

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Виходить з 2013.



p-ISSN 2413-1571
 e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-2-005

УДК [373.016:53]:37.015.31:004(045)

РОЗВИТОК ПОНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В ПРАКТИЦІ ВІТЧИЗНЯНОЇ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТИ

Наталія КУРИЛЕНКО ✉

Відокремлений структурний підрозділ «Морський фаховий
 коледж Херсонської державної морської академії», Україна
 kurylenko.n.v1976@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1083-3247>

Ірина СЛІПУХІНА

Національний центр «Мала академія наук України», Україна
 slipukhina2015@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9253-8021>

Сергій МЕНЯЙЛОВ

Національний авіаційний університет, Україна
 msm56msm@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4871-311X>

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF INFORMATION AND DIGITAL COMPETENCE IN THE PRACTICE OF DOMESTIC SCIENCE EDUCATION

Nataliia KURYLENKO ✉

A separate structural unit «Maritime Vocational College
 Kherson State Maritime Academy», Ukraine
 kurylenko.n.v1976@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1083-3247>

Iryna SLIPUKHINA

National Center «Junior Academy of Sciences of Ukraine», Ukraine
 slipukhina2015@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9253-8021>

Sergii MIENIAILOV

National Aviation University, Ukraine
 msm56msm@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4871-311X>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Однією із ключових компетентностей учнів, формування якої передбачено низкою нормативних документів, є інформаційно-цифрова компетентність, що відображено у Концепції нової Української школи та навчальних програмах з фізики і природничих наук. Однак, у Державному стандарті базової середньої освіти йдеться про формування у здобувачів освіти компетентності в галузі ІКТ, окресленою терміном «інформаційно-комунікаційна компетентність». підхід.

Матеріали і методи. Використано теоретичні (аналіз наукових джерел та нормативних документів у контексті дефініцій інформаційно-комунікаційної та інформаційно-цифрової компетентностей) та емпіричні (бесіди і праксиметрія) методи дослідження.

Результати. Визначено сутність, структуру, особливості, моделі формування та співвідношення інформаційно-комунікаційної та інформаційно-цифрової компетентностей у процесі вивчення фізики в середній загальноосвітній школі, що сприятиме конкретизації цих понять і, зокрема, буде корисним для планування і формування освітніми змісту робочих документів, в основу яких покладено компетентнісний підхід. Проведено аналіз вітчизняних і закордонних наукових даних щодо досліджуваної проблеми. З'ясовано, що з широким впровадженням цифрових технологій у навчальний процес поняття інформаційно-цифрової компетентності замістило поняття інформаційно-комунікаційної компетентності, що відображено в контенті практичних освітніх документів. Виокремлено характерні особливості та основні компоненти інформаційно-цифрової компетентності здобувачів базової середньої освіти: інформаційна й медіа грамотність, знання про безпеку роботи в інтернеті та кібербезпеку, вміння створювати цифровий контент, вміння розв'язувати проблеми, навчальні ресурси.

Висновки. Формування інформаційно-цифрової компетентності вимагає навичок критичного мислення, дотримання правил поведінки та безпеки в інтернет-середовищі, розуміння загальних соціальних проблем, створених цифровими технологіями, вміння застосовувати інформаційні ресурси в освітній діяльності. Відтак формування інформаційно-цифрової компетентності у природничій освіті повинно здійснюватися із широким залученням навчально-дослідницької діяльності учнів, зокрема – з використанням цифрового

ABSTRACT

Formulation of the problem. One of the critical competencies of students, the formation of which is provided for by several regulatory documents, is information and digital competence, which is reflected in the Concept of the New Ukrainian School and the curricula for physics and natural sciences. However, the State Standard of Basic Secondary Education refers to forming ICT competence in students, defined by the term "information and communication competence."

Materials and methods. Theoretical (analysis of scientific sources and normative documents in the context of definitions of information and communication and information and digital competencies) and empirical (interviews and pragmatics) research methods were used.

Results. The essence, structure, features, models of formation and correlation of information and communication and information and digital competencies in the process of studying physics in secondary schools are determined, which will help to specify these concepts and, in particular, will be useful for planning and forming the content of working documents by educators based on the competence approach. The analysis of domestic and foreign scientific data on the problem under study is carried out. It is found that with the widespread introduction of digital technologies in the educational process, the concept of information and digital competence has replaced the concept of information and communication competence, which is reflected in the content of practical educational documents. The article highlights the characteristic features and main components of information and digital competence of students of basic secondary education: information and media literacy, knowledge of Internet safety and cybersecurity, ability to create digital content, problem-solving skills, and learning resources.

Conclusions. Formation of information and digital competence requires critical thinking skills, compliance with the rules of behavior and safety in the Internet environment, understanding of general social problems created by digital technologies, and the ability to use information resources in educational activities. Therefore, the formation of information and digital competence in science education should be carried out with the wide involvement of students' research activities, in particular, with the use of digital educational laboratory equipment, virtual laboratories, the use of STE(A)M approach to curriculum development, m-Learning technology, etc.

