
**НАУКОВА ОСВІТА З БІОЛОГІЇ ЗДОБУВАЧІВ
ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ
СТАРШОЇ ШКОЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ
МІЖНАРОДНИХ ТА ВІТЧИЗНЯНИХ ВІДКРИТИХ
ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ**

Торяник В. М.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-443-6-9>

ВСТУП

Модернізація загальної середньої освіти є важливою ознакою і задачею сьогодення України. Реалізація Концепції розвитку загальної середньої освіти України у XXI столітті передбачає приведення її до вимог європейських і світових стандартів, згідно яких найважливішою метою сучасної загальноосвітньої школи є формування у здобувачів освіти комплексу «навичок XXI століття», які необхідні для досягнення успіху в житті в умовах сучасного глобалізованого інформаційного світу (навчальних та інноваційних; інформаційних, медійних, комп'ютерних; життєвих та кар'єрних)¹.

Кращий міжнародний досвід провідних освітніх систем свідчить, що такі завдання вирішуються через зростання ролі наукової освіти (Science Education), яка охоплює «цілеспрямовану систему формування творчого наукового мислення в процесі здобуття нових знань методами наукового пізнання. Педагогічна парадигма інтеграції освіти і науки покликана максимально наблизити навчальну діяльність учнів до дослідництва, залучити їх до вирішення навчальних і реальних наукових завдань доступного рівня складності. Такий підхід відповідає пізнавальним інтересам і можливостям сучасних учнів, а також пріоритетам соціально-економічного й технологічного розвитку суспільства. Окрім того, такий підхід задовольняє потреби кожної країни в забезпеченні освіченості своїх громадян, а також сприяє підготовці майбутнього покоління вчених, творців наукового знання»².

¹ Framework for 21st century learning. URL: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>

² Довгий С. Щодо стану та перспектив розвитку наукової освіти в Україні (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 11 вересня 2019 р.). Вісник Національної академії наук України. 2019. № 10. С. 24–30.

Дискурс наукової освіти займає дедалі більше місця в сучасних філософських, педагогічних та епістемологічних дослідженнях і доволі широко опрацьований в розвинених країнах, де в його надрах упродовж останніх десятиліть вже не лише постала цілісна парадигма такої освіти, а й виокремилися такі її системні сфери-напрями, як STEM Education (*science, technology, engineering and mathematics* – наука, технології, інженерія та математика в освіті), STEAM Education (*science, technology, engineering the arts and mathematics* – наука, технології, інженерія, мистецтво та математика в освіті), Scientific Literacy (наукова грамотність), Science Literacy (науково-природнична грамотність), PISA (природничо-наукова грамотність), SERC (*science education for responsible citizenship* – наукова освіта для відповідальних громадян), Nature of Science (природа науки), Inquiry based learning (навчання на основі запиту) тощо³.

В Україні сфера досліджень з наукової освіти є відносно новою. Дослідженню теоретичних і практичних положень трансформації вітчизняної системи освіти в напрямі розвитку наукової освіти присвячено праці таких українських вчених та експертів, як: С. Бабійчук⁴, М. Гальченко⁵, Л. Гриневич, Н. Морзе та М. Бойко⁶, С. Довгий⁷, О. Ковальова⁸, М. Міленіна⁹, Н. Поліхун, І. Сліпухіна та І. Чернецький¹⁰, Д. Свириденко, Г. Хоменко та Ю. Александрова¹¹,

³ Радченко О., Лісничий В., Гончар А., Миненко О. Наукова Освіта як парадигма сталого розвитку України. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. 2022. С. 68.

⁴ Бабійчук С. Педагогічна концепція «наукова освіта». Освітній дискурс. 2020. Вип. 23. С. 14–21.

⁵ Гальченко М. Концепт наукової освіти: сенс і призначення в сучасному світі. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. 2021. Вип. 1. С. 70–75.

⁶ Гриневич Л., Морзе Н., Бойко М. Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства. Інформаційні технології і засоби навчання. 2020. Т. 77. № 3. С. 1–26.

⁷ Довгий С. Щодо стану та перспектив розвитку наукової освіти в Україні (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 11 вересня 2019 р.). Вісник Національної академії наук України. 2019. № 10. С. 24–30.

⁸ Ковальова О. Проблемні питання ідентифікації наукової освіти в українській педагогічній науці. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. 2020. Вип. 2. С. 144–151.

⁹ Міленіна М. Наукова освіта: діячорнія та потенціал у глобальному вимірі. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. 2021. Вип. 1. С. 22–29.

¹⁰ Поліхун Н., Сліпухіна І., Чернецький І. Наукова освіта як інновація в системі освіти України. Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. 2018. Вип. 168. С. 186–189.

¹¹ Свириденко Д., Хоменко Г., Александрова Ю. Філософська концептуалізація наукової освіти як інструмента миро будівництва. Освітній дискурс. 2020. Вип. 26. С. 49–61.

О. Радченко, В. Лісничий, А. Гончар і О. Миненко¹², О. Кубальський¹³, А. Ласкова-Ярмоленко¹⁴.

В умовах глобальних трансформаційних процесів формування інформаційного суспільства – суспільства знань провадження наукової освіти в закладах загальної середньої освіти потребує використання сучасних освітніх технологій, й передусім цифрових. Цифрова трансформація освіти, що набула особливого розвитку з так званого «ковідного часу» через необхідність переведення освітнього процесу в дистанційну форму, передбачає створення і ефективне використання відповідних освітніх електронних ресурсів, інструментів та сервісів.

Необхідність використання цифрових технологій у процесі навчання біології здобувачів загальної середньої освіти зумовлена особливостями даного навчального предмета (необхідність проведення спостережень та експериментів, демонстрування та моделювання природних об'єктів та процесів тощо), а також особливостями і потребами сучасних учнів. Використання цифрових технологій у процесі навчання біології надає можливості знайомити учнів із процесами, які в реальних умовах проходять упродовж місяців, років і століть; демонструвати особливості будови та життєдіяльності об'єктів живої природи та механізми біологічних процесів у динаміці; проводити експерименти з моделями біологічних систем та явищ; демонструвати явища, що мають звукове відображення; проводити лабораторні і практичні роботи у віртуальних лабораторіях; забезпечувати швидке отримання та доцільне використання навчальних матеріалів тощо.

Для наукової освіти з біології у світі створена величезна кількість електронних освітніх ресурсів, в т. ч. і відкритих, які пропонують якісні навчальні матеріали сучасного наукового рівня для використання на уроках біології, як в умовах шкільного класу, так і дистанційно в умовах віртуального класу, а також для позаурочної і позакласної роботи. Однак, в Україні їх розробку та просування лише започатковано.

1. Наукова освіта – сучасний світовий тренд трансформації загальної середньої освіти на шляху інтеграції України в європейський освітній простір

Практична складова впровадження наукової освіти почала формуватися у 80-х роках ХХ століття за ініціативи науковців. В

¹² Радченко О., Лісничий В., Гончар А., Миненко О. Наукова Освіта як парадигма сталого розвитку України. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. 2022. С. 67–75.

¹³ Кубальський О. Впровадження в університетах наукової освіти і залучення талановитої молоді до науки. Філософія освіти. 2022. 28 (2). С. 118–128.

¹⁴ Ласкова-Ярмоленко А.О. Наукова освіта як основа формування життєвої компетентності молоді в умовах трансформації суспільства. Освіта та розвиток обдарованої особистості. 2021. № 2 (81). С.52–56.

Університеті Чикаго Леон Ледерман, лауреат Нобелівської премії з фізики 1988 року, започаткував програму Hands On, яку він вважав «найдієвішим шляхом молодого особистості до великої науки»¹⁵. Натхненний ідеями свого друга Леона Ледермана французький фізик, уродженець України, лауреат Нобелівської премії з фізики 1992 р. Жорж Шарпак разом зі своїми однодумцями, астрофізиком П'єром Лена і професором Івом Кере розробили методикау La main a la pate – навчання, викладання наукових основ та формування наукового мислення через активну практику експериментів і спостережень¹⁶. У 1994 р. була заснована Європейська федерація академій наук (All European Academies – ALLEA), робоча група з наукової освіти якої функціонує одночасно з Європейською радою програми наукової освіти InterAcademy Panel (IAP), і яка має представників від України.

У 2003 р. під егідою Міжнародної асоціації наукового партнерства (InterAcademy Partnership – IAP) було розроблено програму наукової освіти (Science Education Program – SEP), яка стала головним механізмом для досягнення однієї з основних стратегічних цілей асоціації – реалізації програми «Побудова науково освіченого глобального суспільства». У 2005 р. державами-членами ЮНЕСКО з метою посилення міжурядової співпраці та співробітництва між партнерськими науковими організаціями для зміцнення національного потенціалу в галузі фундаментальних наук та наукової освіти було створено міжнародну мультидисциплінарну програму фундаментальних наук IBSP (International Basic Sciences Programme). У 2017 р. питання запровадження наукової освіти розглядалося на Всесвітньому форумі науки. У підсумковій декларації цього форуму було враховано пропозицію України з таким формулюванням: «Наукова освіта на основі дослідження/допитливості має важливе значення для формування критичного мислення для побудови та підтримки цивілізованих економік, що базуються на знаннях. Тривалий мир може бути досягнутий у нашому світі, лише коли наукові знання стають основою прийняття політичних рішень, коли наука та доказове мислення підтримуються і набувають повноважень на всіх рівнях суспільства, коли свобода думки плекається як важливий фактор науки та досліджень, коли загальне право на науку пропагується та закріплено на регіональних і глобальних рівнях»¹⁷.

¹⁵ Довгий С. Щодо стану та перспектив розвитку наукової освіти в Україні (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 11 вересня 2019 р.). Вісник Національної академії наук України. 2019. № 10. С. 25.

¹⁶ Там само.

¹⁷ Довгий С. Щодо стану та перспектив розвитку наукової освіти в Україні (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 11 вересня 2019 р.). Вісник Національної академії наук України. 2019. № 10. С. 26.

Узагальнення ідей, ролі і напрямків розвитку наукової освіти представлено у Звіті до Європейської комісії «Наукова освіта для відповідального громадянства»¹⁸:

1. Наукова освіта повинна бути важливою складовою навчання впродовж життя для всіх – від дошкілля до активного залученого громадянства». А це означає, що її не варто розглядати як можливість тільки для певних обраних груп.

