

ДЗИНА Лариса – аспірант кафедри педагогіки вищої школи, Донбаський державний педагогічний університет, вул. Генерала Батюка, 19, Слов'янськ, Донецька область, 84100, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1403-9817>

DOI: <https://doi.org/10.24919/2413-2039.13/45.4>

Бібліографічний опис статті: Дзина, Л. (2021). Теоретичні основи формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти. *Людинознавчі студії. Серія «Педагогіка»*, 13(45), 27–33, doi: <https://doi.org/10.24919/2413-2039.13/45.4>

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

Анотація. У статті актуалізується проблема набуття учнями середньої школи інформаційно-цифрової компетентності на уроках фізики в умовах впровадження STREAM-освіти. Звертається увага на те, що випускникам Нової української школи – майбутнім фахівцям – необхідно бути конкурентоспроможними, компетентними, орієнтуватися в міжкультурних процесах, відповідати вимогам мінливого інформаційного суспільства. Уточнено та розкрито зміст поняття «інформаційно-цифрова компетентність» у ході ретельного аналізу робіт вітчизняних та зарубіжних вчених, виокремлено її складники. Так, автором визначено, що інформаційно-цифрова компетентність забезпечує учням широке та впевнене використання інформаційно-комунікаційних технологій, формування критичного мислення, оволодіння сучасними засобами та способами роботи з інформацією, самоорганізацію та самоконтроль власної навчальної діяльності; а також є складовим компонентом і ключових, і предметних компетентностей, що підтверджує її особливе значення. Наголошено, що у сучасній школі вивчення природничо-математичних дисциплін, зокрема фізики, є потужним фактором розвитку інформаційно-цифрової компетентності учнів. Проаналізовано сучасний стан розвитку STEM-освіти в Україні, зокрема в одній з її методологічних трансформацій – STREAM. Зазначено, що освітній процес з фізики в контексті STREAM-освіти здійснюється через призму проектною та навчально-дослідницької діяльності з використанням вільного доступу до інформаційних ресурсів. Розглянуто актуальний метод навчання – метод проектів, який може бути застосований в освітньому процесі з метою формування досліджуваної компетентності в умовах впровадження STREAM-освіти. Наведено приклади дослідницьких учнівських проектів, які були розроблені та виконані під керівництвом автора в рамках STEM-тижня та Тижня природничо-математичних наук у закладі загальної середньої освіти. У статті також здійснено обґрунтування організаційно-педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті STREAM-освіти.

Ключові слова: STREAM-освіта, інформаційно-цифрова компетентність, Нова українська школа, метод проектів, освітній процес.

DZYNA Larisa – Postgraduate at the Department of Pedagogy of Higher School, Donbass State Pedagogical University, Heneral Batuk Str., 19, Slovyansk, Donetsk region, 84100, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1403-9817>

DOI: <https://doi.org/10.24919/2413-2039.13/45.4>

To cite this article: Dzyzna, 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]. *Human Studies. Series of Pedagogy*, 13(45), 27–33, doi: <https://doi.org/10.24919/2413-2039.13/45.4>

THEORETICAL FOUNDATIONS OF FORMING THE INFORMATIONAL-DIGITAL COMPETENCE IN THE STUDY OF PHYSICS IN THE CONTEXT OF STREAM-EDUCATION IMPLEMENTATION

