журнал.* 2021. № 4. С. 6 – 28.

76. Кузьменко О. Сутність та напрямки розвитку STEM–освіти. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* 2016. Вип. 9 (3). С. 188 – 190.

77. Куриленко Н., Сліпучіна І., Меньяйлов С. Розвиток поняття інформаційно-цифрової компетентності в практиці вітчизняної природничої освіти. *Фізико-математична освіта.* 2023. Вип. 38 (2). С. 27 – 36.

78. Левківська К. В. Моделювання процесу впровадження організаційно-педагогічних умов реалізації ціннісних засад діяльності інноваційних навчальних закладів. *Вісник Житомирського державного університету. Педагогічні науки.* 2014. Вип. 3 (75). С. 158 – 164.

79. Лернер П. Проектування як основний вид пізнавальної діяльності школярів. *Завуч.* 2003. № 7. С. 6 – 10.

80. Литвиненко О. Трансформація освіти: можливості цифрового освітнього середовища. *Розвиток професійної компетентності педагогічних працівників в умовах неперервної освіти: науково-методичний вісник.* Кропивницький: КЗ «КОШПО імені Василя Сухомлинського», 2023. № 59. С. 196 – 201.

81. Ліскович О. В. Формування предметної і ключових компетентностей учнів основної школи у процесі вивчення електромагнітних явищ: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Херсонський держ. ун-т. Херсон, 2014. 310 с.

82. Ліскович О. Компетентнісно орієнтовані задачі з фізики як засіб формування ключових компетентностей учнів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Вип. 168. С. 128 – 131.

83. Лодатко Є. О. Моделювання в педагогіці: точки відліку. *Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку*. 2010. Вип. 1. URL: http://www.intellect-invest.org.ua/pedagog_editions_e-magazine_pedagogical_science_vypuski_n1_2010_st_2/

84. Лотоцька А., Пасічник О. Організація дистанційного навчання в школі: методичні рекомендації / упор. І. Коберник, З. Звиняцьківська. 2020. https://rada.info/upload/users_files/41919831/4c6d4edbb7e057a3ecea236cc72d989d.pdf

85. Лупиніс Т. Б. Організаційно-педагогічні умови та принципи формування інформаційної компетентності магістрантів соціальної роботи. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія»*. Серія: Педагогіка. 2012. Т. 188. Вип. 176. С. 89 – 94.

86. Малихін О. В. Методологічні основи визначення дидактичних умов у дослідженнях з теорії навчання (у вищій школі). *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія»*. Серія: Педагогіка. 2013. Т. 215. Вип. 203. С. 11 – 14.

87. Манько В. М. Дидактичні умови формування у студентів професійно-пізнавального інтересу до спеціальних дисциплін. *Соціалізація особистості: зб. наук. пр. Національного педагогічного університету ім. М. Драгоманова*. Київ: Логос, 2000. Вип. 2. С. 153 – 161.

88. Мартинюк О. STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка*. Серія: Педагогічна. 2028. Вип. 24. С. 18 – 22. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2018-24.18-22>

89. Мельник Ю. С. Компетентнісно орієнтована система задач у сучасному підручнику фізики старшої школи. *Проблеми сучасного підручника*. 2015. Вип. 15 (2). С. 22 – 30.

90. Методичні рекомендації про викладання фізики та астрономії у 2021/2022 навчальному році. Додаток до листа Міністерства освіти і науки України від 22.09.2021 № 1/9-482. URL: <https://www.schoollife.org.ua/metodychni-rekomendatsiyi-pro-vykladannya-fizyky-ta-astronomiyi-u-2021-2022-navchalnomu-rotsi/> (дата звернення: 24.10.2021).

91. Методичні рекомендації щодо оцінювання результатів навчання учнів 1-4 класів закладів загальної середньої освіти: завт. наказом МОН України від 13.07.2021 № 813. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-metodychnih-rekomendacij-shodo-ocinyuvannya-rezultativ-navchannya-uchniv-1-4-klasiv-zakladiv-zagalnoi-serednoyi-osviti> (дата звернення: 24.10.2023).

92. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році. Лист ІМЗО від 01.08.2023 № 1242. URL: <https://imzo.gov.ua/2023/08/23/lyst-imzo-vid-01-08-2023-1242-metodychni-rekomendatsii-shchodo-rozvytku-stem-osvity-v-zakladakh-zahal-noi-seredn-oi-ta-pozashkil-noi-osvity-u-2023-2024-navchal-nomu-rotsi/> (дата звернення 10.11.2023).

93. Методичні рекомендації щодо розроблення професійних стандартів. Київ, 2023. URL <https://nqa.gov.ua/uploads/multiple-input/63d3be768f7b1.pdf> (дата звернення: 24.11. 2023).

94. Методичні рекомендації щодо формування інформаційно-цифрової компетентності педагогічних працівників. МОН. УІРО. Київ. 2021. 22 с. URL: <https://uied.org.ua/wp-content/uploads/2022/07/metodychni-rekomendacziyi-z-rozvytku-cyifrovoyi-kompetentnosti.pdf>

95. Методичні рекомендації щодо оцінювання навчальних досягнень учнів 5-6 класів, які здобувають освіту відповідно до нового Державного стандарту базової середньої освіти: завт. наказом МОН України від 01 квітня 2022 № 289. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-metodychnih-rekomendacij-shodo-ocinyuvannya-rezultativ-navchannya-uchniv-5-6-klasiv-zakladiv-zagalnoi-serednoyi-osvity-vidpovidno-do-novogo-derzhavnogo-standartu-bazovoi-serednoyi-osvity>

[ocinyuvannya-navchalnih-dosyagnen-uchniv-5-6-klasiv-yaki-zdobuvayut-osvitu-vidpovidno-do-novogo-derzhavnogo-standartu-bazovoyi-serednoyi-osviti](#)

(дата звернення 10.11.2023).

96. Миронова О. І. Формування інформаційної компетентності студентів як умова ефективного здійснення інформаційної діяльності. *Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка*. 2010. № 17 (204). С. 165 – 175.

97. Мирошниченко О. А. Зміст і структура цифрової компетентності майбутніх педагогів закладів вищої освіти. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2020. № 70. Т. 3. С. 119 – 123.

98. Мирошниченко О. Організаційно-педагогічні умови формування в майбутніх педагогів закладів вищої освіти цифрової компетентності. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2020. № 68. Т. 2. С. 72 – 76. DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2020.68-2.14>

99. Модельна навчальна програма «STEM. 5-6 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти. *Міністерство освіти і науки України*. URL:

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Mizhhal.intehr.kursy/STEM.5-6.kl.Buturlina.Artyemyeva.04.10.pdf> (дата звернення: 23.11.2023).

100. Морзе Н., Базелюк О., Воротникова І., Дементієвська Н., Захар О., Нанаєва Т., Чернікова, Л. Опис цифрової компетентності педагогічного працівника (проект). *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2019. Спецвипуск. С. 1 – 53. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s39>

101. Морзе Н., Василенко С., Гладун М. Шляхи підвищення мотивації викладачів університетів до розвитку їх цифрової компетентності. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2018. № 5. С. 160 – 177.

102. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. Формувальне оцінювання: від теорії до практики. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. 2013. № 6. С. 45 – 57.

103. Мотивація під час дистанційного навчання: місія можлива. *Освіторія Медіа*. URL: <https://osvitoria.media/experience/motyvatsiya-pid-chas-dystantsijnogo-navchannya-misiya-mozhlyva/> (дата звернення: 24.10.2023).

104. Мулик К. О. Проективна модель реалізації педагогічних умов розвитку експресивних здібностей майбутніх учителів суспільно-гуманітарних дисциплін. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 16: Творча особистість учителя: проблеми теорії і практики*. 2012. Вип. 15. С. 134 – 138.

105. На українські школи очікує велика трансформація. *Освіторія Медіа*. URL: <https://osvitoria.media/experience/na-ukrayinski-shkoly-ochikuye-velyka-transformatsiya/> (дата звернення: 23.11.2023).

106. Навчальна програма з фізики (рівень стандарту і профільний рівень, авт. кол. Локтева В. М.) для 10-11 класів загальноосвітніх шкіл, затверджена Наказом Міністерства освіти і науки від 23 жовтня 2017 року № 1407. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf>

107. Навчальна програма з фізики для 7-9-х класів для загальноосвітніх навчальних закладів, затверджена наказом МОН від 07.06.2017 № 804. *ОсвітаUA*. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/> (дата звернення 02.09.2022).

108. Навчальна програма з фізики й астрономії (рівень стандарту і профільний рівень, авт. кол. Ляшенка О. І.) для 10-11 класів загальноосвітніх шкіл, затверджена Наказом Міністерства освіти і науки від 23 жовтня 2017 року № 1407. *ОсвітаUA*. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/58913/> (дата звернення 02.09.2022).

109. Навчальні проекти. Якими вони бувають? *TeachHub*. URL: <https://teach-hub.com/typy-navchalnich-proektiv/> (дата звернення: 24.10.2023).

110. Наливайко О. О. Цифрова компетентність: сутність поняття та динаміка його розвитку. *Компетентнісний підхід у вищій школі: теорія та практика*: монографія / кол. авт.; за заг. ред. О. А. Жукової, А. І. Комишана. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021. С. 40 – 66.