2. Наукова освіта повинна зосереджуватись на компетентностях з акцентом на навчанні через науку та переході від STEM до STEAM шляхом зв'язку науки з іншими предметами та дисциплінами. Отже підходи наукової освіти мають пронизувати не тільки природничо-математичні предмети, а й гуманітарні.

3. Необхідно удосконалювати якість викладання, педагогічну інтернатуру, університетську підготовка вчителів та професійне підвищення кваліфікації для покращення результатів навчання. Науковій освіті притаманні інноваційні методики та технології, які постійно оновлюються, зокрема завдяки розвитку цифрових освітніх ресурсів і вони мають бути доступними для всіх учителів.

4. Має стати тіснішою співпраця між формальними, неформальними та інформальними надавачами освітніх послуг, освітніми організаціями, підприємствами та громадянським суспільством задля забезпечення відповідного та змістовного залучення всіх суб'єктів суспільства до науки, піднесення рівня наукових досліджень та зростання можливостей наукової кар'єри, працевлаштування та конкурентоспроможності». У час гострих глобальних викликів країни потребують все більше освічених людей та науковців, які здатні розв'язувати складні наукові проблеми.

5. Більше уваги слід приділяти просуванню відповідальних досліджень та інновацій та покращенню розуміння громадськістю наукових висновків та можливостей обговорення їх переваг та наслідків». Отже, необхідно розвивати наукове мислення у більшості для відповідального усвідомлення різних явищ і процесів та проектування інноваційних рішень.

6. Слід наголосити на поєднанні інноваційної стратегії та стратегії наукової освіти на місцевому, регіональному, національному, європейському та міжнародному рівнях, враховуючи суспільні потреби та глобальний розвиток». Таким чином, наукова освіта має стати невід'ємною частиною освітнього процесу, оскільки саме вона створює передумови для розробки і впровадження інновацій.

¹⁸ European Commission. Science Education for Responsible Citizenship. 2015. P. 8–11. URL: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

Лідером з розроблення і впровадження наукової освіти в Україні є Мала академія наук (МАН) України. У 2017 р. на 202-й сесії Виконавчої ради Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО) було прийнято рішення про створення на базі Малої академії наук України Центру ЮНЕСКО з наукової освіти. У березні 2018 р. між Генеральним директором ЮНЕСКО та Урядом України було підписано угоду про створення такого центру. У 2019 р. МАН України ініціювала започаткування журналу «Теорія та практика наукової освіти» (Theory and Practice of Science Education) з метою поширення на міжнародному рівні власного досвіду впровадження наукової освіти у викладацьку практику, а також для формування дискусійного майданчика з обґрунтування сучасних методик у галузі наукової освіти. Журнал видається англійською мовою відповідно до стандартів міжнародних наукових журналів і є єдиним в Україні журналом з наукової освіти. Крім вітчизняних науковців, членами редколегії та авторами видання є відомі зарубіжні дослідники в галузі наукової освіти, експерти ЮНЕСКО та інші. До слова, найбільш цитованим науковим журналом, де публікуються результати досліджень з наукової освіти, є однойменний «Science Education», перший примірник якого був надрукований ще у 1916 році. Перший випуск наукового журналу «Studies in Science Education» датується 1974 р., а європейське видання під назвою «International Journal of Science Education» існує з 1979 року.

В той же час аналіз науково-педагогічних публікацій показав, що елементи педагогічної концепції наукової освіти вже давно і успішно використовуються в закладах загальної середньої освіти України в контексті дослідницької, дослідної, пошукової, проектної діяльності здобувачів освіти, STEM- та STEAM-освіти. Вказані види діяльності регламентуються Законом України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII, у ст. 21 якого «Спеціалізована освіта» зазначено, що держава створює умови для залучення учнівської молоді до наукової і науково-технічної діяльності, і прописано визначення поняття «освіта наукового спрямування» – це «вид спеціалізованої освіти, що базується на дослідно-орієнтованому навчанні, спрямований на поглиблене вивчення профільних предметів та набуття компетентностей, необхідних для подальшої дослідно-експериментальної, конструкторської, винахідницької діяльності»¹⁹.

Філософські підходи у формуванні наукової освіти в Україні висвітлені науковцями Б. С. Гершунським, В. В. Краєвським, А. А. Вербицьким та ін.; педагогічні і психологічні аспекти досліджені М. О. Голубевою, С. Ф. Клепко, С. О. Семеріковою, В. М. Симонова та

¹⁹ Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>

ін.; міжнародний та вітчизняний досвід впровадження наукової освіти в освітньо-виховний процес проаналізований С. Бабійчук, М. Гальченком, Ю. Гоцуляком, Н. Поліхун, І. Сліпухіною, І. Чернецьким, С. Довгим, Л. Гриневич, Н. Морзе, М. Бойко, Д. Свириденком Г. Хоменко, Ю. Александровою, А. Ласковою-Ярмоленко, М. Міленіною, О. Радченком, В. Лісничим, А. Гончаром та О. Миненком, О. Кубальським.

Вважається, що у вітчизняній психолого-педагогічній науці термін «наукова освіта» з'явився на початку ХХ ст. завдяки К. Фортунатову, С. Гессену, та В. Вернадському, який, зокрема, зазначав, що «розвиток наукової думки в суспільстві є базовою основою для розвитку планетарного мислення»²⁰. Однак, аналіз наукових розвідок українських експертів з питань наукової освіти свідчить про те, що й досі не існує загально визнаного тлумачення поняття, яке позначене терміном «наукова освіта».

До прикладу, один з іноземних фахівців, професор з наукової освіти Арканзаського університету та керівник проекту з підвищення якості наукової освіти в школах Уільям Ф. Маккомас тлумачить термін, як наукову та практичну дисципліну, що пов'язує викладання, навчання та судження щодо наукового змісту, наукових процесів та сутності науки»²¹. Голова ж наукового форуму та групи експертів з наукової освіти, експерт-консультант PISA (США) Роджер В. Байбі розглядає наукову освіту в контексті трьох головних цілей: емпіричні дослідження фізичної та біологічної систем; застосування наукових методів дослідження; особистісний розвиток учня²². А професор психології Гарвардського університету Сюзан Кері акцентує увагу на проблемах наукової освіти та звертає увагу на необхідність врахування сучасного прогресу наукового знання в освітньому процесі. За словами Сюзан Кері: «... навчальні програми повинні бути динамічними, оскільки наукові розвідки постійно удосконалюються, дають нові результати і уявлення про світ...», і «... якість такої освіти напряму залежить від вчителя, його активної участі у процесі дослідження, глибини та ґрунтовності предметних знань та розуміння природи формування наукового знання у відповідності до віку учнів»²³.

²⁰ Поліхун Н., Сліпухіна І., Чернецький І. Наукова освіта як інновація в системі освіти України. Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. 2018. Вип. 168. С. 187.

²¹ McComas W. The Language of Science Education: An Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning. Rotterdam: The Netherlands: Sense Publishers. 2014. С. 86.

²² Bybee R. The new transformation of science education. Science Education, 1977. Volume 61. Issue1. P. 85–97. DOI: 10.1002/sce.3730610110

²³ Susan C. Science Education as Conceptual Change. Journal of Applied Developmental Psychology. 2000. № 21. P. 13–19.

Серед українських науковців і експертів однією з перших визначення терміну «наукова освіта» дала С. Бабійчук: «...термін «наукова освіта» як освітня концепція націлена на синергію освіти і науки, що базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів»²⁴, «умовно наукову освіту можна розглядати як трикомпонентну систему, що складається з цілеспрямованої дослідницької діяльності учня, вивчення історії науки, та популяризації наукового знання»²⁵.

На думку Ю. Гоцуляка та М. Гальченко, які також є одними з перших авторів публікацій з даної теми, «...наукова освіта – це освітня модель, яка включає в себе «педагогічні концепції, освітні технології, методи навчання, предметні методика, які ґрунтуються на принципі самостійного здобуття знань учнем, що виражається у практичній, дослідницькій та проєктній роботі...», «...в українському педагогічному та освітньо-правовому просторі «наукова освіта» представлена як: елемент особистісно-орієнтованої освіти, конструктивістська дидактика, сукупність освітніх технологій та методик(метод проблемного викладу, евристичний метод; дослідницький метод, метод проєктів), сукупність окремих предметних методик (деякі навчальні предмети за своїм змістом передбачають, зокрема, проєктну та дослідницьку роботу учнів). У нормативно-правовому вимірі наукова освіта це: освітній напрямок (дослідно-експериментальний), сукупність підходів до навчання (особистісно зорієнтований, діяльнісний), сукупність завдань до окремих освітніх галузей (дослідницька діяльність учня, самостійний пошук інформації у процесі здобуття знань), сукупність вимог до підготовки учнів з певних навчальних предметів (самостійно здобувати інформацію, провадити пошуково-дослідницьку діяльність...)»²⁶.

Крім того, М. Гальченко розглядає наукову освіту як метод, що «містить три важливих компоненти: інтегровану систему навчання, спеціально організоване освітнє середовище і матеріально-технічні ресурси. Освітнє середовище становить психологічне і соціальне наповнення реалій сучасного навчального закладу (школи, коледжу, вишу, включених в інтегровану освітню систему). Її ж репрезентують: науково орієнтоване навчання, яке забезпечується через предметні курси, наукові і професійні практики, поглиблене навчання на

²⁴ Бабійчук С. Наукова освіта як педагогічний концепт. Молодь і ринок. 2018. № 2. С. 60–63.

²⁵ Бабійчук С. Педагогічна концепція «наукова освіта». Освітній дискурс. 2020. Вип. 23. С. 14–21.

²⁶ Гальченко М. Концепт наукової освіти: сенс і призначення в сучасному світі. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. 2021. Вип. 1. С. 70–75.

спецкурсах і факультативах, індивідуальні дослідження тощо. Освітньо-наукове інноваційне середовище шляхом організованих структур розвиває відповідну спрямованість освітньої діяльності. Саме вона дозволяє привносити теоретичні знання і навчальні інструментальні навички в практично важливу для учня чи студента професійну і соціальну активність»²⁷.