Summary. *The article actualizes the problem of acquisition of information and digital competence by high school students in physics lessons in the conditions of introduction of STREAM-education. Emphasis is placed on the fact that graduates of the New Ukrainian School – future professionals – need to be competitive, competent, navigate in intercultural processes, meet the requirements of a changing information society. The content of the concept of “information-digital competence” is clarified and revealed in the course of a careful analysis of the works of domestic and foreign scientists, its components are singled out. Thus, the author determined that information and digital competence provides students with a wide and confident use of information and communication technologies, the formation of critical thinking, mastery of modern tools and methods of working with information, self-organization and self-control of their own learning activities; and is also a component of both key and subject competencies, which confirms its special importance. It is emphasized that in the modern school the study of natural and mathematical disciplines, in particular physics, is a powerful factor in the development of information and digital competence of students. The current state of development of STEM-education in Ukraine is analyzed, in particular in one of its methodological transformations – STREAM. It is noted that the educational process in physics in the context of STREAM-education is carried out through the prism of design and teaching and research activities using free access to information resources. The actual method of teaching is considered – the method of projects that can be used in the educational process in order to form the studied competence in the implementation of STREAM-education. Examples of research student projects that were developed and implemented under the guidance of the author in the framework of STEM-week and the Week of Natural and Mathematical Sciences in general secondary education are given. The article also substantiates the organizational and pedagogical conditions for the formation of information and digital competence of students in physics in the context of STREAM-education.*

Key words: *STREAM-education, information-digital competence, New Ukrainian school, project method, educational process.*

Вступ. Стрімкий розвиток цифровізації та інформатизації суспільства вимагає від сучасного випускника закладу загальної середньої освіти набути впродовж навчання відповідних компетентностей, що дадуть змогу стати інноватором, здатним 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.

Важливим кроком до модернізації освіти для задоволення запитів суспільства на наукоємну освіту, формування актуальних на ринку праці компетентностей стала Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (2020). Із предметів природничо-математичного циклу в середній школі для впровадження STEM-освіти, враховуючи інженерно-математичну спрямованість предмету, на нашу думку, урок фізики може виступати чи не найголовнішою платформою для реалізації завдань концепції. Однією з компетентностей, яка стає невід’ємною складовою

всіх десяти ключових, згідно з Концепцією Нової української школи (2016), є інформаційно-цифрова. Ця компетентність передбачає «впевнене і критичне застосування інформаційно-комунікативних технологій під час створення, пошуку, обробки, обміну інформацією у навчальному процесі, публічному просторі та приватному спілкуванні» (Концепція Нової української школи, 2016).

Отже, завданнями статті є аналіз ключового поняття досліджуваної освітньої компетентності та сучасного стану розвитку STEM-освіти в Україні, зокрема в одній із її методологічних трансформацій – STREAM; теоретичне обґрунтування організаційно-педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті STREAM-освіти та розгляд актуальних методів і засобів навчання, які можуть бути застосовані з цією метою в освітньому процесі.

Аналіз останніх досліджень. Ретельний аналіз науково-педагогічної та методичної літератури, а також нормативно-правових документів засвідчує, що питання формування

інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах STREAM-освіти у зарубіжних і вітчизняних вчених відображається за напрямками:

– особливості вивчення фізики в умовах STEM-STEAM-STREAM-освіти (О. Кузьменко (2017), О. Костельова, Н. Ярмолович тощо);

– поняття «інформаційно-цифрова компетентність» (А. Гусак, О. Миронова (2010) та ін.);

– формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики (І. Бондаренко, О. Ліскович (2012) тощо).

З огляду на зазначене вище можна стверджувати, що дослідженням ключових понять проблеми займаються чимало дослідників, проте питання формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти залишається актуальним.

Таким чином, **мета статті** – розкрити теоретичні основи формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в умовах впровадження елементів STREAM-освіти з використанням інноваційних методів і засобів навчання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Реформування системи освіти є одним з основних важелів сталого розвитку суспільства. Зміни у змісті освіти стають закономірними з урахуванням потреб сьогодення. Новий Державний стандарт базової середньої освіти (2020) ґрунтується на засадах особистісно-зорієнтованого, компетентнісного і діяльнісного підходів.

Виокремимо інформаційно-цифрову компетентність як одну з ключових, визначення змісту якої не є однозначним з погляду дослідників у зв'язку з інтегрованістю її компонентів.