111. Нова українська школа: путівник для вчителя 5-6 класів: навчально-методичний посібник / за ред. А. Л. Черній; відп за вип. В. М. Салтишева. Рівне: РОІППО, 2022. 168 с.
112. Овчарук О. В. Рамка цифрової компетентності для громадян: європейська стратегія визначення рівня компетентності в галузі цифрових технологій. *Педагогіка і психологія. Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2018. Вип. 1 (98). С. 31 – 38.
113. Овчарук О. До питання розвитку цифрової компетентності вчителя у європейському баченні. *Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: зб.тез доповідей учасників всеукр.наук.-практ.семінару (Київ, 12 березня 2019 р.)*. Київ: Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: Київ, 2019. С. 64 – 67.
114. Овчарук О. Компетентність як ключ до оновлення змісту освіти. *ОсвітаUA*. URL: <https://osvita.ua/school/method/381/>
115. Олефіренко Н., Андрієвська В, Носова В. Світовий досвід запровадження STEM-технологій в освіту. *Фізико-математична освіта*. 2020. № 3 (25). Ч. 1. С. 62 – 67.
116. Онопрієнко О. В. Інструментарій оцінювання результатів компетентісно орієнтованого навчання молодших школярів: методичний посібник. Київ: КОНВІ ПРІНТ, 2020. 72 с.
117. Опис програми «Стежинки у Всесвіт». URL: https://uied.org.ua/wp-content/uploads/2022/02/opys-programy-stezhyny-u-vsesvit_ns.pdf
118. Опис Рамки цифрових компетентностей для громадян України. *Міністерство цифрової трансформації України*. 2021. URL: <https://bit.ly/3a7IXu9>
119. Основи стандартизації інформаційно-комунікаційних компетентностей в системі освіти України: метод. рекомендації / заг. ред. В. Ю. Бикова, О. М. Спіріна, О. В. Овчарук. Київ: Атіка, 2010. 88 с.
120. Острога М., Шамоня В., Шершень О. Цифрові освітні платформи як інструмент реалізації неформальної освіти. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2022. Том 10. № 4. С. 27 – 36. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i4-004>

121. Офіційний звіт про результати НМТ у 2023 році. Український центр оцінювання якості освіти. 2023 URL: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/08/ZVIT-NMT_2023-Tom_2.pdf (дата звернення: 24.11.2023).
122. Оцінювання без оцінок: формувальне, підсумкове та таке, що мотивує. *Освіторія Медіа*. URL: <https://osvitoria.media/experience/otsinyuvannya-shho-motyvuye-formuvalne-pidsumkove-samostijne/> (дата звернення: 24.12.2023).
123. Оцінювання в 5 класі НУШ: як воно може стати інструментом навчання та підвищення мотивації. *Нова українська школа. Вебресурс НУШ*. URL: <https://nus.org.ua/articles/otsinyuvannya-v-5-klasi-nush-yak-vono-mozhe-staty-instrumentom-navchannya-ta-pidvyshhennya-motyvatsiyi/> (дата звернення: 24.11.2023).
124. Павлюк Р. О. Інформаційна компетентність та інформаційна культура сучасного фахівця. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія: Педагогічні науки*. 2013. Вип. 3. С. 409 – 417.
125. Патрикеева О. О., Черноморець В. В., Василенко І. В., Коваленко М. В. STEM-проект як інструмент формування компетентностей здобувачів освіти. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2021. Вип.1 (20). С. 69 – 77. DOI: <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2021-20-07>
126. Педагогіка вищої школи: навч . посіб. / ред. З. Н. Курлянд. 3-тє вид., перероб. і доп. Київ: Знання, 2007. 495 с.
127. Пелагейченко В. Ключові компоненти компетентності вчителя. *Освіта.UA*. URL: <https://osvita.ua/school/method/9170/> (дата звернення: 23.10.2023).
128. Петренко С. В. Інформаційно-цифрова компетентність учня у контексті формування нової української школи. *Інноватика у вихованні*. 2017. Вип. 6. С. 144 – 156.
129. Питання Єдиного державного веб-порталу цифрової освіти «Дія. Цифрова освіта»: постанова Каб. Міністрів України від 10 березня 2021 р. № 184. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/184-2021-%D0%BF#Text> (дата звернення: 24.11. 2023).

130. Пікалова В. В. Реалізація STEAM-освіти в проєктній діяльності майбутнього вчителя математики. *Відкрите освітнє e-середовище сучасного університету*. 2020. Вип. 9. С. 95 – 103. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.8>

131. Подлесний С. В., Тарасов О. Ф. Актуальність використання STEM-STEAM-STREAM-технологій в сфері інженерно-технічної освіти для сталого розвитку економіки України. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2019. № 2. С. 123 – 131.

132. Поліхун Н. І. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпучіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.

133. Пометун О., Гупан Н., Власов В. Компетентнісно орієнтована методика навчання історії в основній школі: методичний посібник. Київ: ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. 208 с.

134. Поясок Т. Б. Система застосування інформаційних технологій у професійній підготовці майбутніх економістів: монографія / за ред. С.О.Сисоєвої; МОН України. АПН України. Ін-т пед. освіти і освіти дорослих. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2009. 348 с.

135. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти: постанова Каб. Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#n16> (дата звернення 10.11.2023).

136. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти: постанова Каб. Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1392. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text> (дата звернення 10.11.2023).

137. Про затвердження Державного стандарту початкової освіти: постанова Каб. Міністрів України від 21 лютого 2018 р. № 87. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/87-2018-%D0%BF#Text> (дата звернення 10.11.2023).

138. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021-2027 роки: постанова Каб. Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 695. URL: https://dei.kyivcity.gov.ua/files/2020/10/22/POSTANOVA_KMU_695_DSRR_2027.pdf (дата звернення: 24.11. 2023).

139. Про затвердження завдань Національної програми інформатизації на 2022-2024 роки: постанова Верховної ради України від 8 липня 2022 року № 2360-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2360-IX#Text> (дата звернення 10.11.2023).

140. Про затвердження орієнтовних вимог оцінювання навчальних досягнень учнів із базових дисциплін у системі загальної середньої освіти: Наказ МОН № 1222 від 21.08.2013 року. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/36975/

141. Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій: від 29.04.2020 № 574. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0410-20#Text> (дата звернення 10.11.2023).

142. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року: розпорядження Каб. Міністрів України від 14 грудня 2016 р. № 988-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text> (дата звернення 10.11.2023).

143. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): від 5 серпня 2020 р. № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#> (дата звернення 10.11.2023).

144. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації: розпорядження Каб. Міністрів України від 3 березня 2021 р. № 167-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80#Text> (дата звернення 10.11.2023).

145. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації: розпорядження Каб. Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text> (дата звернення: 24.10.2023).

146. Програми для 10-11 класів. *Освіта. UA*. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-10-11/> (дата звернення 02.09.2022).

147. Проект Концепції цифрової трансформації освіти і науки до 2026 року: *МОН запрошує до громадського обговорення*. 2021. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/koncepciya-cifrovoyi-transformaciyi-osviti-i-nauki-mon-zaprosnyue-do-gromadskogo-obgovorennya> (дата звернення 10.11.2023).

148. Простий алгоритм STEM-уроку. *Національна освітня платформа Всеосвіта* URL: <https://vseosvita.ua/news/prosty-alyhorytm-stem-uroku-43191.html> (дата звернення: 24.10.2023).

149. Простий алгоритм підготовки та проведення STEM-уроку. *Освітній проєкт «На Урок» для вчителів*. URL: <https://naurok.com.ua/post/prostiy-algoritm-pidgotovki-ta-provedennya-stem-uroku> (дата звернення: 24.11.2023).

150. Рассоха І. М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень» для студентів 5 курсу денної форми навчання освітнього-кваліфікаційного рівня «магістр» спеціальностей 8.050106, 8.03050901 «Облік і аудит», 8.050201 «Менеджмент організацій», 8.03060101 «Менеджмент організацій і адміністрування (за видами економічної діяльності)» / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків: ХНАМГ, 2011. 76 с.

151. Репозиторій освітніх цифрових ресурсів. На допомогу освітній спільноті. *КЗ «ЗОІППО» ЗОР*. URL: <https://ele.zp.ua/repository/> (дата звернення: 24.11.2023).

152. Романишина О., Грушко Р. Формування цифрової компетентності учнів через реалізацію завдань STEM-освіти. Наукові інновації та передові технології. 2023. Вип. 10 (24). С. 660 – 674. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-10\(24\)-660-674](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-10(24)-660-674)

153. Руденко В. М. Математична статистика: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
154. Савченко О. Я. Дидактика початкової освіти: підручник. Київ: Грамота, 2012. 504 с.
155. Сакунова Г., Мороз І. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики через призму STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 1 (15). С. 285 – 289.
156. Сакунова, Г., Мороз І. STEM-освіта: зарубіжний досвід та перспективи розвитку в Україні. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Вип. 168. С. 204 – 208.
157. Светлова Т. Проектна діяльність як засіб STEM-навчання. *Освіта Сумщини*. № 3 (51). 2021. С. 11 – 15.
158. Семенова А. В. Парадигмальне моделювання у професійній підготовці майбутніх учителів: монографія. Одеса: Юридична література, 2009. 504 с.
159. Сисоєва О., Гринчишина К. Формування цифрової та інформаційної компетентності у майбутніх вчителів технологій засобами мультимедіа. *Актуальні проблеми математики, фізики і технологічної освіти: зб. наук. пр.* Вінниця: ТОВ «Планер», 2010. Вип. 7. С. 356 – 358.
160. Сисоєва С. Компетентнісно зорієнтована вища освіта: формування наукового тезаурусу. *Компетентнісно зорієнтована освіта: якісні виміри: колективна монографія / ред.: В. Огнев'юк, Л. Хоружа, С. Сисоєва, Н. Чернуха*. Київ: Київський університет імені Бориса Грінченка. С. 18 – 45.
161. Скуратівська М. О., Попадюк С. С. Віртуальне освітнє середовище як інноваційна складова навчального процесу у вищій школі. *Збірник наукових праць Херсонського державного університету. Педагогічні науки*. 2017. Вип. 80 (2). С. 251 – 255.
162. Словник базових понять з курсу «Педагогіка»: навч. посібн. для студ.вищ. навч. закл. / уклад. О. Є. Антонова. Житомир: ЖДУ імені Івана Франка, 2011. 104 с.