Згідно Н. Поліхун, І. Сліпухіної та І. Чернецького наукова освіта – це інновація для української педагогічної думки, і «багатогранність поняття «наукова освіта» перетворює його в об'єкт комплексного вивчення з різних позицій, які розкривають сутність цього поняття відповідно до специфіки власного предмету, зокрема, наукова освіта це: наукова культура індивіда, а її мета – його залучення до культурних цінностей науки; особливий вид пізнавальної діяльності, спрямованої на становлення особистості експериментатора, дослідника, вченого; освіта, яка отримана експериментальним шляхом, з використанням наукового методу; цілеспрямований процес навчання і виховання на основі сучасних досягнень науки і техніки, технологій з метою отримання знань і формування умінь, а також формування загальнокультурних і професійних компетенцій в сучасному інформаційному суспільстві для особистої самореалізації і розвитку суспільства в цілому; цілеспрямований і прискорений розвиток наукових здібностей завдяки педагогічно організованій передачі і поширенню наукових знань і наукового світогляду в суспільстві»²⁸.

За визначенням С. Довгого поняття «наукова освіта» – «...цілеспрямована система формування творчого наукового мислення в процесі здобуття нових знань методами наукового пізнання, тобто передусім дослідницькими, експериментальними методами...», а «...педагогічна парадигма інтеграції освіти і науки покликана максимально наблизити навчальну діяльність учнів до дослідництва, залучити їх до вирішення навчальних і реальних наукових завдань доступного рівня складності. Такий підхід відповідає пізнавальним інтересам і можливостям сучасних здобувачів освіти, а також пріоритетам соціально-економічного й технологічного розвитку суспільства. Крім того, він задовольняє потреби кожної країни в

²⁷ Гальченко М. Метод наукової освіти. Наукове пізнання: методологія та технологія. Філософія. 2021. Вип. 1. С. 29–34.

²⁸ Поліхун Н., Сліпухіна І., Чернецький І. Наукова освіта як інновація в системі освіти України. Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. 2018. Вип. 168. С. 187.

забезпеченні освіченості своїх громадян, а з іншого боку – сприяє підготовці майбутнього покоління вчених, творців наукового знання»²⁹.

Л. Гриневич, Н. Морзе та М. Бойко розглядають «наукову освіту як освітній процес, який має сприяти формуванню в людини наукового стилю мислення, зокрема здатності приймати рішення на основі критичного аналізу даних, розв'язувати комплексні проблеми, створювати інноваційні розв'язки, творити і виявляти ініціативу, розуміти сутність глобальних і локальних викликів, відповідально взаємодіяти з навколишнім середовищем і в громаді, усвідомлювати соціальну взаємозалежність. Формування наукового мислення відбувається за допомогою освоєння наукових методів і досвіду людства для самореалізації і творчого розвитку особистості та задоволення потреб суспільства»³⁰.

Д. Свириденко, Г. Хоменко та Ю. Александрова вбачають у науковій освіті провідний інструмент миробудівництва, тому що в її лоні формується цілісна особистість з критичним стилем мислення, а також висококваліфікований фахівець, який має всі необхідні знання та компетентності для внутрішніх та зовнішніх змін. Із цього випливає, що наукова освіта має стати фундаментальною основою навчального процесу не лише у школах, а й в університетах, якщо українська держава дійсно прагне до інтеграції в політичний, економічний, а також соціогуманітарний простір Європейського Союзу³¹.

За Ю. Александровою «...наукова освіта – це педагогічний концепт, що фіксує та легітимізує суттєві трансформації в розвитку та безпосередньому змісті освітнього процесу всіх рівнів. Єдине та інваріантне визначення терміну «наукова освіта» в даний момент відсутнє. Наукова освіта – це фактично новий формат організації та реалізації освітнього процесу, що втілює основні ідеологеми та принципи сучасної епохи «великого синтезу». Досить незначний період існування цього соціокультурного феномену вже містить суттєву внутрішню трансформацію – перехід від STEM до STEAM, оскільки плідний синтез різноманітних наукових підходів без мистецтва та креативності представляється утворенням штучним, суперечливим та позбавленим гуманістичного виміру. Разом з тим, цей феномен складно назвати абсолютно інноваційним, більш доречним буде розуміння

²⁹ Довгий С. Щодо стану та перспектив розвитку наукової освіти в Україні (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 11 вересня 2019 р.). Вісник Національної академії наук України. 2019. № 10. С. 26.

³⁰ Гриневич Л., Морзе Н., Бойко М. Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства. Інформаційні технології і засоби навчання. 2020. Т. 77. № 3. С. 5.

³¹ Свириденко Д., Хоменко Г., Александрова Ю. Філософська концептуалізація наукової освіти як інструмента миру будівництва. Освітній дискурс. 2020. Вип. 26. С. 59.

наукової освіти як сміливого втілення тих інтенцій та страгатагем, що були закладені в до-схоластичному форматі освіти, але із врахуванням актуального рівня розвитку цивілізації»³².

О. Радченко, В. Лісничий, А. Гончар і О. Миненко систематизують дослідницькі підходи до концептуальної парадигми наукової освіти і виокремлюють «широке» та «вузьке» розуміння концепту: «У широкому розумінні «наукова освіта – це наукова культура індивіда, а її мета – його залучення до культурних цінностей науки; особливий вид пізнавальної діяльності, що спрямована на становлення особистості експериментатора, дослідника, вченого; освіта, яка отримана експериментальним шляхом, з використанням наукового методу; цілеспрямований процес навчання і виховання на основі сучасних досягнень науки і техніки, технологій з метою отримання знань і формування умінь, а також формування загальнокультурних і професійних компетенцій у сучасному інформаційному суспільстві для особистої самореалізації і розвитку суспільства в цілому; цілеспрямований і прискорений розвиток наукових здібностей завдяки педагогічно організованій передачі і поширенню наукових знань і наукового світогляду в суспільстві. Натомість у вузькому розумінні «наукова освіта» – це освітня концепція спрямована на синергію освіти і науки, що базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів. Причому завданнями наукової освіти є розвиток дослідницької компетентності та формування навичок 4К – критичне мислення, креативність, комунікація та колективна робота»³³.

Отже, сучасні дослідники поняття «наукова освіта» розглядають його у декількох різних контекстах, що не виключають один одного, причому ніхто не ставить під сумнів необхідність переходу освітніх систем до наукової освіти як форми навчання, оскільки «необхідність концепту наукової освіти зумовлена вичерпаністю ресурсу традиційної освіти та тим, що сучасна система освіти набула цілковитої функціональності»³⁴. Тобто, сучасний *освітній тренд: концепт – парадигма – освітній процес «наукова освіта», формує у здобувача базової середньої освіти науковий стиль мислення, яке, своєю чергою, є підґрунтям здатності людини до інноваційності.*

³² Александрова Ю. М. Наукова освіта, STEM та STEAM: до питання термінологічної взаємодії. Освітній дискурс: збірник наукових праць. 2021. 38 (11–12). С. 76–81.

³³ Радченко О., Лісничий В., Гончар А., Миненко О. Наукова Освіта як парадигма сталого розвитку України. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. 2022. С. 70.

³⁴ Довгий С. Щодо стану та перспектив розвитку наукової освіти в Україні (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 11 вересня 2019 р.). Вісник Національної академії наук України. 2019. № 10. С. 24.

Концепція Нової української школи особливий наголос ставить на необхідність підготовки активних, відповідальних громадян, які здатні критично мислити, творчо розв'язувати складні проблеми, виробляти і застосовувати інноваційні рішення³⁵. Ці здатності можна сформувані через набуття відповідних компетентностей. Згідно Закону «Про освіту» серед переліку ключових компетентностей, які мають формуватися впродовж здобуття загальної середньої освіти, визначено, зокрема³⁶: «компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, що передбачають формування допитливості, прагнення шукати і пропонувати нові ідеї, самостійно чи в групі спостерігати та досліджувати, формулювати припущення і робити висновки на основі проведених дослідів, пізнавати себе і навколишній світ шляхом спостереження та дослідження»; та «інноваційність, що передбачає відкритість до нових ідей, ініціювання змін у близькому середовищі (клас, школа, громада тощо), формування знань, умінь, ставлень, що є основою компетентнісного підходу, забезпечують подальшу здатність успішно навчатися, провадити професійну діяльність, відчувати себе частиною спільноти і брати участь у справах громади».

Розробка і наповнення навчальних методик із наукової освіти з природничих наук потребує об'єднання зусиль науковців і освітян. Педагогічна парадигма інтеграції освіти і науки покликана максимально наблизити навчальну діяльність учнів до дослідництва, залучити їх до вирішення навчальних і реальних наукових завдань доступного рівня складності. Такий підхід відповідає пізнавальним інтересам і можливостям сучасних здобувачів освіти, а також пріоритетам соціально-економічного й технологічного розвитку суспільства³⁷.

Для учителя біології пріоритетною є організація освітнього середовища для наукової освіти в галузі біологічних наук з використанням сучасних освітніх технологій та освітніх ресурсів. В умовах цифрової трансформації освіти особливо ефективним в цьому контексті є використання відповідних освітніх електронних ресурсів, передусім тих, що існують у відкритому доступі.

³⁵ Нова українська школа : концептуальні засади реформування середньої школи / [упоряд. Гриневич Л., Елькін О., Калашнікова С., Коберник І., Ковтунець В., Макаренко О., Малахова О., Нанаєва Т., Усатенко Г., Хобзей П., Шиян Р. ; за заг. ред. Грищенко М.]. 2016. С. 6. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>

³⁶ Закон України «Про освіту». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>

³⁷ Радченко О., Лісничий В., Гончар А., Миненко О. Наукова Освіта як парадигма сталого розвитку України. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи. 2022. С. 68.

2. Міжнародні та вітчизняні відкриті електронні освітні ресурси для наукової освіти з біології здобувачів загальної середньої освіти старшої школи

Під електронними освітніми ресурсами (**ЕОР**), згідно положення про електронні освітні ресурси Міністерства освіти і науки України розуміють навчальні, наукові, інформаційні, довідкові матеріали та засоби, розроблені в електронній формі й представлені на носіях будь-якого типу або розміщені у комп'ютерних мережах, які відтворюються за допомогою електронних цифрових технічних засобів і необхідні для ефективної організації навчально-виховного процесу, у частині, що стосується його наповнення якісними навчально-методичними матеріалами³⁸.

