

Л. С. Дзина

здобувачка IV курсу третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти освітньої програми «Освітні, педагогічні науки» ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

КРИТЕРІАЛЬНИЙ АПАРАТ СТАНУ СФОРМОВАНOSTІ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ STREAM-ОСВІТИ

Перед сучасною загальною середньою освітою стає на меті сформуванню у учня 10 ключових компетентностей, які визначає Концепція нової української школи. Через вимушені виклики сьогоднішнього часу такі як пандемія, впровадження воєнного стану, освіта переходить у змішаний, а подекуди і тільки у дистанційний формат, тому особливої актуальності набуває формування у учнів інформаційно-цифрової компетентності. Разом з цим стрімкий розвиток ІТ-галузі, робототехніки, нанотехнологій виявляє потребу у досвідчених фахівцях, а значить, виникає гостра освітня потреба у якісному навчанні сьогоднішніх учнів технічним дисциплінам – математиці, фізиці, інженерії, програмуванню. Одним із напрямків інноваційного розвитку природничо-математичної освіти є система навчання STEM (Science-наука, Technology-технологія, Engineering-інженерія, Mathematics-математика), завдяки якій розвивається логічне мислення та технічна грамотність, учні вчаться вирішувати поставлені задачі, стають новаторами, винахідниками. У статті проаналізовано внутрішню структуру (компоненти) інформаційно-цифрової компетентності учнів ЗЗСО з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти (як методологічного розширення STEM). На основі аналізу і уточнення понять «критерій», «показник», «рівень» розроблено критеріальну базу дослідження: обґрунтовано критерії, показники сформованості досліджуваної компетентності. Критерій протрактовано як міру відбиття цілісності властивостей об'єкта, що забезпечує його існування, засіб вибору або виміру альтернатив; показник – це конкретний вимірник критерію, що робить його доступним для спостереження, обліку й фіксування; рівні як відображення стану сформованості кожного показника критерію.

У роботі використані методи теоретичного аналізу при опрацюванні науково-методичної літератури з метою з'ясування стану розробленості досліджуваної проблеми; узагальнення, систематизації та класифікації при обґрунтуванні критеріального апарату дослідження.

Виокремлено і конкретизовано основні критерії та показники сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти: когнітивний, діяльнісний, ціннісно-мотиваційний. Серед рівнів сформованості досліджуваної компетентності диференційовано базовий, технологічний та творчий.

За окресленими критеріями можна здійснювати моніторинг сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів ЗЗСО у процесі вивчення фізики в контексті впровадження STREAM-освіти.

Ключові слова: STREAM-освіта, інформаційно-цифрова компетентність, вивчення фізики, критерії та показники, рівні сформованості.

Постановка проблеми. Стратегічним завданням реформування освіти в Україні є підвищення якості підготовки здобувачів, які в умовах розвинутого інформаційного суспільства досконало оволодіють умінням адаптуватися до його запитів та викликів. Виконання цього завдання значною мірою залежить від рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності, як однієї із ключових, передбачених Концепцією Нової української школи [13]. Важливість формування та розвитку інформаційно-цифрової компетентності здобувачів освіти регламентується державними нормативними документами України [11] та програмними документами світових освітніх установ [1]. Особливого значення питання набуває в контек-

сті впровадження на загальнодержавному рівні Концепції розвитку Природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [14], а вивчення сформованості інформаційно-цифрової компетентності стає одним із пріоритетних завдань.

Аналіз актуальних досліджень і публікацій. У сучасних умовах реалізація компетентнісного підходу вимагає здійснювати освітній процес на діагностичній основі. Проблема сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах впровадження STREAM, а також оцінювання освітніх результатів, що відповідають її рівням, частково окреслена у науково-педагогічній літературі і виступає предметом дослідження у науковців. Дотичними до цього питаннями

займалися вітчизняні та зарубіжні вчені: В. Вембер, Н. Морзе, В. Биков, О. Овчарук, О. Ліскович, І. Бондаренко, В. Браздейкіс (V. Brazdeikis), С. Джан (S. Jans), Б. Цванефелд (B. Zwaneveld), Т. Сабаліускас (T. Sabaliauskas), Д. Букантате (D. Bukantaitė), в роботах яких розкривається сутність поняття та проблеми визначення її структури, проте єдиної критеріальної бази для експериментальної діагностики сформованості інформаційно-цифрової компетентності в обраному контексті на сьогодні не визначено.

Проаналізувавши думки вчених щодо визначення внутрішньої структури інформаційно-цифрової компетентності можна зробити висновок про їх варіативність, та за аналізом праць Van Laar, Van Deursen [8], Ліскович [15], Сакунової, Мороз [17], Трифонові [18] виокремити такі спільні ключові компоненти інформаційно-цифрової компетентності як когнітивний, діяльнісний та ціннісно-мотиваційний.