163. Словник НУШ: оцінювання в початковій школі. *Освіторія Медіа*. URL: <https://osvitoria.media/experience/slovnnyk-nush-otsinyuvannya-v-pochatkovij-shkoli/> (дата звернення: 24.11.2023).
164. Словник-довідник з професійної педагогіки / за ред. А. Семенової. Одеса: Пальміра, 2006. 221 с.
165. Смирнова М., Астахова М. Дистанційна освіта як інструмент персоналізації навчання та побудови партнерської взаємодії під час освітнього процесу. *Джерело педагогічних інновацій*. 2021. № 2. С. 37 – 45.
166. Смульсон М. Л., Мещеряков Д. С., Назар М. М., Дітюк П. П. Концепція проектування віртуального освітнього простору з потенціалом розвитку суб'єктності дорослих. *Технології розвитку інтелекту*. 2023. 7 (33). URL: https://lib.iitta.gov.ua/735469/1/Smulson_Meshcheriakov_Nazar_Ditiuk_Kontseptsiiia_proiektuvannia_virtualnoho_osvitnoho_prostoru_z_potentsialom_rozvytku_subiektnosti_doroslykh.pdf (дата звернення: 24.10.2023).
167. Сороко Н. В. Проблема створення STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя основної школи. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Вип. 173 (2). С. 187 – 195.
168. Спірін О. М. Інформаційно-комунікаційні та інформатичні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2009. № 5 (13). URL: <http://www.ime.edu-ua.net/em.html> (дата звернення 10.11.2023).
169. Спірін О. М., Овчарук О. В. Цифрова компетентність. *Енциклопедія освіти* / гол.ред. В. Кремень. 2-ге вид., допов. та перероб. Київ: Юрінком Інтер, 2021. С. 1095 – 1096.
170. Стеганцева В. В. Формування інформаційно-цифрової компетентності молодших школярів у процесі соціально-педагогічної комунікації: дис. ... доктора філософії: 231 / ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». Полтава, 2022. 295 с.

171. Стрижак О. Є., Сліпухіна І. А., Поліхун Н. І., Чернецький І. С. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Т. 62. № 6. С. 16 – 33.
172. Струтинська О. В. Цифрові навички і цифрова компетентність: зарубіжний досвід країн ЄС і перспективи для України. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 3 (25). Ч. 1. С. 94 –102. DOI <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-015>
173. Сухомлинський В. О. Людина неповторна. Вибрані твори: в 5-и томах. Київ: Рад. школа. 1977. Т. 5. С. 80 – 96.
174. Сучасний психолого-педагогічний словник / авт. кол. за заг. ред. О. І. Шапран. Переяслав-Хмельницький (Київська область): Домбровська Я., 2016. 473 с.
175. Таблер Т. І. Сучасний дидактичний засіб – електронний інтерактивний плакат. *Розвиток сучасної природничо-математичної освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (21-28 жовтня 2013 року). URL: https://www.zoippo.zp.ua/pages/el_gurnal/pages/vip29.html
176. Трач Ю. Віртуалізація освіти як явище сучасної культури. *Культура і мистецтво у сучасному світі*. 2018. Вип. 19. С. 164 – 172.
177. Трифонова О. Концепція розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Український педагогічний журнал*. 2019. Вип. 2. С. 45 – 52. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2019-2-45-52>
178. Трифонова О. М. Визначення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності у майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип.177 (2). С. 128 – 135.
179. Трифонова О. М. Інформаційно-цифрова компетентність: зарубіжний та вітчизняний досвід. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Вип. 2 (173). С. 221 – 225.
180. Трубочева С., Мушка О., Люлькова Ю. Дидактичні особливості формування навчальної компетентності учнів в умовах цифровізації освітнього

середовища закладу загальної середньої освіти під час воєнного стану. *Проблеми сучасного підручника*. 2023. № 29. С. 202–207. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2022-29-202-207>

181. Український проєкт «Якість освіти». URL: <https://yakistosviti.com.ua/uk/STREAM-osvita-trend-sogodennia-> (дата звернення: 23.11.2023).

182. Філософія інтеграції: монографія / за заг. ред. В. Д. Бондаренка, Ф. Г. Ващука. Ужгород: ЗакДУ, 2011. (Серія «Євроінтеграція: український вимір»; Вип. 18). 273 с.

183. Філософія: словник термінів та персоналій / В. С. Бліхар, М. А. Козловець, Л. В. Горохова, В. В. Федоренко, В. О. Федоренко. Київ: КВІЦ, 2020. 274 с.

184. Цифрові освітні ресурси: практика використання. *Знайшов*. URL: https://znayshov.com/News/Details/tsyfrovi_osvitni_resursy_praktyka_vykorystannia (дата звернення: 24.11.2023).

185. Цифрові сервіси для освіти України: створено інформаційний ресурс. *Міністерство освіти і науки України*. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/cifrovi-servisi-dlya-osviti-ukrayini-stvoreno-informacijnij-resurs> (дата звернення: 24.11.2023).

186. Черненко А. В. Формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх учителів іноземних мов в освітньому процесі закладів вищої педагогічної освіти: дис. ... доктора філософії 011 / Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди. Харків, 2022. 194 с.

187. Чернякова О. І. Формування готовності майбутніх учителів початкових класів до застосування мультимедійних технологій у професійній діяльності: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Григорія Сковороди». Переяслав-Хмельницький, 2017. 20 с.

188. Шарова Т., Шаров С., Кремінський Б. Освітні ресурси для організації STEAM-навчання. *Молодь і ринок*. 2023. Вип. 3/211. С. 52 – 56.

189. Шкільні підручники. *Підручник.ком.юа.* URL: <https://pidruchnyk.com.ua/>
190. Школи запрошують взяти участь в «Інженерному тижні». *Нова українська школа. Вебресурс НУШ.* URL: <https://nus.org.ua/news/shkoly-zaproshtuyut-vzyaty-uchast-v-inzhenernomu-tyzhni/> (дата звернення: 24.11.2023).
191. Що таке компетентнісний підхід у навчанні – відповідає Державна служба якості освіти. *Нова українська школа. Вебресурс НУШ.* URL: <https://nus.org.ua/questions/zo-take-kompetentnisnyj-pidhid-u-navchanni-vidpovidaye-derzhavna-sluzhba-yakosti-osvity/> (дата звернення: 23.11.2023).
192. Що таке формувальне оцінювання, чому воно потрібне учням і які основні виклики. *Нова українська школа. Вебресурс НУШ.* URL: <https://nus.org.ua/view/shho-take-formuvalne-otsinyuvannya-chomu-vono-potribne-uchnyam-i-yaki-osnovni-vyklyky/> (дата звернення: 24.12.2023).
193. Юрженко В. STEM, STEAM, STREAM-освіта і змістові поля загальноосвітніх предметів: можливість паралельного використання або повна інтеграція (заміна). *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті: збірник матеріалів XIV-ї Міжнародної наук.-практ. онлайн-інтернет конференції, м. Кропивницький, 20 листопада – 8 грудня 2022 року.* Кропивницький: РВВ ЦДУ ім. В. Винниченка, 2022. С. 130 – 132.
194. Ягупов В. В. Педагогіка: навч. посіб. Київ: Либідь, 2002. 560 с.
195. Як і коли застосовувати проблемне навчання (Problem-Based Learning). *Нова українська школа. Вебресурс НУШ.* URL: <https://nus.org.ua/view/yak-i-koly-zastosovuvaty-problemne-navchannya-problem-based-learning/> (дата звернення: 24.11.2023).
196. Як почати використовувати метод кейсів на уроках. *Нова українська школа. Вебресурс НУШ.* URL: <https://nus.org.ua/view/yak-pochaty-vykorystovuvaty-metod-kejsiv-na-urokah/> (дата звернення: 24.11.2023).
197. Як розгорнути STEAM-лабораторію в школі. *Освіторія Медіа.* URL: <https://osvitoria.media/experience/yak-rozgornuty-steam-laboratoriyu-v-shkoli/> (дата звернення: 24.10.2023).