Дослідженням інформаційної компетентності тривалий час займаються вітчизняні та зарубіжні вчені. Аналіз публікацій показав, що інформаційну компетентність О. Миронова (2015) тлумачить як здатність ефективно виконувати інформаційну діяльність (у вирішенні професійних завдань, навчанні, повсякденному житті) з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій (далі – ІКТ), 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.

Дж. Крумсвік зазначає, що цифрова компетентність – це майстерність особистості застосовувати інформаційні технології у своїй діяльності. На думку автора (Krumsvik, 2013), особистість має вміти критично оцінювати ресурси та використовувати їх з урахуванням педагогіки, бути обізнаним з цілями використання різноманітних навчальних ресурсів. С. Скотт цифрову компетентність трактує як здатність використовувати цифрові ресурси та інформаційні технології, розуміти та вміти критично оцінювати цифрові ресурси та контент, ефективно комунікувати (Scott, 2015).

Отже, бачимо, що цифрова компетентність дає змогу учневі бути успішним у сучасному інформаційному просторі, керувати інформацією, оперативно приймати рішення, формувати важливі життєві компетентності. Цифрова компетентність передбачає вміння використовувати цифрові технології для підтримки творчості, активного громадянства та соціальної інтеграції, співпраці з іншими людьми для досягнення особистих, соціальних або комерційних цілей. З огляду на сутність інформаційної компетентності та цифрової компетентності, стає очевидним, що вони здатні до інтеграції й таким чином утворюють інформаційно-цифрову компетентність, що передбачає знання й уміння щодо роботи з інформацією за рахунок використання цифрових технологій.

Тож зазначимо, що в ході ретельного аналізу джерел було визначено поняття інформаційно-цифрової компетентності, а також виокремлено її компоненти. Із зазначеного вище можна зробити висновок, що сучасний освітній процес не може бути цілісним і повноцінним без формування в учнів інформаційно-цифрової компетентності, зокрема й на уроках фізики. У процесі стрімкого розвитку суспільства інформаційно-цифрова компетентність є чи не найважливішим складником сучасного освітнього процесу (Sakunova, & Moroz, 2018).

У вітчизняній освіті поняття «компетентність» прийнято розуміти в значенні, що запропоноване європейськими освітніми експертами, тому ми розглядаємо інформаційно-цифрову компетентність як сукупність знань, умінь, цінностей і ставлень, а також стратегій, необхідних для використання інформаційно-комунікаційних технологій та цифрових

медіа з метою ефективного, критичного, творчого, самостійного та етично-орієнтованого навчання (Державний стандарт базової середньої освіти, 2020).

Автори стандарту Нової української школи (2016) вважають інформаційно-цифрову компетентність такою, що передбачає впевнене та водночас критичне застосування особистістю інформаційно-комунікаційних технологій для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні; інформаційну й медіа-грамотність; навички безпеки в інтернеті; розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо).

Можна стверджувати, що інформаційно-цифрова компетентність є складовим компонентом і ключових, і предметних компетентностей, що підтверджує її особливе значення. Отже, необхідність формування в учнів різних видів компетентностей, зокрема інформаційно-цифрової, під час вивчення навчального матеріалу з усіх предметів варіативної й інваріативної частини програми повної загальної середньої школи, у тому числі на уроках фізики, є одним із найважливіших завдань сучасної шкільної освіти.

Сьогодні вивчення природничо-математичних дисциплін, зокрема фізики, є потужним фактором розвитку інформаційно-цифрової компетентності школярів (Sakunova, & Moroz, 2018). Під час опанування шкільного курсу фізики учні:

- розвивають інформаційну й медіаграмотність, алгоритмічне мислення, опановують основи програмування, набувають навичок роботи з базами даних;

- вчать впевнено й критично застосовувати інформаційно-цифрові технології для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією як під час навчання, так і в приватному або публічному спілкуванні, а в подальшому і в майбутній професійній діяльності;

- набувають досвіду визначати можливі джерела інформації, добирати необхідну інформацію, оцінювати, аналізувати її та перекодувати;

- розвивають навички користування сучасними гаджетами, інструментальними та вимірвальними приладами, роботи з віртуальними лабораторіями, програмами-симуляторами тощо;

- набувають здатності створювати та досліджувати моделі фізичних явищ;

- формують розуміння етики роботи з інформацією, навичок безпеки в інтернеті та кібербезпеки (Навчальна програма з фізики для 7–9 класів, 2017).