Характерною ознакою ЕОР є те, що в них застосовано новітні педагогічні інструменти, такі як інтерактив, мультимедіа, моделінг, комунікативність, продуктивність. Інтерактив дає змогу розвивати активні форми навчання, оскільки зміст предметної галузі представлено такими навчальними об'єктами, якими можна маніпулювати, і процесами, у які можна самостійно втручатися. Мультимедіа дозволяє представити навчальні об'єкти і процеси безліччю різних способів: за допомогою графіки, фото, відео, анімацій та звуку, чим забезпечується їх реалістичне сприйняття. Моделювання опосередковано за допомогою прототипа дає змогу отримати інформацію про найважливіші властивості, характерні для реального об'єкту чи процесу. Комунікативність забезпечує можливість безпосереднього спілкування, оперативність подання інформації. Продуктивність збільшує швидкість пошуку необхідної інформації, посилює ефективність навчальної діяльності³⁹. Освітні ресурси нового покоління, що є складовою інформаційно-технологічного компоненту, – це відкриті освітні модульні мультимедіа системи, що складаються з електронних модулів трьох типів: інформаційного, практичного і тестового.

За визначенням ЮНЕСКО відкриті освітні ресурси (Open Educational Resources – OER) – це навчальні та наукові ресурси, які існують у відкритому доступі або випущені під ліцензією, що дозволяє їх безкоштовне використання і модифікацію третіми особами»⁴⁰.

³⁸ Наказ Міністерства освіти і науки, молоді і спорту України «Про затвердження Положення Про електронні освітні ресурси» від 01.10.2012 № 1060 [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12#n13>

³⁹ Півненко Ю.В., Стадніченко К.В. Особливості застосування електронного освітнього контенту в умовах сучасної соввіти. Інноваційна педагогіка. 2023. Вип. 61. Т. 2. С. 216.

⁴⁰ Sophie Touzé. Open Educational Resources in France: Overview, Perspectives and Recommendations. UNESCO Institute for Information Technologies in Education. 2014. 104 p.

Інше визначення: Open Educational Resources (OER) – це відкриті освітні ресурси світу, які надають доступ до матеріалів курсів, модулів, підручників, відео, тестів, програмного забезпечення і будь-яких інших інструментів, матеріалів та методів, що використовуються для підтримки доступу до знань за навчальними дисциплінами⁴¹.

Для наукової освіти з біології у світі створена величезна кількість електронних освітніх ресурсів, які пропонують якісні навчальні матеріали сучасного наукового рівня для використання на уроках біології, як в умовах шкільного класу, так і дистанційно в умовах віртуального класу, а також для позаурочної і позакласної роботи.

Серед масових міжнародних відкритих OER, доступних для використання для наукової освіти з біології українським учителям і здобувачам загальної середньої освіти старшої школи, передусім профільного рівня, зокрема такі: MyEducationKey, VideoLectures.NET, edX, Coursera, Open Yale Courses.

MyEducationKey – це віртуальний освітній портал, що надає відкритий доступ до навчальних відеолекцій кращих університетів світу для студентів, учнів і викладачів⁴².

VideoLectures.NET – безкоштовний і відкритий доступ до репозиторію освітніх відеолекцій науковців кращих університетів світу⁴³.

EdX – платформа відкритих англomовних курсів (більше 150 online курсів від кращих університетів та інститутів світу), що заснована Массачусетським технологічним інститутом і Гарвардським університетом⁴⁴.

Coursera – платформа безкоштовних онлайн курсів (близько 600) із відеолекціями, завданнями й обговоренням на форумах від викладачів провідних університетів світу, з можливістю отримати електронний сертифікат після завершення курсу⁴⁵.

Open Yale Courses – лекції та інші матеріали з дисциплін гуманітарних, суспільних та природничих наук⁴⁶.

Важливо зазначити, що з моменту повномасштабного військового вторгнення РФ в Україну освітні платформи Coursera та edX припинили

⁴¹ Hylén Jan. Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources. OECD Publishing. 2007. P. 30.

⁴² Віртуальний освітній портал «MyEducationKey». [Електронний ресурс]. URL: www.myeducationkey.com

⁴³ Репозитарій освітніх відео лекцій «VideoLectures.NET». [Електронний ресурс]. URL: <https://videlectures.net/>

⁴⁴ edX. Online courses from the world's best universities. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.edx.org/>

⁴⁵ Coursera. Online Courses – Credentials From Top Educators. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.coursera.org/collections/popular-free-courses>

⁴⁶ Open Yale Courses. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://oyc.yale.edu/>

співпрацю з рф⁴⁷. Платформою Coursera припинено доступ до всього існуючого контенту російських університетів і провайдерів, а також обмежено доступ до курсів, спеціалізацій і ступенів; забороняється реєстрація російських партнерів для наповнення платформи Coursera контентом; припинена подальша співпраця з російськими установами в Coursera for Business, Coursera for Government і Coursera for Campus. За співпраці з Міністерством освіти і науки України, Coursera for Campus відтепер доступна для всіх українських закладів вищої освіти та студентів. Це означає, що доступ до понад 5200 курсів і 2200 проєктів від провідних університетів і партнерів Coursera буде безкоштовним. Програма Coursera для біженців доступна безкоштовно для некомерційних організацій у всьому світі. Всі, хто потребують фінансової допомоги для отримання доступу до курсів Coursera, можуть подати заявку в розділі «Financial Aid available» на сторінці обраного курсу. Також платформа пропонує безкоштовний курс про вторгнення рф в Україну від Мічиганського університету. Він охоплює історію конфлікту між Україною та росією, вплив російського військового вторгнення в Україну та можливості підтримки українського населення.

Платформа edX запроваджує санкції щодо негайного видалення з платформи всього контенту курсів edX, який пропонують російські університети. З метою підтримки закладів освіти та студентів України, edX працює з Міністерством освіти і науки України над наданням безкоштовного доступу до понад 1600 онлайн-курсів і програм від провідних світових установ і компаній на edX Online Campus. Наразі представники платформи шукають шляхи партнерства з організаціями у справах біженців для розробки ресурсів, які найефективніше задовольнятимуть потреби переміщених українських здобувачів освіти.

Серед міжнародних відкритих OER, створених науковцями, і доступних для використання для наукової освіти з різних біологічних наук українським учителям і здобувачам освіти старшої школи як профільного рівня, так і рівня стандарту, зокрема такі: hhmiBiointeractive, Ricochet Science, Nobel Prize Outreach, LabXchange.

hhmiBiointeractive – освітня онлайн-платформа Медичного інституту Говарда Г'юза (Howard Hughes Medical Institute (HHMI))⁴⁸.

Ricochet Science – освітній ресурс мультимедійної кампанії Ricochet Creative Productions⁴⁹.

⁴⁷ Сергій Шкарлет: Освітні платформи Coursera та edX припиняють співпрацю з рф. [Електронний ресурс]. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/sergij-shkarlet-osvitni-platforni-coursera-ta-edx-privnyayut-spivpracyu-z-rf>

⁴⁸ Howard Hughes Medical Institute (HHMI) online educational platform. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.biointeractive.org/about>

⁴⁹ Educational resource of a multimedia campaign Ricochet Creative Productions. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.ricochetscience.com/>

Nobel Prize Outreach – веб-сайт навчальних інтерактивних ігор від Nobel Foundation⁵⁰.

LabXchange – науково-освітня онлайн-платформа Гарвардського університету⁵¹.

Освітня онлайн-платформа hhmiBiointeractive, створена співробітниками одного з найвідоміших університетів світу містить якісні навчальні фільми, анімації, картки-завдання, схеми, презентації. Важливо, що усі матеріали логічно пов'язані, і користувачу легко знайти необхідні матеріали до різних тем. Крім того, є готові детальні розробки навчальних занять із застосуванням результатів новітніх наукових досліджень, до прикладу: про відбілювання коралів внаслідок глобальних змін клімату (розроблені на основі супутникового моніторингу поверхневих вод Світового океану); про походження видів (розроблені на основі досліджень відомих орнітологів на Галапагоських островах, герпетологів – на Карибських островах). Якісні фільми занурюють глядача у світ наукових досліджень, формують повагу і захоплення працею науковців. До прикладу, з еволюційної біології з питання щодо коєволюції популяцій людей і домашніх тварин пропонується короткий фільм про споживання молока людиною і випадки лактозної інтолерантності з поясненням ролі фермента лактази у засвоєнні молочних продуктів. Далі здобувачам освіти пропонується на основі конкретних даних скласти карту поширення лактазної персистентності і зробити відповідні висновки. Далі за генеалогічними схемами пропонується визначити як успадковується лактазна персистентність і лактозна інтолерантність. На завершення пропонується проаналізувати певні нуклеотидні послідовності геномів осіб, позначених на генеалогічних схемах, і визначити, які саме мутації, і в яких нуклеотидних послідовностях (послідовностях структурних генів чи регуляторних ділянок) призвели до формування лактазної персистентності і закріпилися у відповідних популяціях⁵². Не менш цікаві навчально-наукові матеріали, що сприяють розумінню адаптивного характеру еволюційних процесів, в т. ч фільми, матеріали для аналізу нуклетидних послідовностей, з екології, запропоновано для вивчення видоутворення в процесі освоєння ящірками Карибських островів. Крім того, даний ресурс має ефективні мотивуючі завдання

⁵⁰ Educational games and animated interactives. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://educationalgames.nobelprize.org/educational/>

⁵¹ Scientific and educational platform LabXchange. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.labxchange.org>

⁵² Pedigrees and the Inheritance of Lactose Intolerance. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/pedigrees-and-inheritance-lactose-intolerance>

для організації дослідницької діяльності здобувачів освіти як під час традиційних занять, так і в режимі онлайн.