198. Як учителям підвищити цифрові компетентності. *Нова Українська школа Вебресурс НУШ*. URL: <https://nus.org.ua/view/yak-uchytelyam-pidvyshhyty-tsyfrovi-kompetentnosti/> (дата звернення: 23.11.2023).
199. Becker H. J., Epstein J. L. Parent involvement: A survey of teacher practices. *The elementary school*. 1982. Vol. 83 (2). P. 85 – 102.
200. Boyatzis R. The competent manager: a model for effective performance. NY: John Wiley & Sons. 1982. 328 p.
201. Carless D. R., Joughin G. R., Mok M. M. C. Learning-oriented assessment: principles and practice. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 2006. № 31 (4). P. 395 – 398. DOI: <https://doi.org/10.1080/02602930600679043>
202. Carretero S., Vuorikari R., Punie Y. DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. 48 p.
203. Charting a course for success: America's strategy for STEM education. A report by the committee on STEM education of the National science & technology council. URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEMEducation-Strategic-Plan-2018.pdf> (date of access: 23.10.2023).
204. Chomsky N. Aspects of the Theory of Syntax. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press. 1965. Pp. x+251.
205. Delors J. Learning: the treasure within; report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century [Delors report]. Paris: UNESCO Publishing. 1996. P. 248.
206. Dotsenko S. Transformation of natural and mathematical disciplines in the context of STEM-education. *Professional Education: Methodology, Theory and Technologies*. 2017. Vol. 5. P. 83 – 101.
207. Dzyzna L. Opportunities of online resources for implementation of the concept of stem-education. *Innovative Approaches to Ensuring the Quality of Education, Scientific Research and Technological Processes*. Monograph 43. Katowice: University of Technology Katowice, 2021. P. 398 – 404.

208. Dzyzna L., Topolnyk I. Formation of information and digital competence of secondary school students in physics lessons. *II International Education Forum «Best Educational Practices: Ukraine, Europe, World»*: Forum Proceedings, January 24th, 2021. Kyiv, Ukraine: Association for Promotion of Education and Science Globalization Spacetime. P. 273 – 277.

209. Dzyzna L., Topolnyk I. Webinar as an effective method for developing information and digital competence of secondary school students. *International Scientific Conference Modern Global Trends in the Development of Innovative Scientific Researches*: Conference Proceedings, March 20th, 2020. Riga, Latvia: Baltija Publishing. P. 48 – 50.

210. Fleischman H. L., Hopstock P. J., Pelczar M. P., Shelley B. E. Highlights From PISA 2009: Performance of U.S. 15-Year-Old Students in Reading, Mathematics, and Science Literacy in an International Context. 2010. URL: <https://nces.ed.gov/pubs2011/2011004.pdf> (date of access: 23.10.2023).

211. Google Classroom: інструкція, як самостійно створювати онлайн-курси. *Освіторія Медіа*. URL: <https://osvitoria.media/news/google-classroom-instruktsiya-yak-samostijno-stvoryuvaty-onlajn-kursy/> (дата звернення: 24.11.2023).

212. Hattie J. Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning. New York: Routledge, 2012. 296 p.

213. Hess F., Kelly A., Meeks O. The Case for Being Bold-A New Agenda for Business in Improving STEM Education. AEI: American Enterprise Institute for Public Policy Research. United States of America. 2011.

214. Horton F. Understanding Information Literacy: A Primer. UNESCO. 2008. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000157020> (date of access: 23.10.2023).

215. Humeniuk V. V. Managerial Activity Of The Head Of The School On The Introduction Of STEM-Education As A Factor The Development Of An Effective Educational Environment. *Adaptive Management: Theory and Practice. Series Pedagogics*. 2017. Vol. 5 (9). URL: <https://amtp.org.ua/index.php/journal/article/view/19> (date of access: 23.10.2023).

216. Hutmacher W. Key competencies for Europe: Report of the Symposium Berne, Switzerland 27 – 30 March, 1996. Council for Cultural Cooperation(CDCC) a Secondary Education for Europe. Strasburg. 1997. P. 72.

217. Home UA accord group. *Accord Group*. URL: <https://www.accord-group.com/accordua> (date of access: 24.12.2023).

218. Ilomäki L., Kankaanranta M. The Information and Communication Technology (ICT) Competence of the Young. *Handbook of research on new media literacy at the K-12 level: Issues and challenges*. IGI Global. 2009. P. 101 – 118.

219. Key competences for lifelong learning – a European reference framework: Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (Text with EEA relevance) ST/9009/2018/INIT. Official Journal of the European Union. 4.6.2018. P. C 189/1 – C 189/13. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN) (date of access: 23.10.2023).

220. Key competences for lifelong learning – a European reference framework: Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 No. 2006/962/EC. Official Journal of the European Union. 30. 12. 2006. P. L 394/10 – L 394/18. URL: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:en:PDF> (date of access: 10.11.2023).

221. Key competences for lifelong learning. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. 20 p. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/297a33c8-a1f3-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-e>

222. Krumsvik R. Situated learning and digital competence. *Education and Information Technology*. 2008. Vol. 13. P. 279 – 290. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-008-9069-5>

223. Kryvonos O., Biruk N., Torgonska A., Yatsenko O. Diagnostics of the formation of high school students' digital competence, *ITLT*. 2023/ Vol. 97. No. 5. P. 94 – 124.

224. McClelland D. Testing for Competence Rather than for «intelligence». *American Psychologist*. 1973. № 28. P. 1 – 14.
225. Partnership for 21st Century Learning. Framework for 21st Century Learning. 2007. URL: <https://www.battelleforkids.org/networks/p21> (date of access: 23.10.2023).
226. Raven J. Competence in modern society: its identification, development and release. London: Lewis and C°, 1984. 251 p.
227. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Punie, Y. (ed). EUR 28775 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017. DOI: [10.2760/159770/](https://doi.org/10.2760/159770/)
228. Roco M., Bainbridge W. Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. Arlington, 2004.
229. Ryan R. M., Deci E. L. Selfdetermination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. London, New York: Guilford Press, 2017. 756 p.
230. Rychen D. S., Salganik L. H. Definition and selection of competences (DeSeCo): theoretical and conceptual foundations: strategy paper. Neuchâtel: Swiss Federal Statistical Office, 2002. 27 p. URL: <http://hdl.voced.edu.au/10707/156754> (date of access: 23.10.2023).
231. Ryle G. The Concept of Mind. London: Hutchinson, 1949. 328 p.
232. Salganik L. Projects on Competencies in the OECD Context: Analysis of Theoretical and Conceptual Foundations SFSO, OECD, ESSI / Laura H. Salganik, Dominique S. Rychen, Urs Moser, John W. Konstant. Neuchâtel, 1999.
233. Scott C. The Futures of Learning 3: What kind of pedagogies for the 21st century? UNESCO Education Research and Foresight, Paris. ERF Working Papers Series. 2015. No. 15. 21 p. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002431/243126e.pdf>
234. Scriven M. The methodology of evaluation. Purdue University. Lafayette, 1963. 61 p.

235. Space To Learn. NASA. URL: <https://www.nasa.gov/learning-resources/>
236. STEAM імпреза: від ідеї до втілення. *Сучасні технології в освіті*. URL: <https://educationpakhomova.blogspot.com/2023/07/steam.html> (дата звернення: 24.10.2023).
237. STEAM-lab® – сучасні освітні рішення та новітнє обладнання для навчальних закладів. *STEAM-lab® – сучасні освітні рішення та новітнє обладнання для навчальних закладів*. URL: <https://steam-lab.com.ua/> (дата звернення: 24.11.2023).
238. STEM-освіта Україна. *Освіта STEM*. URL: <https://stemosvita.org.ua/>
239. STEM-освіта. *Інститут модернізації змісту освіти*. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (дата звернення: 24.11.2023).
240. Torres-Coronas T., Vidal-Blasco M. Adapting a face-to-face competence framework for digital competence assessment. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*. 2011. Vol 7 (1). P. 60 – 69.
241. Vuorikari R., Punie Y., Carretero Gomez S., Vanden Brande G. DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union. EUR 27948 EN. 2016. 44 p.
242. White R. Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review*. 1959. № 66. P. 279 – 333.
243. Yurchenko A., Yurchenko K., Proshkin V., Semenikhina O. World Practices of STEM Education Implementation: Current Problems and Results. *International Journal of Research in E-learning*. 2022. Vol. 8 (2). P. 1 – 20. DOI: <https://doi.org/10.31261/IJREL.2022.8.2.05>
244. Zemke R. Job Competencies: Can they Help you Design Better Training? *Training*. 1982. № 19. P. 18 – 31.