Для цитування:

Курilenko N., Slipukhina I., Mienailov S. Розвиток поняття інформаційно-цифрової компетентності в практиці вітчизняної природничої освіти. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 2. С. 27-36. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-2-005
 Курilenko, N., Slipukhina, I., & Mienailov, S. (2023). Rozvytok poniattia informatsiino-tsyfrovoy kompetentnosti v praktysy vitchyznanoi pryrodnychoi osvity [Development of the concept of information and digital competence in the practice of domestic science education]. *Fiziko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(2), 27-36. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-2-005>

For citation:

Kurylenko, N., Slipukhina, I., & Mienailov, S. (2023). Development of the concept of information and digital competence in the practice of domestic science education. *Physical and Mathematical Education*, 38(2), 27-36. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-2-005>
 Kurylenko, N., Slipukhina, I., & Mienailov, S. (2023). Rozvytok poniattia informatsiino-tsyfrovoy kompetentnosti v praktysy vitchyznanoi pryrodnychoi osvity [Development of the concept of information and digital competence in the practice of domestic science education]. *Fiziko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(2), 27-36. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-2-005>

цифрового навчального лабораторного обладнання, віртуальних лабораторій, застосуванням STE(A)M підходу до формування навчальних планів, технології m-Learning тощо.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: цифрова грамотність; цифрова компетентність; інформаційно-комунікаційна компетентність; інформаційно-цифрова компетентність; природнича освіта.

KEYWORDS: digital literacy; digital competence; information and communication competence; information and digital competence; science education.

ВСТУП

Постановка проблеми. Серед основних вимог сучасності важливе місце посідає компетентність щодо «використання цифрових платформ, впровадження нових інформаційних та освітніх технологій, дистанційних форм організації освітнього процесу та активних методів навчання» (Биков & Пінчук, 2020). У одній із формул Нової української школи зазначається, що «...наскрізне застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі...має стати інструментом забезпечення успіху нової української школи» (НУШ, 2017).

Державним стандартом базової середньої освіти передбачено формування одинадцяти ключових компетентностей, однією із яких є інформаційно-комунікаційна компетентність. У цьому ж документі йдеться про те, що цифрові технології є засобом її формування, а її зміст розкривається в «...в умінні школярів користуватися цифровими ресурсами, технологіями та пристроями» (Держстандарт, 2020).

Виявлено, що у нормативних документах, що регламентують освітній процес, переважно використовуються два основних терміни – *інформаційно-комунікаційна (ІКК) та інформаційно-цифрова (ІЦК) компетентності* (табл.1).

Таблиця 1.

Аналіз проблеми формування ІКК та ІЦК школярів у нормативних документах

Нормативний документ	Компетентність	Визначення поняття	Структурні компоненти
Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи (НУШ, 2017)	ІКК	Визначення відсутнє	Структура не надається
	ІЦК	впевнене, а водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні	Структура не надається
ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ базової середньої освіти (Держстандарт, 2020)	ІКК	інформаційно-комунікаційна компетентність, 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 не надається
	ІЦК	Визначення відсутнє	Структура не надається
ФІЗИКА І АСТРОНОМІЯ. Навчальна програма для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом О. Ляшенка) (Навчальна програма, 2017)	ІКК	Визначення відсутнє	Структура не надається
	ІЦК	Визначення відсутнє	Структуру розкрито через компетентнісний потенціал навчального предмета <i>Уміння:</i> – 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. <i>Ставлення:</i> – дотримуватися етичних норм під час роботи з інформаційними ресурсами. <i>Навчальні ресурси:</i> – електронні освітні ресурси та віртуальні лабораторії

ФІЗИКА. Навчальна програма для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом В. Локтева) (Навчальна програма, 2017)	ІКК	Визначення відсутнє	Структура не надається
	ІЦК	Визначення відсутнє	Структуру розкрито через компетентнісний потенціал навчального предмета <i>Уміння:</i> – 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; <i>Ставлення:</i> – дотримуватись принципів доброчесності щодо забезпечення авторських прав на отриману та використану інформацію; – критично сприймати інформацію, що надходить з різноманітних інформаційних ресурсів; <i>Навчальні ресурси:</i> – електронні освітні та інформаційні ресурси, цифрові лабораторії
ФІЗИКА. Навчальна програма для 7-9 класів закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом О. Ляшенка) (Навчальна програма, 2017)	ІКК	Визначення відсутнє	Структура не надається
	ІЦК	Визначення відсутнє	Структуру розкрито через компетентнісний потенціал навчального предмета <i>Уміння:</i> – 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; – дотримуватись правил безпеки в мережах та мережевого етикету. <i>Ставлення:</i> – ціннісні орієнтири у володінні навичками роботи з інформацією, сучасною цифровою технікою; – дотримання авторського права, етично-моральних принципів поведінки з інформацією. <i>Навчальні ресурси:</i> – освітні цифрові ресурси, навчальні посібники
ПРИРОДНИЧІ НАУКИ 10-11 клас. Інтегрований курс для закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом Т. Засекої) (Навчальна програма, 2017)	ІКК	Визначення відсутнє	Структура не надається
	ІЦК	Визначення відсутнє	Структуру розкрито через компетентнісний потенціал навчального предмета <i>Уміння:</i> – використовувати сучасні цифрові технології і пристрої для спостереження за довкіллям, явищами природи і процесами; – створювати інформаційні продукти (мультимедійна презентація тощо) природничого спрямування; шукати, обробляти і зберігати інформацію природничого характеру, критично оцінюючи її. <i>Ставлення:</i> – дотримання авторського права, етичних принципів поведінки з інформацією; – усвідомлення необхідності екологічних методів та засобів утилізації цифрових пристроїв. <i>Навчальні ресурси:</i> інтернет, гаджети