За словами розробників Ricochet Science, цей освітній ресурс гарантує вільний доступ кожного до корисних наукових знань, тому що місія Ricochet Science – надавати актуальні та доступні наукові дослідження та новини для людей різного віку, статі та походження, які спонукають «думати про науку по-новому та інноваційно»⁵³. Овітній ресурс Ricochet Science містить найновіші цікаві наукові і науково-популярні статті, та декілька десятків коротких анімацій з різних розділів біології, що візуалізують складні біологічні процеси і явища: механізми роботи ферментів, клітинного дихання, функціонування Na⁺/K⁺ помпи, формування йонних та ковалентних зв'язків, реплікації ДНК тощо. До анімацій пропонується якісний англomовний супровід, в т.ч. й у вигляді титрів, що, у свою чергу, стимулює засвоєння міжнародної наукової біологічної лексики. За необхідності здобувач освіти може скористатися функцією автоматичного перекладу титрів.

На головній сторінці веб-сайту навчальних інтерактивних ігор Nobel Prize Outreach зазначено: «Не потрібно бути генієм, щоб зрозуміти творчість нобелівських лауреатів. Ці навчальні ігри та анімаційні інтерактиви, розроблені на основі відкриттів, відзначених Нобелівськими преміями, навчать і надихатимуть вас, поки ви розважаєтесь»⁵⁴. Навчальні ігри, розміщені на даному веб-сайті створені між 2001 і 2012 роками. Більшість ігор не оновлювалися з моменту випуску (включно з можливими змінами наукових фактів) і надаються «як є». Деякі з ігор запускаються в сучасних браузерах без необхідності будь-якого плагіна (або як нова версія, або за допомогою Ruffle), але для багатьох ігор потрібен Adobe Flash Player. Без плагінів працюють ігри: Blood Typing, Pavlov's Dog, Control of the Cell Cycle, Vitamin B. Потребують плагіна Flash ігри: Split Brain Experiments, DNA – the Double Helix, Immune Responses, The PCR Method – a DNA Copying Machine, Electrocardiogram – ECG, The Cell and its Organelles, Nerve Signaling.

До прикладу, перша версія «The Blood Typing Game» була переможцем 2012 р. в категорії «Найкраща гра» за версією Swedish Learning Awards. Другу версію гри у 2021 р. створила команда співробітників JPMorgan Chase technology⁵⁵. Гра має мінімалістичний, але водночас добре продуманий захоплюючий графічний дизайн, який

⁵³ Educational resource of a multimedia campaign Ricochet Creative Productions. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.ricochetscience.com/>

⁵⁴ Educational games and animated interactives. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://educationalgames.nobelprize.org/educational/>

⁵⁵ Навчальна гра «Визначення груп крові. Переливання крові». Режим доступу: <https://educationalgames.nobelprize.org/educational/medicine/bloodtypinggame/>

викликає бажання дізнатися, як визначити групи крові систем ABO та Резус, чим ці групи крові відрізняються, які з них сумісні для переливання. У грі дозволено три спроби.

Інша гра «Control of the Cell Cycle» має детальне пояснення⁵⁶. У довідці про гру наводиться мета у вигляді запитань, на які здобувач освіти отримає відповіді, зігравши у гру, а саме: «Що відбувається під час мітозу? Що відбувається в організмі, коли гине клітина? Як організм «дізнається коли утворювати нові клітини»? Яка послідовність процесів під час поділу клітини, та що «гарантує, що не станеться нічого поганого»? Як може утворитися ракова пухлина?» Зауважується, що успішно зіграти в гру можна, якщо здобувач освіти знає фази клітинного циклу. Якщо ж ні, то йому рекомендується переглянути інформацію про клітинний цикл, наведену у вступі, та чорно-білий відеоролик про поділ клітини. Вказується, що здобувач освіти буде «наглядачем поділу клітини всередині ядра» і тому повинен керувати процесом. Причому, якщо буде керувати неправильно, то клітина буде знищена, і гру доведеться починати спочатку.

Науково-освітня онлайн-платформа LabXchange створена науковцями Гарвардському університету за підтримки Amgen Foundation, і запущена у січні 2020 року⁵⁷. За словами розробників LabXchange заснована на принципі, що здобувачі освіти в усьому світі заслуговують на рівні можливості для успіху в освіті і науці, що стались безперервного освітнього процесу є основною турботою, і що створений цей ресурс перш за все задля підтримки спільнот, які постраждали від війн, глобальних пандемій, соціальної нерівності.

На нашу думку, онлайн-платформа LabXchange поєднує в собі всі потрібні інструменти для високоякісної наукової освіти з біології, використовуючи які учителі і здобувачі освіти можуть здобувати і доповнювати знання на сучасному науковому рівні, паралельно розвиваючи наукову грамотність, критичне мислення, креативність та самостійність. Порівняно з вищеописаними OER важливою перевагою LabXchange є те, що серед 15 мов, які підтримує платформа, є українська мова.

За темою «Біологічні науки» LabXchange включає контент з: біотехнології, біоінженерії, біохімії, молекулярної біології, генетики, мікробіології, вірусології, клітинної біології, синтетичної біології, імунології, ботаніки, зоології, еволюційної біології тощо⁵⁸.

⁵⁶ Навчальна гра «Контроль клітинного циклу». Режим доступу: <https://educationalgames.nobelprize.org/educational/medicine/2001/index.php>

⁵⁷ Scientific and educational platform LabXchange. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.labxchange.org>

⁵⁸ Scientific and educational platform LabXchange. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.labxchange.org>

Наповнювачами контенту з біологічних наук і партнерами LabXchange є: науково-освітня програма біотехнологічної кампанії Amgen – Amgen Biotech Experience⁵⁹, проєкт Гарвардської медичної школи Personal Genetics Education Project (pgED, 2006), перейменованій у Personal Genetics Education & Dialogue (PGED, 2024)⁶⁰, Wellcom Genom Campus, що фінансується Wellcome Sanger Institute, що знаходиться у Кембриджширі⁶¹, iBiology Courses – онлайн-система навчання, розроблена за підтримки Національного інституту загальних медичних наук⁶², проєкт BioVisions at Harvard University, створений за підтримки медичного інституту Говарда Хьюза⁶³, The Concord Consortium – некомерційна освітня науково-дослідна організація (м. Конкорді, Массачусетс, і Ель-Серріто, Каліфорнія, США) з розробок у галузі STEM-освіти⁶⁴, проєкт з інтерактивного моделювання PhET Університету Колорадо в Боулдері (США)⁶⁵, канал Science In Real Life⁶⁶, лабораторія The Sabeti Laboratory Інституту Брод Гарварду та Массачусетського технологічного інституту⁶⁷, бібліотека уроків Академії Хана,⁶⁸ навчальний ресурс із курсів Biology for AP®, створений OpenStax⁶⁹, національний інститут досліджень геному людини – National Human Genome Research Institute (NHGRI)⁷⁰ та інші.

Науково-освітня платформа LabXchange включає такі типи цифрового контенту: «Текст», «Запитання та набори запитань», «Відео, зображення та аудіо», «Моделювання», «Інтерактиви», «Кластер», «Дорожня карта», «Навчальний посібник».

«Текст» містить коротку навчальну інформацію з вказанням наукових джерел, з яких вона взята.

«Запитання і набори запитань» – контент, який дозволяє здобувачу освіти перевірити, наскільки добре він розуміє навчальну тему. Найвні три формати запитань: тестові – з вибором однієї правильної відповіді із декількох запропонованих та з множинним вибором, і короткою відповіддю. Причому, здобувач освіти може вибирати нові відповіді

⁵⁹ Amgen Biotech Experience URL: https://www.amgenbiotechexperience.com/sites/default/files/abe_sg_all_sequences_2019_final.pdf

⁶⁰ Personal Genetics Education & Dialogue. URL: <https://pged.org>

⁶¹ Wellcom Genom Campus. URL: <https://www.yourgenome.org>

⁶² iBiology Courses. URL: <https://courses.ibiology.org/catalog/LE/SP/>

⁶³ BioVisions at Harvard University. URL: <http://biovisions.mcb.harvard.edu>

⁶⁴ The Concord Consortium. URL: <https://concord.org/about/>

⁶⁵ PhET. URL: <https://phet.colorado.edu>

⁶⁶ Science In Real Life. URL: https://www.youtube.com/channel/UCSarDm_DBa-OiD9M7iWLcpA

⁶⁷ The Sabeti Laboratory. URL: <https://www.sabetilab.org>

⁶⁸ Бібліотека уроків Академії Хана. URL: <https://www.khanacademy.org>

⁶⁹ OpenStax. URL: <https://openstax.org/details/books/biology-ap-courses>

⁷⁰ National Human Genome Research Institute. URL: <https://www.genome.gov>

доти, доки не отримає правильну, і в процесі йому буде надаватися певна інформація або роз'яснення, якщо він буде обирати неправильну відповідь. Якщо кількість спроб для відповіді обмежена, це буде зазначено.

Учитель може створювати із запропонованих запитань власні «дорожні карти», для пояснення правильних і неправильних відповідей, може створити «відгук», може створити підказки, щоб направляти здобувачів освіти до правильної відповіді. Також учитель може використовувати даний інструмент під час пояснення нового матеріалу, щоб акцентувати важливі моменти теми, а також для диференційного оцінювання знань здобувачів освіти, встановлюючи обмеження кількості спроб відповіді і розподіл балів.

Інструменти «відео, зображення та аудіо» – медіаконтент для покращення доступності навчального матеріалу.

«Моделювання» або симуляція – контент для проведення експериментів у віртуальному середовищі. Включає віртуальний блокнот, який описує процес експерименту, та довідкову інформацію (описання лабораторного обладнання, цілей експерименту, того, що можна отримати різні результати, і що вони означають). В тих симуляціях, які не мають віртуального блокноту, надаються необхідні примітки в процесі виконання завдання. Є можливість перезапустити крок або всю симуляцію, якщо здобувач освіти зробив помилку, або навіть якщо просто хоче подивитися, як відбудеться експеримент з іншими вхідними даними. Чимало моделювань дозволяють передбачити результати та порівняти прогнози з результатом реального проходження, а також ідеальними результатами. Деякі моделювання дозволяють здобувачу освіти спланувати власний експеримент і надають інформацію про проблеми, з якими він може зіткнутися.

«Інтерактиви» – контент для пояснення навчальної теми за допомогою графічної анімації, що супроводжується текстом. Здобувач освіти, керуючи цим інструментом, може у власному темпі опрацювати зміст теми, зупиняючись на її деталях.

