

УДК 378.147: 372.853

DOI 10.31494/2412-9208-2023-1-1-264-278

**MEANS AND METHODS OF ASYNCHRONOUS LEARNING IN THE
PREPARATION OF NANOENGINEERS FOR PROFESSIONAL ACTIVITIES**

**ЗАСОБИ ТА МЕТОДИ АСИНХРОННОГО НАВЧАННЯ
ПРИ ПІДГОТОВЦІ НАНОІНЖЕНЕРІВ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Sergii KOVACHOV,

Graduate Student

manofinspiration@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0212-1255>

Сергій КОВАЧОВ,

аспірант

Yana SUCHIKOVA,

Doctor of Technical Sciences,

Professor

yanasuchikova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4537-966X>

Яна СИЧІКОВА,

доктор технічних наук, професор

Anastasiia POPOVA,

Candidate of Pedagogical
Sciences, Associate Professor

kovaleva.anastasia.45@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5176-0059>

Анастасія ПОПОВА,

кандидат педагогічних наук,
доцент

Ihor BOGDANOV,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Professor

naukabdpu@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6274-1969>

Ігор БОГДАНОВ,

доктор педагогічних наук,
професор

*Berdiansk State Pedagogical
University,*

✉ 4, Schmidt st., Berdiansk,
Zaporizhzhia region, 71100,
Ukraine

*Бердянський державний
педагогічний університет,*

✉ вул. Шмідта, 4, м. Бердянськ,
Запорізька обл., 71100, Україна

Original manuscript received: February 22, 2023

Revised manuscript accepted: March 13, 2023

ABSTRACT

The article is devoted to consideration of modern achievements concerning asynchronous learning technologies and the possibilities of their application in preparing future nanoengineers for productive professional activity in the modern conditions. The article examines a number of innovative technologies, including online learning, virtual and augmented reality, artificial intelligence and machine learning, blockchain technology and the Internet of Things (IoT).

The purpose of the article is to evaluate the expediency and effectiveness of these technologies in activating the training of nanoengineers for professional activities. We sought to analyze the potential advantages and disadvantages of each technology and how they can be integrated into the process of training future nanoengineers to create the latest dual-

purpose materials. The article also seeks to provide practical recommendations and ideas on the effective use of asynchronous learning in the training of future specialists in the field of nanomaterials science, especially considering the new conditions in which Ukraine has found itself. Background analysis has shown that asynchronous learning has the potential to be an effective and efficient means of delivering professional nanoengineering education, offering flexibility, scalability, and the ability to accommodate busy schedules.

The article reviews the available literature on this topic, taking into account the latest achievements and the current state of the industry. Based on the analysis and comparison of different sources, the authors come to conclusions about the potential of each technology to support asynchronous learning in the preparation of nanoengineers if it is correctly applied. The article also provides recommendations for further research in this area and for the development of more effective educational programs for future nanoengineers, which will allow them to remain competitive and ready for the challenges and opportunities of the future.

Key words: *asynchronous learning, nanoengineers, professional activity, online training, virtual and augmented reality, artificial intelligence, machine learning, blockchain technology, internet of things*

Вступ. Сьогодні ми спостерігаємо інтенсивний розвиток технологій синтезу нових наноматеріалів завдяки широкому їхньому застосуванню в різних галузях, таких, як електроніка [1 ; 2], медицина [3 ; 4], енергетика [5 ; 6] та матеріалознавство [7 ; 8]. На основі новітніх наноматеріалів створюються сонячні панелі [9], лазери [10], електронні девайси [11], косметика [12] та текстиль [13]. Знаходять вони своє застосування в автомобільній та агропромисловій галузі [14 ; 15]. Також сучасні технології подвійного і військового призначення застосовують досягнення нанотехнологічної науки, зокрема при створенні тепловізорів, портативних сонячних батарей, дозиметрів, дронів тощо [16 ; 17].

Розвиток і успішне впровадження нанотехнологій залежить не тільки від наукового прогресу, а й від кваліфікації фахівців у цій галузі [18]. Підготовка наноінженерів до продуктивної професійної діяльності є найважливішим завданням для забезпечення сталого розвитку суспільства [19].

Маємо протиріччя між наукоємними технологіями які стрімко розвиваються, та нестачею фахівців, що можуть створювати наноматеріали для приладів сучасної електроніки. Україна відчуває цю потребу ще більше, адже маємо запит на розвиток критичних технологій та технологій подвійного призначення вже сьогодні. З іншого боку, маємо констатувати, що ми опинилися в ситуації нестачі фахівців, здатних готувати майбутніх наноінженерів до продуктивної діяльності та відсутності відповідних методик їхньої підготовки [20]. Попит на відповідні спеціальності теж украй низький.

Ситуація ускладнюється ще тим, що маємо значні втрати матеріально-технічної бази університетів через руйнування, знищення та окупацію [21 ; 22]. Підготовка таких фахівців переходить в онлайн та асинхронний формат. У світі теж наявна ця проблема через пандемію COVID яка й досі триває.