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ 10-11 клас. Інтегрований курс для закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом І. Дьоміної) (Навчальна програма, 2017)	ІКК	Визначення відсутнє	Структура не надається
	ІЦК	Визначення відсутнє	Структуру розкрито через компетентнісний потенціал навчального предмета <i>Уміння:</i> – використовувати сучасну техніку для пошуку інформації, її оброблення, збереження і передавання; – створювати медійні продукти наукового та науково-популярного профілю. <i>Ставлення:</i> – критично оцінювати наукову та науково-популярну інформацію з різних джерел; – дотримуватись авторського права, етичних принципів поводження з інформацією. <i>Навчальні ресурси:</i> – електронні освітні ресурси; – віртуальні лабораторії та атласи
ПРИРОДНИЧІ НАУКИ 10-11 клас. Інтегрований курс для закладів загальної середньої освіти (Авторський колектив під керівництвом Д. Шабанова) (Навчальна програма, 2017)	ІКК	Визначення відсутнє	Структура не надається
	ІЦК	Створення, аналіз та застосування комп'ютерних моделей та використання та аналіз достовірності різних цифрових джерел інформації	Структура не надається

Як видно з таблиці 1, Концепцією Нової української школи (НУШ, 2017), навчальними програмами з фізики (2017) та інтегрованих курсів з природничих наук (2017) передбачено формування ІЦК, натомість у Державному стандарті базової середньої освіти (2020) йдеться про формування ІКК.

Проведений аналіз наукових і публіцистичних даних у мережі Інтернет, а також педагогічний досвід вказують на те, що у педагогічній практиці доволі часто ІКК та ІЦК використовуються як взаємозамінні. Така термінологічна неузгодженість часто викликає певні складнощі, особливо на етапах планування навчального процесу і формування звітів педагогічними працівниками. Особливо виразною ця проблема постає у контексті вивчення математики і природничих дисциплін, особливо – фізики, при вивченні якої використовується широкий спектр інформаційних технологій: від баз даних до цифрових вимірювальних комплексів.

Аналіз актуальних досліджень. Проблема використання інформаційних технологій у освітньому процесі ґрунтовно досліджувалася українськими та зарубіжними науковцями. Теоретичні та практичні аспекти використання ІКТ у процесі підготовки учнів та студентів розглядали О. Співаковський (Spivakovsky et al., 2020), В. Биков й О. Пінчук (Биков та ін., 2020). Сутність та структуру цифрової компетентності здобувачів освіти досліджувала О. Трифонова (2018). Формування ІЦК через призму STE(A)M-освіти розглядали Г. Сакунова та Г. Мороз (2018). Дослідженням можливостей цифрових вимірювальних комплексів як засобів демонстраційного фізичного експерименту займалися В. Заболотний, Н. Мисліцька та О. Колеснікова (Мисліцька та ін., 2019). Використання ІЦК як засобу розвитку інновацій у сфері освіти було предметом дослідження О. Овчарук (2020). Проблеми формування цифрової компетентності школярів через призму опанування методик інструментальної цифрової дидактики (ІЦД) під час виконання лабораторних робіт із фізики в курсі загальноосвітньої та професійної підготовки присвячено роботи (Slipukhina et al., 2021; Чернецький та ін., 2020; Martyniuk et al., 2021).

Закордонні публікації щодо формування компетентності, пов'язаної з використанням ІКТ, мають виражену практичну орієнтованість. Так, концепції та засоби для розвитку цифрової грамотності (ЦГ) учнів та студентів досліджували А. Martin та J. Grudziecki (2006). У своїх дослідженнях, зокрема, вони виділяють три рівні її формування: 1 – digital competence; 2 – digital usage; 3 – digital transformation. Кожен із рівнів формується за допомогою набору он-лайн інструментів (Framework), що відображають цифрову грамотність учня та дають можливість вчителю внести корективи у її формування.

Підходи до розвитку цифрових компетентностей вчителів через формування ЦГ учнів були предметом дослідження (Borthwick & Hansen, 2017; Ottestad et al., 2014; Ghomi & Redecker, 2019; Faloona, 2020).

Більшість науковців використовують ІЦК як прояв ЦГ, що вказує на «здатність особистості ефективно використовувати засоби ІКТ у свої професійній діяльності» (Martin & Grudziecki, 2006), «впевнене та критичне використання доступних технологій інформаційного суспільства для повсякденного спілкування, роботи та відпочинку» (Биков та ін., 2020), «готовність і здатність ефективно використовувати ІКТ для вирішення різноманітних системних проблем» (Сакунова і Мороз, 2018), «інтегративне утворення, що містить систему знань, умінь та особистісних якостей доброчесності у використанні ІКТ технології та цифрових ресурсів для отримання нових природничо-наукових знань» (Запорожцева, 2019).

Аналіз робіт науковців та нормативних документів свідчать про те, що відсутнє єдине, загальноприйняте визначення сутності та структури ІЦК здобувачів освіти. Враховуючи те, що в Європейському освітньому просторі використовуються поняття ЦГ та ІЦК, важливо дослідити, як вони співвідносяться з категорією ІКК. Такий порівняльний аналіз дозволить поглибити розуміння змісту як структурних компонентів ІКК, так і результатів навчання природничих дисциплін, які з нею корелюють.