Нова українська школа, яка стартувала у 2016 році, поставила перед собою низку завдань: виховати громадянина-патріота, сформувати здатну до критичного мислення та навчання впродовж життя особистість, підготувати компетентного та конкурентоспроможного фахівця, від якого сьогодення вимагає різних і технічно складних навичок, зокрема доцільного застосування наукових знань і глибокого розуміння математичних понять.

Одним з пріоритетних напрямів розвитку освіти і, як наслідок, потужним інструментом формування компетентного випускника в умовах переходу до Нової української школи є STREAM-освіта.

STREAM-освіту будемо розглядати як методологічне розширення актуального напрямку в освіті – STEM (рис. 1). У загальному розумінні STEM-STEAM-STREAM – інтегрований підхід до освіти, що об'єднує основні ідеї природничих наук, інженерії, мистецтва, математики та технологій і спрямований на формування креативної, компетентної особистості, яка володіє знаннями прикладних наук та застосовує їх не тільки в навчальній діяльності, а й в повсякденному житті (Kuzmenko, 2017).

Такий підхід у середній освіті активно розвивається в Україні з 2015 року і вже став одним із ключових серед напрямів інноваційної та експериментальної діяльності освітніх закладів, особливо з моменту схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти).

Розглянемо метод проєктів як один із провідних підходів до впровадження STREAM-освіти, який є доцільним, на наш погляд, для формування ключових компетентностей учнів, зокрема інформаційно-цифрової.

Запровадження STREAM-проєктів демонструє учням можливість застосування науково-технічних знань у реальному житті за допомогою практичних занять. На таких уроках плануються, розробляються моделі сучасної індустрії: учні створюють міні-проєкти, намагаються запропонувати власну модель; аналізують, роблять висновки, пов'язують її з життєвими ситуаціями, із власним досвідом.

Для реалізації STREAM-проєктів на уроках фізики з метою формування

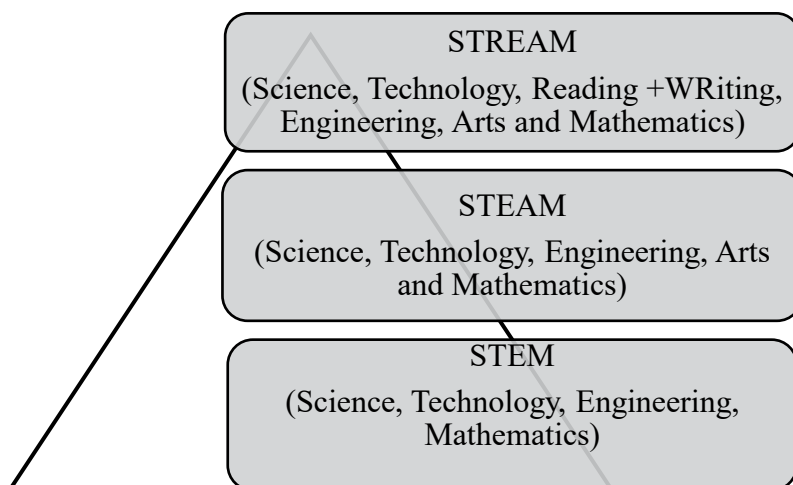


Рис. 1. Трансформація STEM-освіти (Dzyna, 2019)



Рис. 2. Приклади створених учнівських проєктів

інформаційно-цифрової компетентності доречно використовувати такі форми навчання:

- уроки-дослідження (постановка проблеми здійснюється вчителем, пошук рішення реалізується учнями відповідно до конкретних питань; на наступному етапі постановка проблеми, як правило, здійснюється самостійно учнями з певною допомогою вчителя, однак припущення та пошук рішень повинні робитися учнями максимально самостійно, а висновки – під керівництвом учителя);

- короткочасні дослідження-спостереження з описом (під керівництвом учителя);

- знайомство учнів із теоретичними поняттями дослідницької діяльності, такими як робота з першоджерелами, методами дослідження тощо;

- здійснення колективних досліджень за певним планом (з дотриманням усіх етапів) з різних тем.