Мета статті. Таким чином, метою статті є аналіз внутрішньої структури (компонентів) досліджуваної освітньої компетентності; виділення рівнів, критеріїв та показників сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах впровадження STREAM-освіти.

Виклад основного матеріалу. Діагностика сформованості інформаційно-цифрової компетентності як експериментальне педагогічне дослідження передбачає визначення критеріальної бази такого аналізу. На даний час в науковій літературі як у словниках, так і в монографіях, а також конкретних наукових дослідженнях сформувався достатньо чітке уявлення про ті характеристики, які повною мірою відповідають поняттю критерія як ознаки, на основі якої здійснюється оцінка будь-якого явища [10, с.181]. У педагогічних дослідженнях традиційно «критерії визначають характеристики, за якими оцінюють та порівнюють педагогічні явища, процеси тощо» [9, с. 20]. Ми у своєму дослідженні будемо виходити з положення, що спирається на систему міжнародних стандартів ISO, яка «критерії визначає як міру відбиття цілісності властивостей об'єкта, що забезпечує його існування; методологічний інструментарій управління якістю освіти; ідеальний зразок, що відображає вищий досконалий рівень досліджуваного явища; засіб вибору або виміру альтернатив. А показник – це конкретний вимірник критерію, що робить його доступним для спостереження, обліку й фіксування».

Діагностика стану сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах STREAM передбачала використання теоретичних методів: аналізу, синтезу, узагальнення у процесі обґрунтування критеріїв та показників, а також визначення рівнів оцінки сформованості досліджуваної компетентності.

Мінливе сьогодення вимагає від випускника Нової української школи бути компетентним. Знання та вміння, взаємопов'язані з ціннісними орієнтирами учня, формують його життєві компетентності, потрібні для успішної самореалізації у суспільстві. Із 10 ключових, передбачених Концепцією НУШ, виокремимо інформаційно-цифрову компетентність, яка являє собою 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) [13]. Серед результативних підходів до формування інформаційно-цифрової компетентності, розглянемо як один із найдоцільніших, на нашу думку, міждисциплінарний підхід – впровадження STREAM-освіти. STREAM-освіта (вважатимемо STREAM методологічним розширенням STEM) є одним із напрямів інноваційного підходу до викладання природничо-математичних дисциплін, яка сприяє формуванню стійкої мотивації до вивчення предмету, формуванню ключових компетентностей, пропагуванню привабливості професій у інженерно-технічній сфері шляхом інтеграції освітніх напрямів: природничі науки (Science), технології (Technology), мовно-літературна галузь (Reading + Writing), технічна творчість (Engineering), мистецтво (Art) та математика (Mathematics) [6].

Зупинимо свою увагу на методичних аспектах процесу формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті STREAM-освіти. Для діагностики (вимірювання) рівнів сформованості досліджуваної компетентності учнів визначимо адекватні, на нашу думку, критерії та показники. Об'єктом діагностики (вимірювання) визначимо результат формування інформаційно-цифрової компетентності, на розвиток якої мали вплив визначені на попередніх етапах дослідження педагогічні умови [12].

Зважаючи на означення інформаційно-цифрової компетентності, під результатом її формування розуміємо позитивні зрушення в теоретичній і практичній підготовленості до здійснення впевненого, критичного і відповідального використання цифрових технологій для власного розвитку і спілкування, здатності безпечного застосування інформаційно-комунікаційних засобів в навчанні та інших життєвих ситуаціях, дотримуючись принципів академічної доброчесності. Ідеться про визначення рівнів (базовий, технічний, творчий) сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах впровадження STREAM-освіти, як відображення стану сформованості кожного

показника критеріїв. Охарактеризуємо рівні сформованості досліджуваної компетентності: базовий рівень – інваріант знань, умінь і досвіду, необхідний учню для вирішення базових освітніх завдань засобами інформаційно-цифрових технологій, що активно використовуються у конкретному ЗЗСО під час здійснення освітнього процесу; технічний – ґрунтовне освоєння інформаційно-цифрових технологій і готовність до впевненого використання доцільних технологій і ресурсів для вирішення освітніх завдань; творчий рівень – розробка власного інформаційно-цифрового контенту навчального призначення, використання інноваційних цифрових засобів для вирішення освітніх і особистих завдань.