«Кластер» групує відповідну інформацію з навчальної теми в тематичний розділ. Складається кластер з набору дорожніх карт або шляхів, що є ресурсами для вивчення теми більш широко, під різними кутами, відповідно до власного стилю навчання.

«Дорожня карта» призначена для вивчення складних тем або деталізації контексту, щоб здобувач освіти міг більш глибоко зрозуміти конкретну навчальну інформацію. «Дорожня карта» включає інші типи контенту LabXchange, які називаються предметами «дорожньої карти». Учитель і здобувач освіти можуть створювати власні «дорожні карти», використовуючи як контент LabXchange, таї й інші ресурси.

«Навчальний посібник» включає все, що потрібно для вивчення теми крок за кроком. Складається він з розділів, що містять текст, мультимедіа (аудіо, відео або зображення) та посилання на відповідний контент LabXchange. Учителю може редагувати існуючі навчальні посібники і створювати власні.

До кожного типу контенту вказано освітній ресурс, на якому він створений, активні посилання на веб-сайт цього ресурсу та профіль у LabXchange.

Для прикладу наведемо характеристику контенту LabXchange, що може використовуватися у науковій освіті здобувачів загальної середньої освіти з генетики, і який включає моделювання, симуляцію, відео, інтерактиви, тематичні кейси, навчальні посібники.

За допомогою моделювання «Генетичний дрейф» (створене Biology Simulations), здобувач освіти може досліджувати, що відбувається з популяцією, яка зазнає раптового зменшення чисельності після посухи. Моделюючи генетичний дрейф здобувач освіти зможе краще зрозуміти випадкову, невибіркочку зміну частоти алелів у малочисельній популяції. До даної симуляції надаються додаткові приклади генетичного дрейфу та запитання, що знайомлять здобувача освіти з основними термінами популяційної генетики. За допомогою моделювань «Прості генетичні схрещування» та «Спадковість IV: колір очей і вушна раковина» (створені LabXchange) здобувач освіти зможе провести різноваріантні схрещування батьківських форм, що відрізняються за однією чи двома парами альтернативних ознак, і навчитися проводити елементарний статистичний аналіз результатів схрещувань.

Виконуючи симуляцію «Мутації» (створена Concord Consortium), здобувач освіти може редагувати ДНК, змінюючи усю послідовність нуклеотидів, або окремі нуклеотиди, щоб «спричинити» інсерцію, делецію, заміну. Може наочно побачити, як зміна послідовності ДНК змінює білок, чи є мутації більш шкідливі, ніж інші тощо.

Виконуючи інтерактив «Правила імовірності» (створений LabXchange), здобувач освіти знайомиться з тим, як елементи теорії імовірностей використовувати для прогнозування однієї, двох або більше незалежних подій, що відбуваються одночасно, та двох або більше взаємовиключних подій. Інтерактив «Механізм виникнення та наслідки мутацій» (створений LabXchange) допоможе здобувачу освіти зрозуміти причини виникнення місенс та нонсенс мутацій, мутацій зі зсувом та без зсуву рамки зчитування, а також те, як працює система редагування геному CRISPR-Cas9.

Коротке інтерактивне відео зі стенограмою «Від хвороби до гена» (створене The Jackson Laboratory) ознайомить здобувача освіти з

онлайн-базою даних Mendelian Inheritance in Man (OMIM). І здобувач освіти зможе попрактикуватися у використанні цієї бази даних, скориставшись активним посиланням та інструкцією. Відео «Мендель і спадковість» (створене Science Mom) пропонує здобувачу освіти за допомогою мультиплікаційних прибульців ознайомитися із законами Г. Менделя, а також дізнатися, як будувати та інтерпретувати решітку Пеннета. У відео «Грегор Мендель: батько сучасної генетики» (створене Nature League), Бріт Гарнер та її друг Адріан у режимі «живої лекції» розкажуть здобувачу освіти про історію відкриття Г. Менделем дискретності спадковості. Переглянувши ряд відео з аудіосупроводом схематичних зображень на дошці (створені Khan Academy), здобувач освіти дізнається, як використовувати решітку Пеннета для розрахунку імовірності різних фенотипів при дигібридних схрещуваннях, при неповному домінуванні, кодомінуванні та множинному алелізмі, при успадкуванні, зчепленому зі статтю; про те, що таке частота алелів і чим вона відрізняється від частоти генотипу; як складати і аналізувати родоводи та встановлювати імовірності прояву рецесивної та зчепленої зі статтю ознаки у поколіннях.

Краще зрозуміти основні поняття класичної генетики, зокрема, що таке: ознака, альтернативні ознаки, домінантні та рецесивні ознаки, генотип, фенотип, гетерозиготні та гомозиготні генотипи, здобувач освіти зможе скориставшись контентом «Дорожня карта», що складається з відео «Вступ до спадковості» (створене Khan Academy) та зображення, що демонструє приклади різних фенотипів і генотипів дроздофілі (створене National Human Genome Research Institute).

З контенту «Тематичні кейси» цікавими для здобувачів освіти будуть кейси «Зв'язки між генами та ознаками» та «Використання CRISPR Cas9 для лікування раку». Структура тематичного кейсу «Зв'язки між генами та ознаками» представлена довідкою «Чому ліки по-різному впливають на людей?», оглядами «Що таке ген?» і «Який зв'язок між генами та ознаками?», коннектом «Який зв'язок між генами та ліками?», рецензією «Що ще може вплинути на наші риси характеру?». Контент даного кейсу складається: зі статті Лізи Бреймен (Smithsonian.com, 7 травня 2010 р.), про те, як середовище ще до народження може впливати на людину; із запитань, на які здобувач освіти повинен відповісти, прочитавши статтю «Як дієта матері може вплинути на смаки дитини? Яку роль відіграє навколишнє середовище у харчових уподобаннях людини?»; із зображення гена (створене National Human Genome Research Institute); з відео «Як той самий генотип може спричинити варіювання фенотипу залежно від середовища» (створене Khan Academy), в якому наводиться приклад двох астронавтів, що є монозиготними близнюками.

Тематичний кейс «Використання CRISPR Cas9 для лікування раку» містить статтю про використання технології CRISPR Cas9 для створення моделей пухлин, щоб здобувач освіти міг краще зрозуміти, які гени відповідають за виникнення та прогресування ракової пухлини, і як ці знання можуть бути використані для розробки терапії, спрямованої на ці гени; про те, що існують різні типи імунотерапії раку, такі як інженерна TCR-терапія та CAR-T-клітинна терапія, що CRISPR має потенціал для вдосконалення цих методів лікування, щоб вони були більш точними, ефективними та доступними. Також у статті обговорюються виклики, які необхідно подолати, щоб зробити лікування раку на основі CRISPR доступним у клініках, і розробити майбутні протоколи лікування раку з використанням цієї технології. Примітно, що автором цієї статті є Андрада Дюрантел – учениця 12 класу, яка вивчає біологію, хімію, математику у лондонській Школі для дівчат Святого Павла (стаття викладена в тому ж вигляді, як і опублікована у *Young Scientists Journal*).

В контенті «Навчальні посібники» представлені два проекти «Досліджуйте генетику прибульців» (створений Science Buddies) та «Генетика з доктором Еріком Андерсеном» (створений Futurum Careers). «Досліджуйте генетику прибульців» – проект, виконання якого передбачає, що здобувач освіти повинен змодельовати інопланетяно-немовлят, щоб показати, як гени передаються від батьків до їхніх нащадків. Загальний час на виконання проекту становить 30–45 хвилин. Необхідні матеріали: таблиця генотипів прибульців і таблиця фенотипів прибульців, кольоровий папір (помаранчевий і зелений повинен бути обов'язково), ножиці, скоч, клей, фломастери, олівці або кольорові ручки, простий олівець, дві монети. Здобувач освіти може намалювати немовлят-інопланетян, тоді папір, ножиці, скотч і клей не потрібні.

Здобувач освіти спочатку повинен подивитися анімаційне відео (створене Science Buddies), яке ілюструє зміст проекту, а потім за детальною покроковою інструкцією повинен виконати моделювання, відповідаючи одночасно на запитання і пояснюючи результати. По завершенню моделювання здобувач освіти повинен прочитати наукове пояснення, щоб більш глибоко зрозуміти, чому біологічні брати і сестри так схожі. Для продовження дослідження здобувачу освіти пропонується створити ще одне покоління інопланетян з одного з малюків, яких він створив, та іншого інопланетянина з випадковим генотипом, потім скласти родовід цієї прибульської родини та простежити індивідуальні риси її членів в різних поколіннях, потім «ввести» випадкову мутацію в геном малюка-інопланетянина, яка спричинить появу нової риси, якої раніше не було (до прикладу, блакитного кольору очей, трьох очей тощо), потім створити більше

покоління прибульців і дізнатися, як мутація передається в поколіннях, потім змінити генотипи батьків-прибульців, до прикладу так, щоб один з них мав лише рецесивні алелі, а інший домінуючі, і дізнатися, як це позначиться на фенотипах і генотипах нащадків.

Другий проєкт – «Генетика з доктором Еріком Андерсеном», пропонує здобувачу освіти: зануритися у світ аскарид; дослідити їхню неймовірну адаптивність, генетичну подібність до людини та роль у розвитку генетичних досліджень; приєднатися до доктора Андерсена в зборі диких нематод; дізнатися більше про це дослідження, прочитавши статтю і переглянувши відео про важливість різноманітності нематод для вивчення біології та еволюції. В якості додаткового завдання здобувачу освіти пропонується відвідати веб-сайт лабораторії (<https://andersenlab.org/Outreach/>), щоб отримати інструкції щодо того, як збирати, зберігати та надсилати зразки нематод доктору Андерсену, щоб допомогти розвивати генетичні дослідження і можливо навіть відкрити новий вид нематод; щоб переглянути Wormbook (<http://www.wormbook.org/>), якщо цікаво дізнатися більше про дослідження *C. elegans*.