Оскільки одним із ключових напрямків роботи в системі навчання фізики в середній школі є розв'язування задач, то в контексті сучасних вимог компетентнісного підходу вони мають бути наближені до реальних умов життєдіяльності людини, спонукати до використання фізичних знань у життєвих ситуаціях. Пропонувати учням можна компетентнісні задачі, в яких чітко прослідковуються

міжпредметні зв'язки та прикладна спрямованість навчання фізики. Задачі із життєвих ситуацій, завдання виробничого характеру можна також вдало перетворити на дослідницькі проєкти.

Наприклад, підсумовуючи вивчення теми «Тиск твердих тіл, рідин і газів» у 7 класі можна запропонувати учням виконати дослідницькі проєкти, як індивідуальні, так і групові (Навчальна програма з фізики для 7–9 класів, 2017).

Із власного педагогічного досвіду можемо зазначити, що актуальними й цікавими для учнів є теми «Моделювання плавання суден за допомогою хатнього посуду» і «Створення моделі фонтану (з демонстрацією його дії)» (рис. 2). У проєктній роботі особливе значення займає етап подання результатів дослідження, і хочеться зазначити, що до нього учні ставляться дуже креативно.

Тож стійким підґрунтям для формування інформаційно-цифрової компетентності учнів на уроках фізики є використання найбільш доцільних, на нашу думку, засобів та методів навчання:

- використання електронних підручників, мультимедійних додатків, віртуальних лабораторій, конструкторів уроку, а також програмного забезпечення загального призначення (MS Office тощо);

– проведення інтегрованих уроків, робота над створенням індивідуальних та групових навчальних проєктів (зокрема з використанням хмарних технологій типу Google Drive або Office 365 від Microsoft, призначених також для спільної роботи у реальному часі).

До організаційно-педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики в контексті STREAM-освіти уналежнимо такі:

1. Ознайомлення учнів з основними елементами STREAM-навчання шляхом систематичної роботи в мережі інтернет, використанням на уроках прикладного програмного забезпечення та мобільних додатків при вивченні фізики.

2. Забезпечення міжпредметної інтеграції – об'єднання спільних тем з різних предметів, застосування під час освітнього процесу додаткових непрофільних джерел інформації.

3. Формування позитивної мотивації – спонукання учнів до активного використання елементів STREAM-навчання як у закладі освіти, так і вдома під час підготовки домашнього завдання або під час роботи в умовах дистанційного навчання.

4. Удосконалення методів і засобів навчання – урізноманітнити дидактичне забезпечення освітнього процесу з урахуванням

принципів особистісно-зорієнтованого підходу, спрямованих на розвиток в учнів інформаційно-цифрової компетентності; покращити матеріально-технічну базу закладу (шляхом створення й оснащення STREAM-лабораторій).