Підкреслимо, що в науково-педагогічних працях учені визначають «критерій» як об'єктивну матеріалізовану ознаку, кількісну міру деякого явища. Критерій є засобом, інструментом оцінки, а не самою оцінкою. Своєю чергою, поняття «показник» є компонентом, складником критерію (критерій може мати певну кількість показників). У педагогічних дослідженнях вимоги до критеріїв висуваються досить різноманітні. Засобами теоретичного аналізу ми з'ясували, що найчастіше вчені вказують на об'єктивність, надійність, достовірність і простоту виміру критеріїв, а також узгодженість з компонентами досліджуваного педагогічного об'єкта. Отже, критерії як головні ознаки, характеристики певного явища, об'єкта чи процесу повинні відображати відповідні їм складники, елементи [9].

У освітніх програмах з фізики [16] 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 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.

Відповідно до трикомпонентної структури інформаційно-цифрової компетентності згідно з Концепцією Нової української школи [13], яка виділяє знаннєвий, діяльнісний, ціннісний ком-

поненти, виділимо, відповідно, наступні критерії для діагностики рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності.

Враховуючи те, що перший компонент інформаційно-цифрової компетентності (знаннєвий) характеризує стан сформованості певної сукупності знань та вмінь про джерела і способи роботи з інформацією, уявлення про основні поняття, пов'язані із інформацією, то відповідний йому критерій будемо називати когнітивний.

З огляду на те, що другий компонент структури інформаційно-цифрової компетентності (діяльнісний) вказує на вміння та навички виконання певних дій з інформацією за допомогою використання цифрових пристроїв, то відповідний йому критерій позначимо як діяльнісний.

Через те, що третій компонент структури інформаційно-цифрової компетентності (ціннісний) включає правові, етичні аспекти роботи з інформацією, а також вказує на ціннісне ставлення до оточення, то третій критерій визначимо як ціннісно-мотиваційний.

Також зазначимо, експериментальну частину програми з фізики осучаснено завдяки рекомендаціям щодо використання цифрових вимірвальних комплексів, застосування комп'ютерних програм для обробки результатів тощо. Потужним інструментом для формування ключових (зокрема інформаційно-цифрової) компетентностей, в умовах сьогодення виступає реалізація Концепції природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [14]. З огляду на вищезазначене пропонуємо критеріальний апарат із зазначенням показників та рівнів для діагностики сформованості інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті STREAM-освіти (таблиця 1).

Висновки і пропозиції. Цифрове суспільство і умови мінливого сьогодення вимагають від учнів ЗЗСО – майбутніх випускників Нової української школи – наявності сформованих ключових компетентностей, зокрема інформаційно-цифрової, а саме упевненого, критичного та, головне, швидкоадаптивного використання інформаційно-цифрових технологій для розв'язання будь-яких задач протягом життя.

Розроблений нами критеріальний апарат забезпечує можливість діагностики за трьома рівнями (базовий, технологічний, творчий) сформованості кожного компонента інформаційно-цифрової компетентності (когнітивний, діяльнісний, ціннісно-мотиваційний) і дає змогу перевірити ефективність обраних методик дослідження у процесі формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах впровадження STREAM-освіти. Подальша робота полягає у апробації авторських методик і статистичній обробці отриманих результатів педагогічного експерименту.

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

Критерії	Показники	Рівні
Когнітивний	<ul style="list-style-type: none"> – називає джерела інформації; – пояснює способи роботи з інформацією; – наводить приклади засобів опрацювання інформації; – знає і розуміє форми подання інформації; – обізнаний (-а) про цифрові освітньо-наукові платформи, потребу в отриманні додаткових нових цифрових навичок. 	Базовий Технологічний Творчий
Діяльнісний	<ul style="list-style-type: none"> – розпізнає та розрізняє інформацію та цифровий контент; – використовує та управляє даними; – описує та складає алгоритми роботи з інформацією; – виділяє необхідну для роботи інформацію із безлічі сторінок пошукової оптимізації; – порівнює та аналізує джерела інформації; – класифікує та характеризує цифрові засоби; – відтворює результати своєї роботи у графіках, діаграмах робить узагальнюючі висновки; – розробляє і створює інформаційно-цифрові продукти навчальної діяльності самостійно і в команді; – вдосконалює та редагує цифровий контент за потребою; – планує, прогнозує спостерігає за подіями в світі і вчиться орієнтуватися в процесах зміни суспільства; – уміє зберігати цифрову інформацію на різних носіях, впевнено працює із хмарними середовищами. 	
Ціннісно-мотиваційний	<ul style="list-style-type: none"> – усвідомлює питання етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність, захист персональних даних, приватність); – дотримується правил академічної доброчесності; – має навички безпеки в Інтернеті та кібербезпеки; – розуміє вплив цифрових технологій на навколишнє середовище та екологію; – критично ставиться до отриманої інформації, оцінює її; – висловлює судження, обґрунтовує їх, робить висновки щодо повноти і достовірності отриманої інформації із різноманітних джерел. 	