Інтеграція в освітній процес в Україні відкритих міжнародних освітніх ресурсів з біології, переважно англомовних, це не лише можливість здобувачу загальної середньої освіти отримати безкоштовний доступ до високоякісної наукової освіти, зануритись у діяльність, яка неможлива за реальних умов і отримати досвід, що максимально відповідає реальному, а й можливість опанувати іншомовну наукову лексику та вдосконалити володіння англійською мовою в цікавій неформальній формі. А це є одним з обов'язкових результатів навчання у закладах загальної середньої освіти та однією з ключових компетентностей Нової Української школи. Назва цієї компетентності «Спілкування іноземними мовами», зміст цієї компетентності: «Уміння належно розуміти висловлене іноземною мовою, усно і письмово висловлювати і тлумачити поняття, думки, почуття, факти та погляди (через слухання, говоріння, читання і письмо) у широкому діапазоні соціальних і культурних контекстів»⁷¹.

Порівняно з тисячами міжнародних відкритих освітніх ресурсів з біології, в Україні їх розробка та просування лише започатковані. Серед масових вітчизняних ОЕР, доступних для наукової освіти з біології

⁷¹ Нова Українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [nova-ukrainska-shkola-compressed PDF](http://nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf) (mon.gov.ua)

учителям і здобувачам загальної середньої освіти рівня стандарту і профільного рівня, зокрема, EdEra⁷² та Prometheus⁷³.

EdEra (Education Era) – українська платформа-студія онлайн-освіти. Платформа пропонує онлайн-курси, спецпроекти, інтерактивні підручники та освітні блоги. На платформі є курси з екології як від українських науковців, так і від міжнародних вчених. Більшість курсів є безкоштовними та надають сертифікати після завершення навчання. Також є гарна бібліотека з сучасними підручниками.

Prometheus – українська платформа масових відкритих онлайн-курсів, що надає можливість переглядати на безоплатній основі навчальні курси університетського рівня від викладачів Київського національного університету ім. Т. Шевченка, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Києво-Могилянської академії та інших закладів вищої освіти. На платформі є курс з гістології, курси, присвячені сучасним проблемам охорони природи, природокористування.

Науково-освітні онлайн-платформи вітчизняного виробництва для наукової освіти з біології здобувачів загальної середньої освіти, цифровий контент яких подібний до вищеописаних міжнародних, наразі взагалі відсутні. Однак, серед вітчизняних ОЕР є ряд досить цікавих науково-освітніх ресурсів з біології, що можуть використовуватися учителями і здобувачами загальної середньої освіти, зокрема: сайт «nauka.ua»⁷⁴ з однойменним youtube-каналом⁷⁵, сайт «Моя наука»⁷⁶ з самостійними веб-проєктами «Київський клуб «Еволюція»⁷⁷, «Molecula.club»⁷⁸, з youtube-каналами «Цікава наука»⁷⁹,

⁷² Українська студія онлайн-освіти EdEra. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ed-era.com/>

⁷³ Українська освітня платформа Prometheus. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://prometheus.org.ua/>

⁷⁴ Сайт «nauka.ua». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nauka.ua/category/biologiya>

⁷⁵ Ютуб-канал «nauka.ua». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/@naukaua/videos>

⁷⁶ Сайт «Моя наука». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://my.science.ua/>

⁷⁷ Проєкт «Київський клуб «Еволюція». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://my.science.ua/category/evolution-club/>

⁷⁸ Проєкт «Molecula.club». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.molecula.club/>

⁷⁹ Ютуб-канал «Цікава наука». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/cikavanauka>

«Довколаботаніка»⁸⁰, науково-популярний проєкт «Дійсна наука»⁸¹ та ін., лекторію «Наукові зустрічі/Scientific meetings»⁸² тощо.

Сайт «nauka.ua» – найбільше українськомовне науково-популярне електронне видання, що висвітлює найсвіжіші новини науки, зокрема й біології, опубліковані у оригінальних статтях авторитетних наукових журналів. Аудіовізуальний контент розміщений на youtube-каналі сайту.

Сайт «Моя наука» існує як спільний проєкт сайту science.ua з ініціативною групою вчених НАН України, як майданчик, на якому діючи українські вчені та викладачі можуть ділитись із користувачами сайту цікавими науковими фактами, розповідати про нові успіхи української та світової науки, повідомляти про майбутні лекції, екскурсії та інші науково-популярні заходи. Причому, користувачі сайту мають оперативний зворотній зв'язок – можливість задати запитання науковцю і отримати на нього відповідь. На сайті є окремий розділ «Біологія».

Контент веб-проєкту «Київський клуб «Еволюція» висвітлює сучасні проблеми еволюційної біології, веб-проєкт «Molecula.club – молекулярна медицина для всіх» – лекторій про передові досягнення медицини.

На youtube-каналі «Цікава наука» представлена добірка пізнавальних відеосюжетів, зокрема інтерактивні та анімаційні фільми і короткі відео, адаптовані з іноземних джерел під українськомовного користувача, на різні наукові теми. У папці на плейлесті «біологія» розміщені 3–7-хвилинні відеофрагменти, що зрозуміло і цікаво пояснюють певний біологічний процес або явище.

На youtube-каналі «Довколаботаніка» небанально про ботаніку розповідає кандидат біологічних наук Олексій Коваленко. Контент каналу – цікаві тематичні випуски й дайджести свіжих новин про світ рослин і не тільки.

«Дійсна наука» – науково-популярний проєкт у форматі лекцій як майданчик для спілкування науковців з широкою аудиторією. Мета проєкту – популяризація науки, зокрема й біології, і ознайомлення всіх бажаючих із найбільш цікавими науковими досягненнями, залучення до наукових дискусій та взаємодії. Лекції фіксуються на відео та поширюються онлайн, зокрема на youtube-каналі. В рамках проєкту «Дійсна наука для школярів» проводяться лекції для школярів від

⁸⁰ Ютуб-канал «Довколаботаніка». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dovkolabotanika.com.ua>

⁸¹ Проєкт «Дійсна наука». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://realscience.org.ua/>

⁸² Лекторій «Наукові зустрічі / Scientific meetings». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/channel/UC0dqhipZiY3tQjvVQU2QLpw>

провідних науковців. Лектори адаптують матеріали так, щоб максимально зацікавити аудиторію школярів своєю темою та захопити наукою. На данному сайті можна знайти інформацію про лекторів, про лекції, які вони пропонують, а також є можливість забронювати відповідну лекцію. В рамках проекту «Майбутня наука» здобувач освіти може поспілкуватися зі справжніми науковцями, задати їм найцікавіші питання: що вони досліджують, з якими проблемами і загадками стикаються, які найновіші досягнення має їхня галузь науки?

Лекторій «Наукові зустрічі/Scientific meetings» створений з метою ознайомлення широкої громадськості зі світовою наукою та досягненнями вчених України для зміни наукової політики держави. Проєкт створено молодими вченими НАНУ. Основні наукові напрями з біології: здоров'я та медицина, біотехнології та їх практичне використання. Серед форматів роботи лекторію є онлайн-лекції та відеозаписи лекцій.

Отже, розробка українських платформ з цифровим контентом для наукової освіти здобувачів загальної середньої освіти, зокрема й з біології, є актуальним завданням для вітчизняних науковців і практиків. Про те, що це завдання державної важливості свідчить присудження у 2021 р. премії президента України колективу фахівців – Бабійчук С. М. (кандидат педагогічних наук, завідувач лабораторії Національного центру «Мала академія наук України»), Поповій М. А. (кандидат технічних наук, завідувач відділу Національного центру «Мала академія наук України»), Приходнюку В. В. (кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Національного центру «Мала академія наук України») та Свириденку Д. Б. (доктор філософських наук, професор Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова) за роботу «Наукова освіта на засадах цифровізації суспільства. Теорія і практика» (реєстраційний номер М 46, галузь «Суспільні і гуманітарні науки»)⁸³.

Робота спрямована на вирішення проблеми реалізації та забезпечення навчально-пізнавальної діяльності учнівської молоді у науково-освітньому форматі засобами знання-орієнтованої мережецентричної когнітивної освітньої веб-платформи (трансдисциплінарного кластеру знань). Для її реалізації створені предметні інтерактивні освітні системи знань (тематичні додатки), що забезпечують повне розкриття положень навчальних програм наукової освіти, засобами вербально-активних когнітивних сервісів: семантичного аналізу контенту науково-освітніх матеріалів, їх

⁸³ Премії президента, 2021. Наукова освіта на засадах цифровізації суспільства. Теорія і практика. URL: <http://www.kdpu-nt.gov.ua/uk/content/naukova-osvita-na-zasadah-cyvrovizaciyi-suspilstva-teoriya-i-praktyka>

структуризації, виявлення критеріїв вибору науково-освітнього контенту, оцінювання науково-освітньої діяльності, агрегованого відображення відповідного контенту науково-освітніх матеріалів та їх міжконтекстних зв'язків засобами онтологічного інтерфейсу, у форматі якого реалізуються сценарії навчально-дослідницької діяльності та взаємодії⁸⁴.

В роботі визначені методологічні, теоретичні, концептуальні основи наукової освіти. Представлено трансдисциплінарний кластер знань наукової освіти на засадах реалізації трансдисциплінарної парадигми сучасних освітніх процесів когнітивними сервісами, що забезпечують перетворення довільного наукового і освітнього документу на інтерактивну форму та формування освітніх інтерактивних систем знань з навчальних дисциплін у форматі єдиного інформаційно-освітнього простору. В роботі зазначено, що

науково-освітній формат діяльності учнів в середовищі трансдисциплінарного кластеру знань забезпечує формування в їх свідомості стійкої понятійної системи, яка здатна об'єктивно відображати науково-обґрунтовану модель картини світу.

Варто також зазначити, що використання спеціальних електронних освітніх середовищ, в т. ч. й відкритих електронних ресурсів, для залучення здобувачів загальної середньої освіти – представників нового цифрового покоління, в процес наукової освіти забезпечує розвиток у них інформаційно-цифрової компетентності, яка «передбачає впевнене, і водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією», «інформаційну й медіаграмотність», «розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо)»⁸⁵.