З огляду на зазначене **метою статті** є дослідження змісту поняття інформаційно-цифрової компетентності в контексті нормативних документів природничої освіти і його співвідношення з поняттям інформаційно-комунікаційної компетентності здобувачів базової середньої освіти у процесі навчання природничих наук.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі використано теоретичні методи аналізу педагогічної та науково-методичної літератури, відомих нормативних документів, пошук даних про релевантний теоретичний і практичний інноваційний досвід в інтернет-базах даних за ключовими словами та узагальнення багаторічного педагогічного досвіду. Емпірична складова дослідження представлена бесідами з освітянами, праксиметричними методами (аналіз звітів, планів і програм).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Як показує європейський досвід, ІЦК є багатофункціональною і може застосовуватись у різних сферах життя. Так, Стратегією «Європа 2030» (2023) визначено ключову роль інформаційно-комунікаційних технологій для підтримки громадян Європи та підвищення довіри до ІКТ. З метою реалізації цієї стратегії у 2016 році європейськими науковими спільнотами та практиками (Vuorikari et al, 2016) була розроблена та представлена Європейська модель цифрової компетентності для громадян «DigComp» (DigComp 2.0, 2016, Vuorikari et al, 2016). Вона призначена для розбудови потенціалу цифрової трансформації освіти у таких напрямках як цифрові рамки компетентностей для споживачів (DigCompConsumers, 2016), освітніх організацій (DigCompOrg, 2021), викладачів та освітян (DigCompEdu, 2022). Ця концептуальна модель визначає основні компоненти цифрової компетентності у п'яти сферах діяльності (рис.1): інформаційна грамотність і використання даних, розв'язання проблем, спілкування, співпраця, участь у суспільному житті, безпека, створення цифрового контенту, розуміння етичних принципів, безпека.

Дотримуючись існуючих фреймворків автори DiKoLAN framework (Kotzebue et al, 2021) описують цифрові компетенції учнів та вчителів, які є актуальними для розробки науково-педагогічних норм природничої освіти з цифровою підтримкою (рис. 2).



Рис. 1. Структура цифрової компетентності згідно «DigComp» (DigComp, 2016)

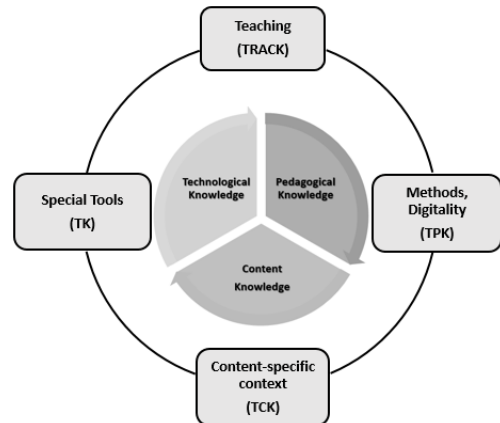


Рис. 2. Структура DiKoLAN framework (Kotzebue et al, 2021)

Як зазначають автори DiKoLAN (Kotzebue et al, 2021), до загальних (спільні для всіх предметів) і специфічних компетентностей у різних сферах науки до яких належать навички роботи з документами і презентаціями, комунікація (спілкування), пошук інформації, збір та опрацювання даних, створення симуляцій і моделей. Кожна із зазначених областей описується набором компетентностей, які, у свою чергу, структуруються відповідно до чотирьох технологічних вимірів, орієнтованих на предметно-специфічні знання: викладання (technological pedagogical content knowledge, TPACK), методи та педагогічні технології (technological pedagogical knowledge, TPK), контент (pedagogical content knowledge, PCK), спеціальні інструменти (technological content knowledge, TCK) і включають технологічний та педагогічний зміст знань і три рівні виконання (назва, опис, використання).

Аналіз світового та європейського досвіду формування цифрової компетентності громадян, а також чинних нормативних документів прийнятих у Європейському союзі та UNESCO (Куйбіда, 2020) спонукали до створення для громадян України Рамки цифрової компетентності (DigComp UA for Citizens, 2021) (рис.3).

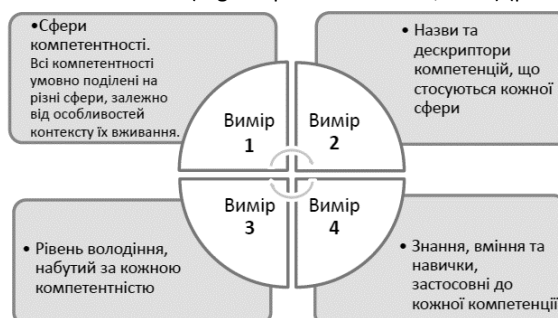


Рис. 3. Блок-схема адаптованої до України Рамки цифрової компетентності (DigComp UA for Citizens, 2021)

Адаптована Рамка DigComp UA for Citizens (2021) містить:

- 4 виміри, що включають: сфери компетентності, назви та дескриптори компетенцій, що входять до кожної сфери; знання, вміння та навички, що застосовуються до кожної компетенції, рівень володіння за кожною компетентністю;
- 6 сфер, до яких входять: базові цифрові навички, інформаційна грамотність та вміння працювати з даними, комунікація та взаємодія, створення цифрового контенту, розв'язання проблем та подальше навчання;
- 30 компетентностей, що відповідають кожній сфері застосування;
- 6 рівнів оволодіння кожною компетентністю, які умовно розділено на базовий, середній та високий.

Варто зазначити, що існують й інші підходи до опису цифрової компетентності в сфері освіти. Так, Л. Гаврилова, розглядаючи ІЦК як інтегровану здатність особистості у галузі ІК технологій, виокремлює в її складі знання, вміння, досвід, цінності та ставлення, що можуть бути реалізовані на практиці.

Натомість Ю. Запорожцева вказує на наступні компоненти ІЦК (Запорожцева, 2019): інформаційний – здатність учнів до ефективної роботи з інформацією у всіх видах її представлення; комп'ютерно-технологічний – вміння та навички, роботи школярів із сучасними комп'ютерними засобами та програмним забезпеченням; компонент застосування, що полягає у здатності застосовувати набуті знання, вміння та навички при роботі з сучасними цифровими засобами.