Список використаної літератури:

- European Commission. Science Education for Responsible Citizenship URL: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf (дата звернення 30.04.2023)
- Ferrari A. Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks. European Commission Joint Research Center. Institute of Prospective Technologies Studies.: European Union, 2012, 92 p.
- Jang H. Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data. *Journal of Science Education and Technology*, 2016. 25(2). p. 284–301. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9593-1>
- Krumsvik R. Situated Learning and Teachers' Digital Competence. *Education and Information Technologies*. 2008. №13. p. 279–290. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-008-9069-5>
- Ross, D. Helping Young Children Build 21st-Century Skills. URL: <https://www.gettingsmart.com/2017/09/20/ten-strategies-to-help-children-build-21st-century-skills/> (дата звернення 30.04.2023)
- Stohlmann M., Moore T., Roehrig G. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research* (J-PEER). 2012. 2(1), Article 4. p. DOI: <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Thijs A., Fisser P. 21e eeuwse vaardigheden in het curriculum van het funderend onderwijs. *Enschede: SLO*. 2014. P.121.
- Van Laar E., Van Deursen A. J. A. M, Van Dijk J. A. G. M. The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*. 2017. № 72. p. 577–588. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>
- Білецька Г. Критерії, показники й рівні сформованості природничо-наукової компетентності майбутніх екологів. *Освіта та педагогічна наука*. 2014. № 2 (163). С. 19–24.
- Гончаренко С. Український педагогічний словник. Київ, 1997. С. 376.
- Державний стандарт базової середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення 30.04.2023).
- Дзина Л. Теоретичні основи формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. *Людинознавчі студії. Серія «Педагогіка»*. Вип. 13(45), 2021. С. 27–33. DOI: <https://doi.org/10.24919/2413-2039.13/45.4>

13. Концепція Нової української школи. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/novaukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення 30.04.2023).
14. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://www.kmu.gov.ua/npras/pro-shvalennya-konceptsiyi-rozvitku-a960g> (дата звернення 30.04.2023).
15. Ліскович О. Формування інформаційної компетентності учнів у процесі викладання електронних курсів із фізики засобами інформаційно-комунікаційних технологій. *Інформаційні технології в освіті*. Вип. 13, 2012. С. 203–209.
16. Навчальна програма з фізики для 7–9 класів загальноосвітніх навчальних закладів. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/> (дата звернення 30.04.2023).
17. Сакунова Г., Мороз І. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики через призму STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. Вип. 1(15), 2018. С. 285–289. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-015-1-054>
18. Трифонова О. Визначення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності у майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Вип. 177(II), 2019. С. 128–135.

Dzyna L. 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

Before modern general secondary education, the goal is to form 10 key competencies in the student, which are determined by the Concept of the new Ukrainian school. Due to the forced challenges of today, such as the pandemic, the introduction of martial law, education is moving into a mixed, and sometimes only into a distance format, so the formation of students' information and digital competence is of particular importance. At the same time, the rapid development of the IT industry, robotics, and nanotechnology reveals the need for experienced specialists, which means that there is an acute educational need for high-quality training of today's students in technical disciplines – mathematics, physics, engineering, programming. One of the areas of innovative development of science and mathematics education is the STEM education system (Science, Technology, Engineering, Mathematics), thanks to which logical thinking and technical literacy develop, students learn to solve problems, become innovators, inventors. The article analyzes the internal structure (components) of information and digital competence of students in physics in the context of the implementation of STREAM-education. On the basis of the analysis and refinement of the concepts of «criterion», «indicator», «level», a criterion base of the study was developed: the criteria and indicators of the formation of the investigated competence were substantiated. The criterion is interpreted as a measure of reflection of the integrity of the properties of the object that ensures its existence, a means of choosing or measuring alternatives; an indicator is a concrete measure of a criterion, which makes it available for observation, accounting and recording; levels as a reflection of the state of formation of each indicator of the criteria.

The article uses the methods of theoretical analysis in the development of scientific and methodical literature in order to clarify the state of development of the researched problem; generalization, systematization and classification when justifying the criterion apparatus of the study.

The following criteria and indicators of the formation of the information and digital competence of physics students in the context of the implementation of STREAM education are identified and specified: cognitive, activity, value-motivational. Among the levels of formation of the studied competence, basic, technological and creative are differentiated.

According to the outlined criteria, it is possible to monitor the formation of information and digital competence of students in the process of studying physics in the context of the implementation of STREAM-education.

Key words: STREAM-education, information and digital competence, study of physics, criteria and indicators, levels of formation.