ДОДАТКИ**Додаток А**

*Анкета самооцінювання рівня інформаційно-цифрової компетентності в галузі
фізики та STREAM*

Шановні учні! Вашій увазі пропонуємо анкетування:

1-14 – оберіть літеру, яка найбільше виражає ваше ставлення до питання, у

15 дайте розгорнуту відповідь

1. Як часто ви користуєтеся інтернетом для пошуку інформації з фізики чи STEM-предметів?
 - a) Завжди
 - b) Часто
 - c) Іноді
 - d) Майже ніколи
2. Як часто ви використовуєте електронні ресурси (відео, інтерактивні завдання тощо) для вивчення фізики?
 - a) Завжди
 - b) Часто
 - c) Іноді
 - d) Майже ніколи
3. Чи вмієте ви використовувати спеціальні програми чи інструменти для візуалізації фізичних явищ (наприклад, симулятори руху тіл, графіки, тощо)?
 - a) Так, добре
 - b) Так, але слабко
 - c) Ні, не вмію
4. Чи можете ви створювати презентації чи відеоматеріали для пояснення фізичних концепцій?
 - a) Так, добре
 - b) Так, але слабко
 - c) Ні, не вмію
5. Чи вмієте ви програмувати або використовувати програми для обробки та аналізу даних в фізиці?
 - a) Так, добре
 - b) Так, але слабко
 - c) Ні, не вмію
6. Як часто ви використовуєте математичні програми для моделювання фізичних процесів (наприклад, MATLAB, Python тощо)?
 - a) Завжди
 - b) Часто
 - c) Іноді
 - d) Майже ніколи
7. Чи брали ви участь у проєктах, пов'язаних з технологічним проєктуванням чи інноваціями в області фізики чи STREAM?
 - a) Так, багато разів
 - b) Так, але раз чи дві

- c) Ні, не брав участь
8. Як ви оцінюєте свою здатність до роботи в творчих командах для вирішення технологічних завдань?
- a) Висока
b) Середня
c) Низька
9. Чи використовуєте ви технології для власного творчого вивчення фізики чи STREAM-предметів?
- a) Так, регулярно
b) Так, іноді
c) Ні, не використовую
10. Як ви вважаєте, наскільки цифрові технології полегшують ваш процес навчання фізики?
- a) Дуже суттєво
b) Частково
c) Незначно
11. Як часто ви ділитесь своїми власними ідеями чи висловлюєте свою думку щодо фізичних чи технічних концепцій у класі чи поза ним?
- a) Часто
b) Іноді
c) Майже ніколи
12. Як ви вважаєте, наскільки важливою є здатність комунікувати та обмінюватися іншими учнями щодо вивчення фізики чи STEM-предметів?
- a) Дуже важливо
b) Частково важливо
c) Не важливо
13. Чи використовуєте ви соціальні мережі або онлайн-платформи для обговорення фізичних концепцій чи участі в STREAM-заходах?
- a) Так, регулярно
b) Так, іноді
c) Ні, не використовую
14. Як ви оцінюєте свій рівень інформаційно-цифрової компетентності в галузі фізики та STREAM?
- a) Високий
b) Середній
c) Низький
15. Які конкретні аспекти/питання інформаційно-цифрової компетентності (знання, уміння у використанні цифрових ресурсів для вивчення фізики) ви б хотіли покращити чи розвинути?
-

Додаток Б

Тест із завданнями закритого типу для визначення стану інформаційної грамотності, а також здатності до застосування цифрових інструментів для кращого розуміння фізичних концепцій

Шановні учні! Вашій увазі пропонуємо тестування, яке містить 15 питань закритого типу

1 Блок

1. Які наукові методи ви використовуєте для дослідження явищ у фізиці?

- a) Метод випробувань і помилок
- b) Метод відгадування
- c) Метод спостереження і вимірювання
- d) Метод інтуїції

2. Як ви можете використовувати науковий підхід для розв'язання повсякденних проблем?

- a) Інтуїція
- b) Випадковість
- c) Аналіз і експеримент
- d) Спостереження та копіювання

2 Блок

3. Які технологічні засоби ви використовуєте для вивчення фізики?

- a) Телефон та папір
- b) Комп'ютерні програми та симуляції
- c) Зошит і олівець
- d) Телефон та магніт

4. Які програми чи веб-сайти ви використовуєте для розширення своїх знань у фізиці?

- a) Instagram
- b) Facebook
- c) YouTube та Khan Academy
- d) Телефонні ігри

3 Блок

5. Оберіть приклад, коли ви вирішуєте інженерну задачу в контексті фізичного експерименту цифровими засобами.

- a) Побудова піраміди з картону
- b) Розмальовка малюнку
- c) Створення макету сонячної системи
- d) Виготовлення паперових літаків

6. Як ви б використовували інженерні принципи для вирішення реальних проблем у сфері фізики?

- a) Змішування кольорів
- b) Розрахунок сили тяжіння
- c) Створення пристрою для збільшення зору
- d) Виробництво музичних інструментів

4 Блок

7. Як ви використовуєте мистецтво для висвітлення концепцій у фізиці?

- a) Створення графіків і схем
- b) Малювання портретів
- c) Виготовлення прикрас
- d) Вивчення танців

8. Які творчі методи ви застосовуєте для вивчення або навчання фізики?

- a) Використання колажів
- b) Гра на музичних інструментах
- c) Танці та рухові вправи
- d) Заучування великих обсягів інформації

5 Блок

9. Які математичні концепції ви використовуєте при вивченні фізики?

- a) Додавання і віднімання
- b) Використання формул площі та об'єму
- c) Вивчення правил граматики
- d) Використання міток на карті

10. Як ви використовуєте математику для моделювання фізичних явищ?

- a) Використання чисел Фібоначчі
- b) Розрахунок траєкторії руху об'єкта
- c) Розподіл кольорів у малюнках
- d) Визначення сезонів року за допомогою чисел

Інформаційно-цифрова компетентність з фізики:

11. Як ви оцінюєте достовірність інформації, знайденої в Інтернеті, для вивчення фізики?

- a) Перевірка джерел та оцінка авторитетності
- b) Випадковий вибір інформації
- c) Спираючись на особистий досвід
- d) Читання перших результатів пошуку

12. Як ви створюєте, редагуєте і презентуєте інформацію в цифровому форматі?

- a) Обираю те, що перше зустрінеться
- b) Рекомендації вчителя або експертів
- c) Вибірково шукаю те, що мені цікаво
- d) Огляд кількох джерел і обираю найбільш вигідного

13. Як ви визначаєте правильність власних відповідей та рішень у фізичних завданнях?

- a) Порівнюю з відповідями однокласників
- b) Спираюся на власний досвід
- c) Перевіряю за допомогою підручника чи додаткових джерел
- d) Пропускаю цей етап іноді

14. Як ви використовуєте інтерактивні та візуальні матеріали для покращення розуміння фізичних концепцій?

- a) Не використовую, вони мені не потрібні
- b) Використовую лише для розваги
- c) Використовую при необхідності
- d) Активно використовую для кращого розуміння

15. Як ви взаємодієте з іншими учнями для обміну інформацією та допомоги в розв'язанні складних фізичних питань?

- a) Самостійно розв'язую всі завдання
- b) Обговорюю з іншими учнями лише прості завдання
- c) Активно обмінююсь інформацією та допомагаю іншим
- d) Намагаюсь уникати спільної роботи з іншими

STREAM-проект «ФІЗИКА НАВКОЛО НАС»

Завдання для учнів

Мета дослідження: використання віртуальних лабораторій у фізиці

Обрана тема: _____

оберіть конкретний аспект/прояв фізики навколо нас (у вигляді процесу, явища, пристрою тощо), який вас цікавить та який можна дослідити за допомогою віртуальних лабораторій (наприклад, магнетизму, механічних (вивчення акустичних властивостей та ін), теплових (теплове розширення, випаровування тощо), електричних або оптичних явищ (голографія, дисперсія тощо).

Вибір віртуальної лабораторії: _____

знайдіть та оберіть віртуальну лабораторію або симуляцію, яка найкраще відповідає вашому дослідженню. Рекомендовані платформи: *PhET Interactive Simulations, Labster*, або інші, які вам відомі.

Хід роботи. Експериментальне дослідження

використовуючи віртуальну лабораторію, проведіть експерименти та дослідження, спрямовані на вивчення обраної теми; дослідіть вашу тему за компонентами *STREAM*: концепція *STREAM* включає в себе п'ять основних компонентів, які описують інтеграцію науки, технології, інженерії, мистецтва, мови/літератури та математики:

Science (вивчення природних явищ, розв'язання загадок природи, спостереження та експерименти)

Technology (використання цифрових інструментів для розв'язання завдань)

Reading + Writing (використання знань з мови та літератури)

Engineering (створення цифрових «пристроїв»)

Art (творче представлення результатів, оздоблення/дизайн)

Mathematics (математичне обчислення результатів, моделювання)

- запишіть результати ваших експериментів та проведіть аналіз отриманих даних;
- створіть презентацію, в якій ви візуалізуєте ваші результати за допомогою графіків, схем або інших візуальних засобів.
- подумайте, як отримані відомості можна використати в різних аспектах нашого повсякденного життя чи в інших галузях науки та техніки.

Для вчителів

- Допоможіть за потреби учням спланувати дослід, обрати найбільш оптимальну та доступну віртуальну лабораторію для їхнього дослідження.
- Поясніть, як користуватися віртуальною лабораторією та як виконувати експерименти в цифровому середовищі.
- Надайте поради щодо створення ефективних візуальних матеріалів для презентації.

Оцінювання: якість, точність та об'єктивність, креативність, застосування знань.

Тематика STREAM-проектів

- Гравітація та рух. Механічні моделі ракет
- Теплові явища в житлових будинках. Оптимізація систем опалення та охолодження
- Енергозбереження у моєму місті: від ідеї до реалізації
- Оптична ілюзія. Використання цифрових засобів для створення оптичних ефектів
- Моделювання та оптимізація ліній електропередач
- Магнітна левітація. Створення «Парку магнітних поїздів»
- Застосування ядерної фізики у медицині. Лікування та діагностика
- Віртуальна реконструкція експериментів та досліджень Галілея та Ньютона
- Фізика Великого Вибуху
- Віртуальна ядерна спектроскопія
- Створення енергетично-ефективного житлового комплексу
- Серія майстер-класів «Ненудна наука» для молодших школярів

Інтерактивний плакат для представлення результатів STREAM-проєкту

Демонстрація PowerPoint - [9-Б проєкт.pptx] - PowerPoint

• Створення енергетично-ефективного житлового комплексу

Проект учнів 9-Б ЗОШ10

Слайд 2 з 16

11:59 | oia-wtnm-xaa

Презентація вебінару з майсер-класом для молодших школярів

<https://www.youtube.com/watch?v=6GKXH--a3R0>

**Майстер-клас із серії:
НЕНУДНА НАУКА
«Калейдоскоп»**

підготував
учень 11-А класу Бахмутської ЗОШ №10
Шаєнко Віталій

Вітаю, друзі ☺

Чи маєте ви таку іграшку – калейдоскоп?