Спираючись на вітчизняні та зарубіжні дослідження, О. Наливайко вказує на характерні особливості та компоненти цифрової компетентності, до яких належать (Наливайко, 2021):

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

Використовуючи модель формування ІЦК у предметній області шкільної програми з фізики, необхідно враховувати експериментальний характер цієї дисципліни. Тому під час її вивчення увага має бути зосереджена на:

- використання на уроках сучасного цифрового лабораторного обладнання;
- обробка результатів експериментів засобами ІКТ;
- виконання школярами різних видів проектів (у тому числі із застосуванням ІКТ та цифрових засобів);
- використання STE(A)M-технологій;
- застосування технології навчання з використанням можливостей смартфонів тощо.

Таким чином, узагальнення вищезазначеного дало можливість визначити структуру та сферу застосування ІЦК здобувачів освіти під час вивчення природничих наук. Виявлено, що це поняття включає: інформаційну й медіа грамотність, знання про безпеку роботи в інтернеті та кібербезпеку, вміння створювати цифровий контент, вміння розв'язувати проблеми та навчальні ресурси (рис. 4).



Рис. 4. Структурні компоненти ІЦК учня під час вивчення природничих наук

Інформаційна й медіаграмотність передбачають:

- знання: про можливі джерела інформації, способи пошуку, добору та оцінювання даних (DigComp UA, 2021; програми 10-11 кл, 2017);
- вміння: добирати й оцінювати, аналізувати, опрацьовувати необхідну інформацію, ефективно працювати з нею в усіх формах її представлення (програми 10-11, 2017) використовувати цифрові технології для саморозвитку, участі у суспільному житті, використовувати цифрові інструменти і технології для співпраці та створення ресурсів знань;
- ставлення: критичне сприйняття інформації, що надходить з різноманітних інформаційних ресурсів; ціннісні орієнтири у володінні навичками роботи з інформацією, сучасною цифровою технікою (програми 6-9 кл., 2017; 10-11 кл., 2017).

Безпека в інтернеті та кібербезпека передбачає:

- знання, пов'язані з дотриманням правил безпеки в мережах та мережевого етикету (DigComp, 2016; програми 10-11 кл, 2017), способи та засоби безпечної роботи в інтернеті (програми 10-11 кл., 2017), поняття кібератака та кібербезпека;

– уміння користуватися програмними продуктами для пристроїв, цифрового вмісту, безпечної роботи в інтернеті, збереження персональних даних і конфіденційності (програми 10-11 кл., 2017); захищати пристрої та цифровий контент (DigComp UA, 2021)

– ставлення: критичне сприйняття інформації, що надходить з різноманітних інформаційних ресурсів; оцінювання ефективності роботи різних програмних засобів із забезпечення безпечної роботи в інтернеті; розуміти ризики та загрози у цифрових середовищах (DigComp UA, 2021).

Створення цифрового контенту, доброчесність передбачають:

– знання про: створення та керування цифровим контентом у структурованому середовищі, норми академічної доброчесності щодо створення та передавання інформації та дотримання авторських прав;

– уміння: працювати в операційних системах та офісних застосунках; створювати інформаційні продукти фізико-технічного змісту; створювати інформаційні продукти природничого спрямування;

– ставлення: розуміння етики роботи з інформацією, дотримання принципів доброчесності щодо забезпечення авторських прав на отриману та використану інформацію (програми 10-11 кл., 2017); ставлення до піратських програмних засобів (DigComp UA, 2017).

Категорія навчальні ресурси включає:

– знання про: електронні освітні та інформаційні ресурси; цифрові та віртуальні лабораторії; комп'ютерні моделі фізичних процесів та явищ; цифрові засоби отримання й обробки даних експериментів; цифрові вимірювальні комплекси (програми 10-11 кл., 2017)

– уміння: працювати з віртуальними лабораторіями, цифровими засобами вимірювання, мобільними додатками; здійснювати вимірювання, аналіз та обробку результатів експериментів за допомогою цифрових засобів та вимірювальних комплексів (DigComp, 2016; програми 10-11 кл., 2017);

– ставлення: критично ставитись та оцінювати достовірність отриманих результатів.

Під поняттям Розв'язання проблем у контексті ІКТ розуміють:

– знання про можливості ІКТ та цифрових технологій у вирішенні освітніх завдань;

– уміння: творчого використання цифрових технологій для створення нового знання та інноваційних процесів і продуктів; шукати, обробляти і зберігати інформацію природничого характеру, критично оцінюючи її; виявляти технічні проблеми при експлуатації пристроїв (у тому числі лабораторного призначення) і користуванні цифровими середовищами та розв'язувати їх (DigComp, 2016);

– ставлення: оцінювання потреби, виявлення і добір цифрових інструментів та можливих технологій.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Витоки відмінностей понять ІЦК й ІКК знаходяться, насамперед, у визначенні нерозривно пов'язаних між собою цифрової й інформаційної технологій. Так, під інформаційними технологіями розуміють комп'ютеризовану інфраструктуру: від фізичного обладнання до операційного програмного забезпечення. Ці технології можуть включати комп'ютери та їх мережі, пристрої інтернету речей, комп'ютерні програми та програмне забезпечення, безпекове та антивірусне програмне забезпечення тощо. Водночас під цифровими технологіями розуміють способи і методи використання інформаційних технологій: інструменти, системи, пристрої та ресурси, які генерують, зберігають або обробляють дані, зокрема, цифрові вимірювальні інструменти, мобільні телефони і гаджети, соціальні мережі, мультимедіа тощо.