Отже, перед освітою стає на меті озброїти учнів уміннями здобувати, застосовувати на практиці, перетворювати й виробляти нові знання, а також продуктивними способами роботи з інформацією в будь-якій самостійній та груповій діяльності, не обмежуючи результати навчальної діяльності тільки знаннями, уміннями і навичками. Одним із головних аспектів формування інформаційно-цифрової компетентності учнів на уроках фізики в контексті STREAM, згідно з Концепцією Нової української школи (2016), є використання різноманітних інноваційних (в органічному поєднанні з традиційними) методів і засобів навчання. Вибір оптимального – завдання непросте, тому перспективи подальших досліджень з теми полягають у розробці та апробації дидактичних матеріалів і, як наслідок, експериментальній перевірці обґрунтованих у статті педагогічних умов формування інформаційно-цифрової компетентності з фізики в контексті впровадження STREAM-освіти під час формувального етапу експерименту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державний стандарт базової середньої освіти. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti>
2. Дзина Л. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів при вивченні фізики в контексті впровадження ST(R)E(A)M-освіти. *Гуманізація навчально-виховного процесу*. Харків, 2019. № 6(98). С. 326–338.
3. Концепція нової української школи. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
4. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-konserciji-rozvitku-a960r>
5. Кузьменко О. Інноваційні засоби та форми організації навчального процесу з фізики в умовах розвитку STEM-освіти в вищих технічних навчальних закладах. *Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету*, Кропивницький, 2017. 12 с.
6. Ліскович О. Формування інформаційної компетентності учнів у процесі викладання елективних курсів із фізики засобами інформаційно-комунікаційних технологій. *Інформаційні технології в освіті*, 2012. Випуск 13. С. 203–209.
7. Миронова О. Формування інформаційної компетентності студентів як умова ефективного здійснення інформаційної діяльності. *Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка*, 2010. № 17(204). С. 165–175.
8. Навчальна програма з фізики для 7–9 класів загальноосвітніх навчальних закладів. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/>
9. Сакунова Г. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики через призму STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*, 2018. Вип. 1. С. 285–289.
10. Krumsvik, R. Situated learning and digital competence. *Education and Information Technology*, 4(13), 279–290.
11. 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, № 15.

REFERENCES

1. Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity [State standard of basic secondary education]. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti> [in Ukrainian].
2. 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*, № 6 (98), 326 – 338.
3. Kontsepsiia Novoi ukrainskoi shkoly [Concept of the New Ukrainian School]. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkola-compressed.pdf> [in Ukrainian].
4. Kontsepsiia rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity). [The concept of development of natural and mathematical education (STEM-education)]. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-koncepciyi-rozvitku-a960r> [in Ukrainian].
5. Krumsvik, R. (2008). Situated learning and digital competence. *Education and Information Technology*, 4(13), 279–290.
6. Kuzmenko, O. (2017). Innovatsiini zasoby ta formy orhanizatsii navchalnoho protsesu z fizyky v umovakh rozvytku STEM-osvity v vyshchyykh tekhnichnykh navchalnykh zakladakh [Innovative means and forms of organization of educational process in physics in the conditions of development of STEM-education in higher technical educational institutions]. *Kropyvnytskyi* [in Ukrainian].
7. Liskovych, O.V. (2012). Formuvannia informatsiinoi kompetentnosti uchniv u protsesi vykladannia elektivnykh kursiv iz fizyky zasobamy informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii [Formation of informational competence of students in the process of teaching elective courses in physics by means of information and communication technologies]. *Informatsiini tekhnolohii v osviti – Information technologies in education*, 13, 203–209 [in Ukrainian].
8. Myronova, O. (2010). Formuvannia informatsiinoi kompetentnosti studentiv yak umova efektyvnoho zdiisnennia informatsiinoi diialnosti [Formation of informational competence of students as a condition for effective information activities]. *Visnyk LNU imeni Tarasa Shevchenka – Bulletin of Taras Shevchenko National University*, 17 (204), 165–175 [in Ukrainian].
9. Navchalna prohrama z fizyky dlia 7-9 klasiv [Curriculum on physics in 7-9 grades]. Retrieved from <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/> [in Ukrainian].
10. Sakunova H., & Moroz I. (2018) Formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti uchniv z fizyky cherez pryzmu STEM-osvity [Formation of Informational and Digital competence of learner of physics under the premium of STEM-Education] *Fizyko-matematychna osvita* [in Ukrainian].
11. Scott, C. (2015). *The Futures of Learning 3: What Kind of Pedagogies for the 21st Century*. Education Research and Foresight Working Papers, UNESDOC Digital Library.