Якщо ні, то хотіли б мати її? Запевняю – вона буде цікавою... Для отримання такої штуки рушаймо зі мною...

У нашому сучасному світі іноді так хочеться розслабитися. Для цього пропонуємо вам відволіктися від повсякденних нудних і таких метушливих справ і зробити собі іграшку – антидепресант – «калейдоскоп»

Трошки ненудних фактів про калейдоскоп

- Калейдоскоп – це джерело натхнення.
- Калейдоскоп – це генератор позитивного поля.
- 15 хвилин розглядання картинок у калейдоскопі порівнюють з 5 хвилинами здорового сміху.
- Калейдоскоп – це домашній терапевт. Він допомагає зняти втому зорового нерва, що особливо важливо в сучасному світі комп'ютерів. А ще він поліпшує тонус при хворобі і прискорює процес одужання.
- Люди, які взяли його в руки, не розлучаються з ним, знають про собі ☺

А тепер про калейдоскоп як оптичний прилад (інфо для дорослих):

Калейдоскоп – це оптичний прилад у вигляді трубки, що містить усередині три поздовжніх, складених під кутом дзеркальних скла.

- У середині калейдоскопа може стояти від 2–3–х дзеркал до 4–х або більше.
- Різне взаємне розміщення дзеркал дозволяє отримати різну кількість зображень одного предмету:

при кутах між дзеркалами

- 45° – 8 зображень,
- при 60° – 6 зображень,
- при 90° – 4 зображення.

А також будова та принцип дії...

Матове скло – основа, вона розсіює вхідне світло і діє як екран.

Три основні принципи, що забезпечують максимально симетричний і чіткий візерунок.

- Дзеркала повинні бути розташовані під кутом, що ділять коло на цілу кількість частин. Оптимально, щоб довжина дзеркал в п'ять-сім разів перевищувала їх ширину.
- Об'єкт повинен бути розташований перед відбиваючими поверхнями.
- Найкраща точка для спостереження орнаменту – максимально близька до стішки дзеркал.

Матове скло Прозоре скло Мінцва Трикутний кристал Корисні Прозоре скло

І до роботи... нам знадобиться (окрім доволу та допомоги батьків, звісно)

Зробити калейдоскоп можна в кілька кроків.

- Обводимо окружність трубки на аркуші та креслимо всередині кола рівносторонній трикутник.
- Вимірюємо довжину трубки.
- Креслимо на картоні прямикутник довжиною на 2 см меншою за довжину трубки та ширинною рівною сумі сторін білого в кола трикутника. Вирізаємо прямикутник та згинаємо у форму трикутної призми утвореною симетричними візерунки.
- Обортовано прямикутник фольгою та вставляємо всередину трубки.
- Вирізаємо три кола, що рівні окружності трубки: два з пластику, одне з паперу. Всередині останнього робимо невеличку дірочку – окуляр.
- Трошки підрізавши край одного пластикового кола, вставляємо його всередину трубки. Далі застосовуємо метод наліплення, закріплюємо іншим пластиковим колом і заклеюємо щільно скотчем чи клеєм.
- Інший край трубки заклеюємо колом з окуляром.
- Оздоблюємо калейдоскоп на власний смак кольоровим папером і візерунками.

Бажаю успіху!

— У тебе все вийде ☺

Сертифікат участі «Інженерний тиждень - 2021»



Вправи на розвиток критичного мислення

«Бортовий журнал»

Цей чудовий прийом для розвитку критичного мислення школярів. дозволяє перетворити учнів із пасивних слухачів на справжніх дослідників. Стислість, конкретність, точність і наочність – ось основні принципи заповнення «Бортових журналів». Така стратегія допомагає активізувати роботу школярів й отримати об'єктивну інформацію щодо якості засвоєння матеріалу. Його можна використовувати у будь-якому форматі навчання, на будь-якому етапі уроку, а для вивчення нової теми це справжня знахідка!

Кубик Блума

Це один із популярних практичних прийомів, що навчає учнів самостійно вирішувати проблемні питання, спираючись на здобуті знання і вміння, досвід, спостережливість, логіку і творче мислення. Розробив цей чудо-метод американський учений та психолог-педагог, автор унікальної системи алгоритмів педагогічної діяльності «Таксономія навчальних цілей» Бенджамін Блум. Він об'єднав основні освітні цілі у кілька груп: закріплення та аналіз отриманих знань; емоційний відгук учнів на здобуті знання; використання здобутих знань на практиці.

«Шість капелюхів»

Метод «Шість капелюхів» – це психологічна рольова гра, сенс якої полягає в тому, щоб розглянути одну і ту ж проблемну ситуацію з 6 незалежних одна від одної точок зору. Це дозволяє сформуванню найбільш повне уявлення про предмет дискусії та на логічному й емоційному рівнях оцінити переваги і недоліки.

«Дискусійне кафе»

Розуміння різних точок зору є чудовим способом дійти до глибини будь-якої теми. Учнім потрібно знати різні погляди, аби проаналізувати події, які минули, чийсь вчинки чи навіть мотиви дій головного героя. Вправа «Дискусійне кафе» відбувається у форматі дружніх посиденьок у кафе, коли старі знайомі обговорюють ту чи іншу ситуацію. Передбачається, що кожен досконало знає проблему від першої особи, та готовий захищати свою думку.

Fishbone

Дослівно Fishbone перекладається як «Риб'яча кістка» або «Скелет риби». І дійсно, в основі методики схематична діаграма у формі риб'ячого скелету. Така нестандартна та водночас проста схема дозволяє провести швидкий та точний аналіз певної проблеми, виявивши її причини та наслідки. Цей прийом можна використовувати як окремо для проведення аналізу певної ситуації, так і зробити його стратегією цілого уроку. При цьому найбільшого ефекту можна досягти під час узагальнюючих уроків та систематизації знань, коли тема вже вивчена.

«Плакат думок»

Цей прийом допомагає створити візуальний звіт про думки та питання учнів, які можна обговорити потім на наступних уроках. Подібна стратегія діє для активізації діяльності учнів, які не схильні брати участь в усній дискусії, та навчає балакучих школярів прислухатися до ідей інших. А тиша та письмо є ефективними інструментами, які здатні допомогти учням більш детально дослідити тему.

За матеріалами

https://znayshov.com/News/Details/20_pryiomiv_rozvytku_krytychnoho_myslennia

Додаткові завдання (критичний аналіз)

У статті журналу «ГЕО» наводять перелік міст, складений за кількісною ознакою. Так, містечко Боді в США, увійшло до цього списку після 1881 року, Бельчите в Іспанії – в 1837 році, італійське місто з тисячолітньою історією Стара Буссан – в 1887 році. Напишіть українське місто, яке внесене в цей список (підказка: у назві міста є апостроф).

Можливості Canva для групової роботи

Спільна презентація. Таке завдання сприятиме розвитку творчого мислення, навичок пошукової діяльності та роботи в команді, а також покращить емоційний фон навчання.

Квест-кімнати. Учням недостає мотивації? Запросіть їх до справжньої квест-кімнати! Для створення квест-кімнати слід обрати шаблон Virtual Classroom та створити завдання: завантажити файл чи надати групам доступ до файлу. Позитивну атмосферу гарантовано! А ще такі завдання розвивають творче мислення та навички роботи в команді.

Бінго. Гра. Щоб її створити, оберіть шаблон Bingo та попросіть учнів накреслити на аркуші таку ж табличку, як на вашому екрані. Ви називаєте слова, а учні ставлять хрестик у відповідній комірці. Хто перший усе закреслить, той і переміг! Це чудове завдання для підвищення мотивації, розвитку логіки, уваги та пам'яті, яке буде доречним на уроках біології, історії та мови.

Морський бій. Для її створення слід обрати шаблон Bingo та захвати відповіді (це і будуть ваші «кораблі»). Якщо учень поцілив у такий «корабель», учитель відкриває прихований елемент.

Сторітеллінг. Створіть початок історії, додайте цікаві елементи, анімацію, аудіозапис та запропонуйте дітям продовжити. І це продовження може вас здивувати! Це завдання сприятиме розвитку навичок пошукової діяльності, творчого мислення, уяви та вміння працювати в команді.