Зазначене узгоджується з отриманими в дослідженні результатами, які показали, що поняття ІЦК все частіше використовується у методичних працях, орієнтованих на практичне застосування ЦГ при вивченні природничих дисциплін. У структурі ІЦК виокремлюють навички критичного мислення, дотримання правил поведінки та безпеки в інтернет-середовищі, розуміння загальних соціальних проблем, створених цифровими технологіями, уміння застосовувати інформаційні ресурси в освітній діяльності. Вочевидь формування ІЦК при вивченні природничих наук у загальноосвітній школі має здійснюватися з урахуванням навчально-дослідницької діяльності здобувачів освіти, зокрема з використанням цифрового навчального лабораторного обладнання, віртуальних лабораторій, застосуванням STE(A)M підходу, технології m-Learning тощо. Можна зробити висновок, що з широким впровадженням цифрових технологій в освітній процес більш широке поняття інформаційно-цифрової компетентності замістило раніше введене поняття інформаційно-комунікаційної компетентності, що має бути враховане при формуванні освітніх нормативних документів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Borthwick, A. C., & Hansen, R. (2017). Digital Literacy in teacher education: Are teacher educators competent? *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 33(2), 46–48. <https://doi.org/10.1080/21532974.2017.1291249>
2. Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). Official website of the European Union. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en
3. DiKoLAN - Digital Competencies for Teaching in Science Education (British English) – Digital Competencies for Teaching in Science Education. Взято з <https://dikolan.de/en/>
4. *Europe's Digital Decade: Commission sets the course towards a digitally empowered Europe by 2030*. European Commission - European Commission. (n.d.). Retrieved March 17, 2023, from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_983
5. Falloon, G. (2020). From Digital Literacy to digital competence: The teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2449–2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
6. *Framework DigCompOrg*. Офіційний сайт Європейського Союзу. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/european-framework-digitally-competent-educational-organisations-digcomporg/digcomporg-framework_en
7. Ghomi, M., & Redecker, C. (2019). Digital competence of educators (digcompedu): Development and evaluation of a self-assessment instrument for Teachers' Digital Competence. *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*. <https://doi.org/10.5220/0007679005410548>

8. Kotzebue, L. von, Meier, M., Finger, A., Kremser, E., Huwer, J., Thoms, L.-J., Becker, S., Bruckermann, T., & Thyssen, C. (2021). The framework DiKoLAN (Digital Competencies for teaching in science education) as basis for the self-assessment tool dikolan-grid. *Education Sciences*, 11(12), 775. <https://doi.org/10.3390/educsci11120775>
9. Kuzminska, O., Mazorchuk, M., Morze, N., Pavlenko, V., & Prokhorov, A. (2019). Study of digital competence of the students and teachers in Ukraine. *Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications*, 148–169. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13929-2_8
10. Martin, A., & Grudziecki, J. (2006). DigEuLit: Concepts and tools for Digital Literacy Development. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 5(4), 249–267. <https://doi.org/10.11120/ital.2006.05040249>
11. Martyniuk, O. O., Martyniuk, O. S., & Muzyka, I. O. (2021). Formation of informational and digital competence of secondary school students in laboratory work in physics. <https://doi.org/10.31812/123456789/4446>
12. Ottestad, G., Kelentrić, M., & Guðmundsdóttir, G. B. (2014). Professional digital competence in teacher education. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 9(4), 243–249. <https://doi.org/10.18261/issn1891-943x-2014-04-02>
13. Slipukhina, I., Chernetkiy, I., Kurylenko, N., Mienailov, S., & Podlasov, S. (2021). Instrumental Digital Didactics of Physics Study in the Aspect of M-learning. In: , et al. *Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications. ICTERI 2020. Communications in Computer and Information Science*, vol 1308. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77592-6_1
14. Spivakovsky, O., Petukhova, L., & Anisimova, O. (2020). ICTERI 2020: ICT in Education, research and industrial applications. integration, harmonization and Knowledge Transfer 2020 : *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, research and industrial applications. integration, harmonization and knowledge transfer*. volume II: Workshops. Kharkiv, Ukraine, October 06-10, 2020. <https://doi.org/10.31812/123456789/4124>
15. The Digital Competence Framework for Consumers (*DigCompConsumers*). Official website of the European Union. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digital-competence-framework-consumers_en
16. Vuorikari, R., Punie Y., Carretero Gomez, S., & Vanden Brande, G. (2016). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use*. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106281>
17. Биков, В., Спірін, О., & Пінчук, О. (2020). Сучасні завдання цифрової трансформації освіти. Вісник кафедри ЮНЕСКО «Неперервна професійна освіта XXI століття», (1), 27–36. [https://doi.org/10.35387/ucj.1\(1\).2020.27-36](https://doi.org/10.35387/ucj.1(1).2020.27-36)
18. Гаврилова, Л. Г., Топольник, Ю. В. (2017). Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени. *Інформаційні технології та засоби навчання*, 61(5), 1. <https://doi.org/10.33407/itlt.v61i5.1744>
19. Запорожцева, Ю. С. (2019). Інформаційно-цифрова компетентність як складник сучасного навчально-виховного процесу. *Теорія і методика професійної освіти*, 12(1), 79–82. <https://doi.org/10.32843/2663-6085.2019.12-1.15>
20. Куйбіда, В., Петров, О., Федюлова, Л., & Андрощук, Г. (2019). Цифрові компетенції як умова формування якості людського капіталу. *Збірник Наукових Праць Національної Академії Державного Управління При Президенті України*, (1), 118–133. <https://doi.org/10.36030/2664-3618-2019-1-118-133>
21. Мисліцька, Н. А., Колеснікова, О. А., Заболотний, В. Ф. (2019). Використання цифрової лабораторії Нова-5000 в системі засобів демонстраційного фізичного експерименту. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, 1(25), 130–134. <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2019-25.130-134>
22. *Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти*. Міністерство освіти і науки України. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
23. *Навчальні програми для 6-9 класів закладів загальної середньої освіти*. Міністерство освіти і науки України. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi>
24. Наливайко, О. (2021). Цифрова компетентність: сутність поняття та динаміка його розвитку. *Компетентнісний підхід у вищій школі: теорія та практика*. <https://doi.org/10.26565/9789662856729.03>
25. *Нова Українська школа*. Концептуальні засади реформування середньої школи (2017). Міністерство освіти і науки України. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
26. Овчарук, О. В. (2020). Сучасні підходи до розвитку цифрової компетентності людини та цифрового громадянства в європейських країнах. *Інформаційні технології та засоби навчання*, 76(2), 1–13. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3526>
27. *Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти*. Постанова від 30 вересня 2020 р. № 898. Офіційний веб портал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-p#Text>
28. *Про повну загальну середню освіту*. Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>
29. *Рамка цифрової компетентності для громадян України (DigComp UA for Citizens)*. https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoyi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/%D0%9E%D0%A0%20%D0%A6%D0%9A.pdf
30. Сакунова, Г., & Мороз, І. (2018). Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики через призму стем-освіти. *Фізико-математична освіта*, 15(1), 285–289. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-015-1-054>
31. Трифонова, О. М. (2018). Інформаційно-цифрова компетентність: зарубіжний та вітчизняний досвід. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 2(173), 221–225. вилучено із <https://pednauk.cuspu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/348>
32. Чернецький, І., Сліпихіна, І., & Поліхун Н. (2020). Фізика. Прикладні методики інструментальної цифрової дидактики: навчально-методичний посібник. Національний центр «Мала академія наук України». <https://znayshov.com/FR/5622/121.pdf>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Borthwick, A. C., & Hansen, R. (2017). Digital Literacy in teacher education: Are teacher educators competent? *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 33(2), 46–48. <https://doi.org/10.1080/21532974.2017.1291249>
2. Digital Competence Framework for Educators (*DigCompEdu*). Official website of the European Union. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en
3. DiKoLAN - Digital Competencies for Teaching in Science Education (British English) – Digital Competencies for Teaching in Science Education. Взято з <https://dikolan.de/en/>
4. *Europe's Digital Decade: Commission sets the course towards a digitally empowered Europe by 2030*. European Commission - European Commission. (n.d.). Retrieved March 17, 2023, from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_983
5. Falloon, G. (2020). From Digital Literacy to digital competence: The teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2449–2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
6. *Framework DigCompOrg*. Офіційний сайт Європейського Союзу. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/european-framework-digcomporg-digcomporg-framework_en