ВИСНОВКИ

Багатогранність поняття «наукова освіта» робить його об'єктом комплексного вивчення з різних позицій, хоча у світовому та вітчизняному освітньому дискурсі наукова освіта все частіше трактується як освітня концепція, націлена на синергію освіти і науки, що базується на цілеспрямованій, переважно дослідницькій діяльності

⁸⁴ Презентація роботи «Наукова освіта на засадах цифровізації суспільства. Теорія і практика». URL: http://www.kdpunt.gov.ua/sites/default/files/work_files/naukova_osvita_na_zasadah_cyfroviiza_ciyi_suspilstva._teoriya_i_praktyka.pdf

⁸⁵ Нова Українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. [Електронний ресурс]. Режим доступу: nova-ukrainska-shkola-compressed PDF (mon.gov.ua)

з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності здобувачів загальної середньої освіти.

Відповідно до викликів та вимог сьогодення беззаперечним є факт, що наукова освіта є світовим трендом інновацій та реформування вітчизняної системи загальної середньої освіти. З метою реалізації завдань наукової освіти та Нової Української школи щодо навчання здобувачів загальної середньої освіти різноманітним способом здобуття нових знань сучасного наукового рівня, формування наукового типу мислення та розширення і поглиблення наукової картини світу, доцільним є використання в освітньому процесі відкритих електронних ресурсів.

Серед міжнародних відкритих освітніх електронних ресурсів, створених науковцями, і доступних для наукової освіти з різних біологічних наук українським учителям і здобувачам загальної середньої освіти старшої школи: hhmiBiointeractive, Ricochet Science, Nobel Prize Outreach, LabXchange.

Науково-освітні онлайн-платформи вітчизняного виробництва подібні до них наразі відсутні, хоча можуть використовуватися для наукової освіти з біології у старшій школі такі вітчизняні цифрові ресурси, як сайт «наука.ua» з однойменним youtube-каналом, сайт «Моя наука» з самостійними веб-проєктами «Київський клуб «Еволюція», «Molecula.club», з youtube-каналами «Цікава наука», «Довколаботаніка», науково-популярний проєкт «Дійсна наука», лекторій «Наукові зустрічі/Scientific meetings».

АНОТАЦІЯ

В українському вимірі розглянуто сутність світового дискурсу щодо тлумачення поняття «наукова освіта» та потенціалу наукової освіти для формування у здобувачів загальної середньої освіти комплексу «навичок XXI століття». Не претендуючи на вичерпність проаналізовано ряд міжнародних та вітчизняних відкритих електронних освітніх ресурсів, доступних для наукової освіти з біології у старшій школі, щоб посилювати допитливість здобувачів освіти, спираючись на їхню природну схильність до пізнання природи, щоб вони могли здобувати знання сучасного наукового рівня шляхом активної діяльності, яка викликає позитивну емоційну реакцію і мотивує до подальшого навчання. Зазначено, що розробка українських платформ з цифровим контентом для наукової освіти здобувачів загальної середньої освіти, зокрема й з біології, є актуальним завданням для вітчизняних науковців і практиків.

Жірептары

1. Amgen Biotech Experience URL: https://www.amgenbiotechexperience.com/sites/default/files/abe_sg_all_sequences_2019_final.pdf
2. BioVisions at Harvard University. URL: <http://biovisions.mcb.harvard.edu>
3. Bybee R. The new transformation of science education. *Science Education*, 1977. Vol. 61, Issue 1. P. 85–97. DOI: 10.1002/sce.3730610110
5. Coursera. Online Courses – Credentials From Top Educators. URL: <https://www.coursera.org/collections/popular-free-courses>
6. Educational games and animated interactives. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://educationalgames.nobelprize.org/educational/>
7. Educational resource of a multimedia campaign Ricochet Creative Productions. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.ricochetsscience.com/>
8. edX. Online courses from the world's best universities. URL: <https://www.edx.org/>
9. European Commission. Science Education for Responsible Citizenship. 2015. P. 8–11. URL: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf
10. Framework for 21st century learning. URL: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
11. Howard Hughes Medical Institute (HHMI) online educational platform. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.biointeractive.org/about>
12. Hylan Jan. Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources. *OECD Publishing* 2007. P. 30. DOI: 10.1787/9789264032125-en.
13. iBiology Courses. URL: <https://courses.ibiology.org/catalog/LE/SP/>
14. McComas W. The Language of Science Education: An Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers. 2014. 124 p.
15. National Human Genome Research Institute. URL: <https://www.genome.gov>
16. OpenStax. URL: <https://openstax.org/details/books/biology-ap-courses>
17. Open Yale Courses. URL: <https://oyc.yale.edu/>
18. Pedigrees and the Inheritance of Lactose Intolerance. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/pedigrees-and-inheritance-lactose-intolerance>
19. Personal Genetics Education & Dialogue. URL: <https://pged.org>
20. PhET. URL: <https://phet.colorado.edu>

21. Scientific and educational platform LabXchange. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.labxchange.org>
22. Science In Real Life. URL: https://www.youtube.com/channel/UCSarDm_DBa-OiD9M7iWLcpA
23. Sophie Touze. Open Educational Resources in France: Overview, Perspectives and Recommendations. *UNESCO Institute for Information Technologies in Education* 2014. 104 p.
24. Susan C. Science Education as Conceptual Change. *Journal of Applied Developmental Psychology*. 2000. № 21. P. 13–19.
25. The Concord Consortium. URL: <https://concord.org/about/>
26. The Sabeti Laboratory. URL: <https://www.sabetilab.org>
27. Wellcom Genom Campus. URL: <https://www.yourgenome.org>
28. Александрова Ю. М. Наукова освіта, STEM та STEAM: до питання термінологічної взаємодії. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*. 2021. 38 (11–12). С. 76–84.
29. Бабійчук С. Наукова освіта як педагогічний концепт. *Молодь і ринок*. 2018. № 2. С. 60–63.
30. Бабійчук С. Педагогічна концепція «наукова освіта». *Освітній дискурс*. 2020. Вип. 23. С. 14–21.
31. Бібліотека уроків Академії Хана. URL: <https://www.khanacademy.org>
32. Віртуальний освітній портал MyEducationKey. URL: www.myeducationkey.com
33. Гальченко М. Метод наукової освіти. *Наукове пізнання: методологія та технологія. Філософія*. 2021. Вип. 1. С. 29–34. DOI: <https://doi.org/10.24195/sk1561-1264/2021-1-5>
34. Гальченко М. Концепт наукової освіти: сенс і призначення в сучасному світі. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2021. Вип. 1. С. 70–75.
35. Гриневич Л., Морзе Н., Бойко М. Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 77. № 3. С. 1–26.
36. Довгий С. Щодо стану та перспектив розвитку наукової освіти в Україні (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 11 вересня 2019 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2019. № 10. С. 24–30.
37. Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
38. Ковальова О. Проблемні питання ідентифікації наукової освіти в українській педагогічній науці. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2020. Вип. 2. С. 144–151.

39. Кубальський О. Впровадження в університетах наукової освіти і залучення талановитої молоді до науки. Глобальні стратегії науки та освіти *Філософія освіти*. 2022. 28 (2). С. 118–128.

40. Ласкова-Ярмоленко А. О. Наукова освіта як основа формування життєвої компетентності молоді в умовах трансформації суспільства. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2021. № 2 (81). С. 52–56.

41. Лекторій «Наукові зустрічі/Scientific meetings». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/channel/UC0dqhipZiY3tQjvVQU2QLpw>

42. Міленіна М. Наукова освіта: діахронія та потенціал у глобальному вимірі. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2021. Вип. 1. С. 22–29.

43. Навчальна гра «Визначення груп крові. Переливання крові». Режим доступу: <https://educationalgames.nobelprize.org/educational/medicine/bloodtypinggame/>

44. Наказ Міністерства освіти і науки, молоді і спорту України «Про затвердження Положення Про електронні освітні ресурси» від 01.10.2012 № 1060. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12#n13>

45. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи / [упоряд. Гриневиц Л., Елькін О., Калашнікова С., Коберник І., Ковтунець В., Макаренко О., Малахова О., Нанаєва Т., Усатенко Г., Хобзей П., Шиян Р. ; за заг. ред. Грищенка М.]. 2016. 40 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>

46. Півненко Ю. В., Стадніченко К. В. Особливості застосування електронного освітнього контенту в умовах сучасної освіти. *Інноваційна педагогіка*. 2023. Вип. 61. Т. 2. С. 215–221.

47. Поліхун Н., Сліпухіна І., Чернецький І. Наукова освіта як інновація в системі освіти України. *Наукові записки Центрально-українського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*. 2018. Вип. 168. С. 186–189.

48. Презентація роботи «Наукова освіта на засадах цифровізації суспільства. Теорія і практика» URL: http://www.kdpunt.gov.ua/sites/default/files/work_files/naukova_osvita_na_zasadah_cyfrovizaciyi_suspilstva._teoriya_i_praktyka.pdf

49. Премії президента, 2021. Наукова освіта на засадах цифровізації суспільства. Теорія і практика. URL: <http://www.kdpunt.gov.ua/uk/content/naukova-osvita-na-zasadah-cyfrovizaciyi-suspilstva-teoriya-i-praktyka>

50. Проєкт «Дійсна наука». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://realscience.org.ua/>

51. Проект «Київський клуб «Еволюція». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://my.science.ua/category/evolution-club/>
52. Проект «Molecula.club». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.molecula.club/>
53. Репозитарій освітніх відео лекцій VideoLectures.NET <https://videlectures.net/>
54. Радченко О., Лісничий В., Гончар А., Миненко О. Наукова Освіта як парадигма сталого розвитку України. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2022. С. 67–75.
55. Сайт «Моя наука». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://my.science.ua/>
56. Сайт «nauka.ua». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nauka.ua/category/biologiya>
57. Сергій Шкарлет: Освітні платформи Coursera та edX припиняють співпрацю з рф. [Електронний ресурс]. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/sergij-shkarlet-osvitni-platformi-coursera-ta-edx-pripinyayut-spiivpracuju-z-rf>
58. Ютуб-канал «Довколаботаніка». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dovkolabotanika.com.ua>
59. Ютуб-канал «nauka.ua». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/@nauka.ua/videos>
60. Ютуб-канал «Цікава наука». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.youtube.com/cikavanauka>

Information about the author:
Torinyk Valentyna Mikolayivna,
Associate Professor at the Department of Biology
and Biology Teaching Methodology
Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko
87, Romenska str., Sumy, 40002, Ukraine