За матеріалами <https://naurok.com.ua/post/mozhливosti-servis-u-canva-dlya-roboti-z-ditmi-pid-chas->

[distanциjno-formi-navchannya](#)

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Статті у наукових фахових виданнях України, зокрема, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Дзина Л. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів при вивченні фізики в контексті впровадження ST(R)E(A)M-освіти. *Гуманізація навчально-виховного процесу*. 2019. № 6 (98). С. 326 – 338. URL: [https://doi.org/10.31865/2077-1827.6\(98\)2019.197471](https://doi.org/10.31865/2077-1827.6(98)2019.197471)
2. Дзина Л. Теоретичні основи формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. *Людознавчі студії. Серія «Педагогіка»* 2021. № 13(45). С. 27–33. URL: <https://doi.org/10.24919/2413-2039.13/45.4>
3. Дзина Л. Критеріальний апарат діагностики стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах STREAM. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2023. Вип. 87. С.79-83 DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2023.87.13>
4. Дзина Л. Сучасний стан упровадження STREAM-освіти в закладах загальної середньої освіти України. *Педагогічні науки: теорія та практика*. №3 (47). 2023. С. 170-176 DOI <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2023-3-24>

Статті у виданнях іноземних держав (колективна монографія):

5. Дзина Л. Топольник Я. Веб-квест як ефективний засіб розвитку інформаційно-цифрової компетентності учнів середньої школи. *Education pedagogy: problems and prospects for development in the context of reform*. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020. P. 248 – 253.
6. Dzyzna L. Opportunities of online resources for implementation of the concept of stem-education. *Innovative Approaches to Ensuring the Quality of Education, Scientific Research and Technological Processes*. Monograph 43. Katowice: University of Technology Katowice, 2021. P 398-404

Статті в інших виданнях, матеріали конференцій:

7. Дзина Л. STEM-технології на уроках фізики як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності учнів. *Сучасні досягнення вітчизняних вчених у галузі педагогічних та психологічних наук: матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, Україна, 6–7 березня 2020 року). Київ: ГО «Київська наукова організація педагогіки та психології», 2020. С. 60 – 62

8. Дзина Л. Використання інтерактивних плакатів для унаочнення навчальних матеріалів у середній школі. *Проблеми та шляхи реалізації компетентнісного підходу в сучасній освіті: матеріали Міжнародної науково-методичної Інтернет-конференції*, 14 – 15 травня 2020 року, Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2020. С. 140 – 143

9. Dzyna L., Topolnyk I. Webinar as an effective method for developing information and digital competence of secondary school students. *International Scientific Conference Modern Global Trends in the Development of Innovative Scientific Researches: Conference Proceedings*, March 20th, 2020. Riga, Latvia: Baltija Publishing. P. 48 – 50

10. Дзина Л., Топольник Я. Інфографіка як ефективний засіб формування цифрової компетентності учнів середньої школи. *Технології електронного навчання*. Вип. 4. 2020. С. 63 – 66. DOI: <https://doi.org/10.31865/2709-840002020222554>

11. Дзина Л. Можливості онлайн-ресурсів для реалізації концепції STEM-освіти. *Science. Innovation. Quality. 1st International Scientific-Practical Conference SIQ-2020 : Book of Papers*, December 17-18th, 2020. Berdyansk: BSPU. P. 460 – 463.

12. Dzyna L. Topolnyk I. Formation of information and digital competence of secondary school students in physics lessons. *II International Education Forum «Best Educational Practices: Ukraine, Europe, World»: Forum Proceedings*, January 24th, 2021. Kyiv, Ukraine: Association for Promotion of Education and Science Globalization Spacetime. P. 273 – 277.

13. Дзина Л., Топольник Я. ST(R)E(A)M-проекти як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики *International scientific and*

practical conference «Topical issues and challenges of physical and mathematical sciences» : conference proceedings, March 5–6, 2021. Wloclawek, Republic of Poland: Baltija Publishing. P. 25-29.

14. Дзина Л. Інтерактивний плакат як інструмент змішаного навчання. *Світ дидактики: дидактика в сучасному світі*: зб. матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Київ, 21 – 22 вересня 2021 р.). Київ: Людмила, 2021. С. 169-171.

15. Дзина Л. Засоби STEM-освіти для формування інформаційно-цифрової компетентності учнів *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти*: матеріали всеукр. наук.-педагог. підвищ. кваліфікації (18 жовтня – 26 лист. 2021 р.). Одеса: Гельветика, 2021. С. 64-66.

16. Дзина Л. Впровадження STEM-проектів під час навчання фізики у ЗЗСО. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2021» Форум молодих дослідників*: матеріали II всеукр. наук.-метод. інтернет-конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Суми, 12 листопада 2021 р.). Суми, 2021. С. 38-40.

17. Дзина Л. Віртуальний фізичний експеримент як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності в умовах STEM. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2022 Форум молодих дослідників»*: матеріали III Всеукраїнської науково-методичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Суми, 18 листопада 2022 р.). Суми, 2022. С 102-104.

18. Дзина Л. Особливості реалізації ідей STREAM-освіти в умовах дистанційного навчання *STEM-освіта: науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти в умовах війни*: матеріали всеукр. наук.-педагог. підвищ. кваліфікації (10 жовтня – 20 лист. 2022 р.). Одеса: Гельветика, 2022. С. 67-69.

19. Дзина Л. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів ЗЗСО в умовах дистанційного навчання. *Запровадження інноваційних освітніх практик як засіб підвищення якості національної освіти* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 29 листоп. 2022 р.), 2022. С. 142-143.

20. Дзина Л. Інтерактивні аркуші як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності. *Цифрова трансформація та диджитал технології для сталого розвитку всіх галузей сучасної освіти, науки і практики*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 26 січня 2023 р. Міжнародна Академія Прикладних Наук (Республіка Польща) – Державний біотехнологічний університет (Україна). Ломжа, Польща, 2023. С.287-290.

21. Дзина Л., Стиранець В. Цифрові інструменти для реалізації формувального оцінювання. *Інноваційні педагогічні технології в цифровій школі*: матеріали V Всеукраїнської (з міжнародною участю) науково-практичної конференції молодих учених (м. Харків, 10-11 травня 2023 року). Харків, 2023. С. 122-124.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати виконаної роботи обговорено і позитивно оцінено на засіданнях, теоретичних і методичних семінарах кафедри педагогіки вищої школи ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (упродовж 2019 – 2023 рр.), на засіданнях педагогічної ради, шкільної професійної спільноти вчителів природничо-математичного циклу Бахмутської загальноосвітньої школи I - III ступенів № 10 Бахмутської міської ради Донецької області, міської методичної спільноти вчителів фізики Управління освіти Бахмутської міської ради Донецької області, на наукових, науково-теоретичних і науково-практичних конференціях, форумах, семінарах, круглих столах: *міжнародних*: Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні досягнення вітчизняних вчених у галузі педагогічних та психологічних наук» (Київ, 2020), International scientific conference «Modern global trends in the development of innovative scientific researches» (Riga, Latvia, 2020), International scientific Internet-conference «Organization and management in the services' sphere» (Republic of Poland, Opole, 2020), Міжнародна науково-методична Інтернет-конференція «Проблеми та шляхи реалізації компетентнісного підходу в

сучасній освіті» (Харків, 2020), I Міжнародна науково-практична конференція «Наука. Інновації. Якість» (Бердянськ, 2020), II International Education Forum «Best Educational Practices: Ukraine, Europe, World» (Kyiv, Ukraine, 2020), A series of seminars on innovation management and quality assurance in education, research and technological processes (Berdyansk, Ukraine, 2020), International scientific and practical conference «Digital transformation and technologies for all areas sustainable development of modern education, science and practice» (Łomża, Republic of Poland, Kharkiv, Ukraine 2022); *всеукраїнських*: Всеукраїнський науково-практичний онлайн-семінар «STEM-освіта: ресурси та перспективи розвитку в 2020-2021 навчальному році» (м. Київ, 2020), Всеукраїнська Інтернет-конференція «STEM, STEAM, STREAM: від концепції до практичного втілення» (Київ, 2020), IV Всеукраїнська Інтернет-конференція «Технології електронного навчання» (Слов'янськ, 2020), II Всеукраїнська науково-методична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2021» Форум молодих дослідників» (Суми, 2021), круглий стіл «Цифрова трансформація науки в умовах євроінтеграції» (Київ, 2022), III Всеукраїнська науково-методична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2022» Форум молодих дослідників» (Суми, 2022), круглий стіл «STEAM-освіта: від теорії до практики» (Київ, 2023), науково-практична інтернет-конференція «STEM-освіта: можливості та виклики» (м Київ, 2023), Всеукраїнська науково-практична онлайн-конференція «STEM-світ інноваційних можливостей. Модель STEM-закладу освіти: стратегії, структура, напрями та форми діяльності» (Київ, 2023), STEM-імпреза: від ідеї до втілення (Київ, 2023), інтерактивний вебінар (семінар) «Фаховий курс для вчителів природничих наук, математики, інформатики STEM, STEAM, STREAM» (Київ, 2023), Всеукраїнський інформаційно-просвітницький форум «STEM and FEM» (Кропивницький, 2023).

Довідки про впровадження



У К Р А І Н А
БАХМУТСЬКА МІСЬКА РАДА
УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ

Бахмутська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 10
Бахмутської міської ради Донецької області

вул. Гаршина, 50, м. Бахмут, Донецька область, 84500, тел. (06274) 48-14-80
E-mail: artdon10@ukr.net код ЄДРПОУ 20382423

№ 288 від 23.05.2023 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Дзини Лариси Сергіївни на тему

**«Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті
провадження STREAM-освіти»**

Дзина Л.С. з 01 вересня 2015 р. працює на посаді вчителя фізики та інформатики Бахмутської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №10 Бахмутської міської ради Донецької області. Результати її дисертаційного дослідження на тему «Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті провадження STREAM-освіти» впроваджуються у навчання фізики з 2019-2020 н.р. Дослідження дисертантки є актуальним та значущим в рамках теми інноваційної діяльності школи «Формування ключових компетентностей через впровадження STREAM-освіти», затвердженої на засіданні педагогічної ради закладу від 30.08.2018 р., протокол №1.