7. Ghomi, M., & Redecker, C. (2019). Digital competence of educators (digcompedu): Development and evaluation of a self-assessment instrument for Teachers' Digital Competence. *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*. <https://doi.org/10.5220/0007679005410548>
8. Kotzebue, L. von, Meier, M., Finger, A., Kremser, E., Huwer, J., Thoms, L.-J., Becker, S., Bruckermann, T., & Thyssen, C. (2021). The framework DiKoLAN (Digital Competencies for teaching in science education) as basis for the self-assessment tool dikolan-grid. *Education Sciences*, 11(12), 775. <https://doi.org/10.3390/educsci11120775>
9. Kuzminska, O., Mazorchuk, M., Morze, N., Pavlenko, V., & Prokhorov, A. (2019). Study of digital competence of the students and teachers in Ukraine. *Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications*, 148–169. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13929-2_8
10. Martin, A., & Grudziecki, J. (2006). DigEuLit: Concepts and tools for Digital Literacy Development. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 5(4), 249–267. <https://doi.org/10.11120/ital.2006.05040249>
11. Martyniuk, O. O., Martyniuk, O. S., & Muzyka, I. O. (2021). Formation of informational and digital competence of secondary school students in laboratory work in physics. <https://doi.org/10.31812/123456789/4446>
12. Ottestad, G., Kelenric, M., & Guðmundsdóttir, G. B. (2014). Professional digital competence in teacher education. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 9(4), 243–249. <https://doi.org/10.18261/issn1891-943x-2014-04-02>
13. Slipukhina, I., Chernetskiy, I., Kurylenko, N., Mienailov, S., & Podlasov, S. (2021). Instrumental Digital Didactics of Physics Study in the Aspect of M-learning. *Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications. ICTERI 2020. Communications in Computer and Information Science*, vol 1308. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77592-6_1
14. Spivakovsky, O., Petukhova, L., & Anisimova, O. (2020). ICTERI 2020: ICT in Education, research and industrial applications. integration, harmonization and Knowledge Transfer 2020 : *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, research and industrial applications. Integration, harmonization and knowledge transfer*. volume II: Workshops. Kharkiv, Ukraine, October 06-10, 2020. <https://doi.org/10.31812/123456789/4124>
15. The Digital Competence Framework for Consumers (DigCompConsumers). Official website of the European Union. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digital-competence-framework-consumers_en
16. Vuorikari, R., Punie Y., Carretero Gomez, S., & Vanden Brande, G. (2016). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use*. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106281>
17. Bykov, V., Spirin, O., & Pinchuk, O. (2020). Suchasni zavdannia tsyfrovoy transformatsii osvity [Modern tasks of digital transformation of education]. *Visnyk kafedry YuNESKO «Neperervna profesiina osvita KhKhI stolittia» – UNESCO Chair Journal "Lifelong Professional Education in the XXI Century"*, (1), 27–36. [https://doi.org/10.35387/ucj.1\(1\).2020.27-36](https://doi.org/10.35387/ucj.1(1).2020.27-36)
18. Havrylova, L. H., Topolnyk, Yu. V. (2017). Tsyfrova kultura, tsyfrova hramotnist, tsyfrova kompetentnist yak suchasni osvitni fenomeny [Digital culture, digital literacy, digital competence as modern educational phenomena]. *Informatsiini tekhnolohii ta zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 61(5), 1. <https://doi.org/10.33407/itlt.v61i5.1744> (in Ukrainian)
19. Zaporozhtseva, Yu. S. (2019). Informatsiino-tyfrova kompetentnist yak skladnyk suchasnoho navchalno-vykhovnoho protsesu [Information and digital competence as a component of modern educational process]. *Teoriia i metodyka profesiinoi osvity – Innovate Pedagogy*, 12(1), 79–82. <https://doi.org/10.32843/2663-6085.2019.12-1.15> (in Ukrainian)
20. Kuibida, V., Petroie, O., Fedulova, L., & Androshchuk, H. (2019). Tsyfrovi kompetentsii yak umova formuvannia yakosti liudskoho kapitalu [Digital competences as a condition for the formation of the quality of human capital]. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoi Akademii Derzhavnogo Upravlinnia Pry Prezydentovi Ukrainy – Collection of Scientific Works of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine*, (1), 118–133. <https://doi.org/10.36030/2664-3618-2019-1-118-133> (in Ukrainian)
21. Myslitska, N. A., Kolesnikova, O. A., Zabolotnyi, V. F. (2019). Vykorystannia tsyfrovoy laboratorii Nova-5000 v systemi zasobiv demonstratsiinoho fizychnoho eksperymentu [Use of Nova-5000 Digital Laboratory in the system of means of demonstration physical experiment]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna – Collection of Scientific Papers of Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University. Pedagogical Series*, 1(25), 130–134. <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2019-25.130-134> (in Ukrainian)
22. *Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (2017)*. Navchalni prohramy dlia 10-11 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity [Educational programs for 10-11 grades of general secondary education institutions]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy – Ministry of Education and Science of Ukraine. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (in Ukrainian)
23. *Навчальні програми для 6-9 класів закладів загальної середньої освіти*. Navchalni prohramy dlia 6-9 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity [Educational programs for 10-11 grades of general secondary education institutions]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy – Ministry of Education and Science of Ukraine. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (in Ukrainian)
24. Nalyvaiko, O. (2021). Tsyfrova kompetentnist: sutnist poniattia ta dynamika yoho rozvytku [Digital competence: the essence of the concept and the dynamics of its development]. *Kompetentnisnyi pidkhid u vyshchii shkoli: teoriia ta praktyka – Competency approach in higher education: theory and practice*. <https://doi.org/10.26565/9789662856729.03> (in Ukrainian)
25. *Нова Українська школа*. Концептуальні засади реформування середньої школи. Nova Ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly [New Ukrainian school. Conceptual principles of secondary school reform]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy – Ministry of Education and Science of Ukraine. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (in Ukrainian)
26. Ovcharuk, O. V. (2020). Suchasni pidkhody do rozvytku tsyfrovoy kompetentnosti liudyny ta tsyfrovoho hromadianstva v yevropeiskykh krainakh [Modern approaches to the development of a person's digital competence and digital citizenship in European countries]. *Informatsiini tekhnolohii ta zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 76(2), 1–13. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3526> (in Ukrainian)
27. *Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти*. Постанова від 30 вересня 2020 р. № 898. Pro deiaki pytannia derzhavnykh standartiv povnoi zahalnoi serednoi osvity. Postanova vid 30 veresnia 2020 r. № 898 [About some issues of state standards of complete general secondary education. Resolution of September 30, 2020 No. 898]. *Ofitsiyni veb portal parlamentu Ukrainy – Official web portal of the Parliament of Ukraine*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-n#Text> (in Ukrainian)
28. *Про повну загальну середню освіту*. Pro povnu zahalnu seredniu osvitu [About complete general secondary education]. *Ofitsiyni veb portal parlamentu Ukrainy – Official web portal of the Parliament of Ukraine*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text> (in Ukrainian)
29. *Рамка цифрової компетентності для громадян України (DigComp UA for Citizens)*. Ramka tsyfrovoy kompetentnosti dlia hromadian Ukrainy (DigComp UA for Citizens) [Digital competence framework for citizens of Ukraine (DigComp UA for Citizens)]. https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoy-kompetentnosti-dlya-gromadyan/%D0%9E%D0%A0%20%D0%A6%D0%9A.pdf (in Ukrainian)

30. Sakunova, H., & Moroz, I. (2018). Foromuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti uchniv z fizyky cherez pryzmu stem-osvity [Formation of informational and digital competence of learner of physics under the premium of Steam Education]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 15(1), 285–289. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-015-1-054> (in Ukrainian)
31. Tryfonova, O. M. (2018). Informatsiino-tsyfrova kompetentnist: zarubizhnyi ta vitchyzniani dosvid [Information and digital competence: foreign and domestic experience]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedagogichni nauky – Proceedings. Series: Pedagogical sciences*, 2(173), 221-225. вилучено із <https://pednauk.cuspu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/348> (in Ukrainian)
32. Chernetskyi, I., Slipukhina, I., & Polikhun, N (2020). Fizyka. Prykladni metodyky instrumentalnoi tsyfrovoy dydaktyky: navchalno-metodychnyi posibnyk [Physics. Applied methods of instrumental digital didactics: educational and methodological manual]. Natsionalnyi tsentr «Mala akademiia nauk Ukrainy» – National Center «Small Academy of Sciences of Ukraine». <https://znayshov.com/FR/5622/121.pdf> (in Ukrainian)