Під керівництвом Дзини Л.С. у закладі відбувалася організація та проведення Всеукраїнського Інженерного тижня, також за активною участю вчителя було реалізовано Тематичні STREAM-дні, Тематичні STREAM-тижні. Для проведення педагогічного експерименту, що включав констатувальний зріз, формувальний етап та підсумковий контроль результатів навчальних досягнень з фізики, було використано авторські навчально-методичні матеріали. Характерною особливістю цих матеріалів є компетентнісний та діяльнісний підхід до навчання фізики через призму Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), що спрямований на формування інформаційно-цифрової компетентності учнів.

Під час проведення експерименту Дзина Лариса Сергіївна використовувала різноманітні традиційні та інноваційні засоби навчання, займалася створенням електронного освітнього контенту та наповненням платформи дистанційного навчання закладу.

Результати педагогічного експерименту засвідчили ефективність дослідної роботи, що посприяла формуванню інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті провадження STREAM-освіти.

Довідку про впровадження результатів дисертаційного дослідження Дзини Лариси Сергіївни обговорено та схвалено на засіданні професійної спільноти вчителів природничо-математичного циклу (протокол № 6 від 27.01.2023 р.).

Директор закладу
загальної середньої освіти



Галина СМАГА



У К Р А Ї Н А
БАХМУТСЬКА МІСЬКА РАДА
УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ
 Бахмутська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 5
 з профільним навчанням
 Бахмутської міської ради
 Донецької області

вул. Маріупольська, 2, м. Бахмут, Донецька область, 84500, тел.(0627) 44-84-68
 E-mail: school5@osvita.bahmutrada.gov.ua Код ЄДРПОУ 20382375

№ 179 від 23.05.2023р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Дзини Лариси Сергіївни на тему
**«Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті
 провадження STREAM-освіти»**

Під час освітнього процесу протягом 2022-2023 н.р. у закладі було впроваджено основні положення дисертаційного дослідження Дзини Л.С. на тему «Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті провадження STREAM-освіти».

Для проведення педагогічного експерименту, що включав констатувальний зріз, формувальний етап та підсумковий контроль навчальних досягнень учнів з фізики, учитель фізики закладу Гозбенко Олена Іванівна в експериментальних класах використовувала авторські навчально-методичні матеріали, розроблені дисертанткою. Характерною особливістю цих матеріалів є компетентнісний та діяльнісний підхід до навчання фізики в контексті впровадження Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), що спрямований на формування інформаційно-цифрової компетентності учнів.

Отримані результати педагогічного експерименту довели ефективність запропонованої авторкою моделі формування інформаційно-цифрової компетентності учнів на уроках фізики на основі традиційних і інноваційних методів і засобів навчання в умовах STREAM-освіти, а також сприяє вирішенню досліджуваної проблеми.

Довідку про впровадження результатів дисертаційного дослідження Дзини Лариси Сергіївни обговорено та схвалено на засіданні кафедри предметів природничого циклу (протокол № 4 від 25.01.2023 р.).

**Директор закладу
 загальної середньої освіти**



Вікторія ПРОСЯНИК



ВІДДІЛ ОСВІТИ СЛОВ'ЯНСЬКОЇ МІСЬКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
 КРАМАТОРСЬКОГО РАЙОНУ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ
 БИЛБАСІВСЬКИЙ ОПОРНИЙ ЗАКЛАД ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ І –
 ІІІ СТУПЕНІВ СЛОВ'ЯНСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ
 (Билбасівський опорний ЗЗСО)
 вул. Сонячна, 24, смт Билбасівка, Краматорський р – н, Донецька обл., 84171
 тел. (0626) 63 – 23 – 30, e-mail: bsh2007@ukr.net,
 веб-сайт <https://bzosh13.wixsite.com/mysite>
 ЄДРПОУ 30255801

№ 01-60/81 від 25.10.2023
 на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Дзини Лариси Сергіївни на тему
 «Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті
 впровадження STREAM-освіти»

Даною довідкою засвідчуємо факт упровадження результатів дисертаційного дослідження Дзини Лариси Сергіївни на тему «Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти» в освітній процес Билбасівського опорного закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів Слов'янської міської ради Донецької області.

Матеріали дисертаційного дослідження Дзини Л.С. щодо формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти упроваджувалися під час викладання навчального предмету «Фізика» у 7-9 класах.

Учитель фізики закладу, Сипчук Єгор Юрійович задіяний у апробації результатів дослідження, констатував суттєве підвищення умотивованості до вивчення предмету, відзначив, що особливістю цих матеріалів є інтегрований та діяльнісний підхід до навчання фізики в умовах впровадження Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), що був спрямований на формування інформаційно-цифрової компетентності учнів. Розроблені дидактичні матеріали дають широкі можливості для організації самостійної навчальної

діяльності учнів, а також використовувалися для здійснення дистанційного навчання.

Отримані результати педагогічного експерименту свідчать, що рівень сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів експериментальних груп на уроках фізики в умовах впровадження елементів STREAM-освіти вищий, ніж у учнів контрольних груп.

Довідку про впровадження результатів дисертаційного дослідження Дзини Лариси Сергіївни обговорено та схвалено на засіданні педагогічної ради (протокол №2 від 25 жовтня 2023 р.).



Лілія МЕЛЕШКО



У К Р А Ї Н А

**БАХМУТСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ №7
БАХМУТСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

вул. Ковальська, буд. 121, м. Бахмут, 84500, Донецька область, тел./факс (06274) 4-65-60
e-mail: school7@osvita.bahmutrada.gov.ua, web: school7bahmut@gmail.com,
Код ЄДРПОУ 20382392

23 травня 2023 року № 201

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Дзини Лариси Сергіївни на тему

**«Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті
провадження STREAM-освіти»**

На базі Бахмутської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 7 було впроваджено результати дисертаційного дослідження Дзини Л.С. на тему «Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті провадження STREAM-освіти».

Практична реалізація експерименту здійснювалася на уроках фізики протягом навчального року. З метою вивчення стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів було запропоновано систему діагностичних завдань. Під час проведення експериментального дослідження, що включало констатувальний, формувальний етапи та підсумковий контроль навчальних досягнень учнів з фізики, учитель фізики Белова Л.А. під час роботи в експериментальних класах використовувала навчально-методичні матеріали, що надала авторка дослідження. Відмінною особливістю цих матеріалів є компетентнісний та діяльнісний підхід до навчання фізики в контексті впровадження Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), що спрямований на формування інформаційно-цифрової компетентності учнів.

Результати педагогічного експерименту засвідчили ефективність запропонованої науково-методичної концепції навчання Дзини Л.С., що посприяла формуванню інформаційно-цифрової компетентності учнів на уроках фізики в умовах STREAM, було обговорено та схвалено на засіданні шкільної професійної спільноти вчителів природничо-математичного циклу (протокол № 7 від 23.02.2023 року).

**Директор закладу
загальної середньої освіти**

**Юлія РУКАВИЦІНА**



ВІДДІЛ ОСВІТИ
СЛОВ'ЯНСЬКОЇ МІСЬКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КРАМАТОРСЬКОГО РАЙОНУ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ
СЛОВ'ЯНСЬКИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ ЛІЦЕЙ
СЛОВ'ЯНСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ
вул. Добровольського, 1, м. Слов'янськ, 84116, тел. 8-06262 – 2-96-62,
e-mail: slavpedlicev@ukr.net сайт: <http://slavpedlicev.com.ua/> Код ЄДРПОУ 33534376

№ 30 від «20» червня 2023 р.
на № _____ від «__» _____ 2023 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Дзини Лариси Сергіївни на тему
«Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в
контексті впровадження STREAM-освіти»

Результати дослідження Дзини Лариси Сергіївни на тему «Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти» впроваджувалися в освітній процес закладу загальної середньої освіти – Слов'янського педагогічного ліцею Слов'янської міської ради Донецької області. Упровадження здійснювалося вчителями методичного об'єднання природничо-математичних дисциплін у допрофільних 8-9 та профільних 10-11 класах природничо-математичного напрямку навчання фізико-математичного профілю.

Учителі зазначають, що розроблена методика дисертаційного дослідження Дзини Л.С. щодо формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти мотивує учнів до розширення наукового світогляду, сприяє поглибленню знань з предмету. Крім того, за результатами експериментального навчання відзначається суттєве підвищення в учнів експериментальної групи рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності.

Надані Дзиною Л.С. матеріали також широко використовувалися для здійснення дистанційного навчання, особливо актуальними були під час проведення загальноліцейських предметних заходів – Тижня інженерних наук, Математичного тижня, Тижня фізики.

Отримані результати педагогічного експерименту засвідчили ефективність дослідної роботи, що посприяла формуванню інформаційно-цифрової

компетентності учнів під час вивчення фізики в умовах впровадження STREAM-освіти.

Результати дисертаційного дослідження Дзини Лариси Сергіївни обговорено та схвалено на засіданні педагогічної ради ліцею (протокол №8 від 15.06.2023 року).



Директор, к.п.н.

Оксана БАБЕНКО