Війна, з одного боку, вимагає негайної розробки нових воєнних технологій, з іншого боку – гальмує або зовсім унеможлиблює освітній

процес [23]. Руйнування, знищення наукової та освітньої інфраструктури, внутрішнє та зовнішнє переміщення викладачів і студентів, окуповані міста та релокація з них університетів, відсутність електрики та інтернету – це ті виклики, які постають перед українською системою освіти [24]. Сьогодні вже є дослідження, присвячені впливу війни на наукову та викладацьку ефективність українських викладачів [25]. Однак поки немає жодного розроблення систем, механізмів, технологій забезпечення якості підготовки фахівців до продуктивної діяльності в сучасних умовах. Тим більше, зовсім не досліджено питання підготовки наноінженерів в умовах дистанційного, змішаного навчання із застосуванням технологій синхронного та асинхронного навчання.

Взагалі, асинхронне навчання – це сучасний та ефективний метод, який дозволяє студентам обирати власний темп без обмежень, наявних у традиційному університетському підході [26]. Із зростанням популярності дистанційного навчання та зростанням потреби у висококваліфікованих спеціалістах у сфері нанотехнологій використання асинхронного навчання набуває все більшого поширення [27].

Проте впровадження асинхронного навчання в підготовку наноінженерів вимагає глибокого розуміння його переваг і обмежень, а також розроблення ефективних засобів і методів [28].

В останні роки зростає інтерес до використання асинхронного навчання як засобу підготовки наноінженерів до професійної діяльності [29]. Асинхронне навчання відноситься до навчальних методів, які дозволяють здобувачам отримувати доступ до матеріалів курсу та працювати у власному темпі та за синхронним онлайн-середовищем поза традиційною аудиторною роботою. У сфері наноінженерії цей підхід до навчання може запропонувати низку переваг.

Ця стаття має на меті надати комплексний огляд засобів і методів асинхронного навчання в підготовці наноінженерів до професійної діяльності, підкреслюється важливість урахування останніх розроблень у технологіях і методах навчання з метою підвищення якості наноінженерної освіти.

Методи та методики дослідження. Для досягнення поставленої мети був використаний метод системного аналізу; узагальнення і систематизації технологій, які можуть використовуватися при асинхронному навчанні; метод порівняння і зіставлення можливостей, переваг та недоліків технологій для асинхронного навчання.

Результати та дискусії. Окреслені у вступі цього дослідження проблеми дають чітке розуміння необхідності створення системи дистанційної профілізованої підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства до розроблення нових наноматеріалів. Вони мають важливе значення для збереження наукового потенціалу та фахівців у галузі наноматеріалознавства України, що дозволить забезпечити конкурентоздатність вітчизняних розробок у галузі критичних технологій та технологій подвійного призначення, створять

передумови для забезпечення безпеки цивільного населення і суверенних кордонів України. Також розроблення технологій дистанційного та змішаного навчання на основі застосувань сучасного профільного програмного забезпечення важливі, адже досвід пандемії COVID свідчить про те, що традиційні моделі організації освітнього та наукового процесів неефективні в нових реаліях [30]. Світ потребує гнучких та адаптивних інструментів і відповідних технологій.

Деякі з ключових способів використання нових технологій та інновацій в асинхронній освіті представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Технології, що можуть бути застосовані при асинхронному навчанні майбутніх наноінженерів

Онлайн-навчання [31]	онлайн-платформи навчання, зокрема масові відкриті онлайн-курси (МООС), можуть надати студентам доступ до широкого спектру освітніх ресурсів, включаючи онлайн-лекції, симуляції та інтерактивні засоби навчання
Віртуальна та доповнена реальність [32]	технології віртуальної та доповненої реальності можна використовувати для створення ефекту занурення в навчання, що допоможе здобувачам краще зрозуміти складні концепції та вдосконалити свої практичні навички
Штучний інтелект і машинне навчання [33]	технології штучного інтелекту та машинного навчання можна використовувати для персоналізації навчального досвіду студентів і надання їм індивідуального відгуку та підтримки
Технологія Blockchain [34]	технологію Blockchain можна використовувати для створення безпечних і прозорих записів про успішність і кваліфікацію студентів, що полегшує демонстрацію своїх навичок і кваліфікацій потенційним роботодавцям
Інтернет речей (IoT) [35]	Інтернет речей можна використовувати для створення підключених навчальних середовищ, які дозволяють майбутнім фахівцям отримувати доступ до освітніх ресурсів з будь-якого місця та в будь-який час

Таким чином, потенційна роль нових технологій та інновацій в освіті є значною та має потенціал революціонізувати спосіб підготовки майбутніх спеціалістів у галузі наноматеріалознавства. Використовуючи ці технології, заклади вищої освіти можуть надати студентам доступ до новітніх інструментів і ресурсів, допомогти розвинути свої навички та знання, підготуватися відповідно до вимог сучасного виробничого середовища.

Розглянемо ці технології більш детально.

Онлайн навчання

Онлайн навчання є перспективним підходом для підготовки фахівців у сфері нанотехнологій. Технології онлайн-навчання стосуються різноманітних цифрових інструментів і платформ, які використовуються для надання освіти та навчання через Інтернет. Ці технології включають:

- системи управління навчанням (LMS): платформи надають студентам централізований доступ до матеріалів курсу, подання завдань, проходження тестів і спілкування з викладачами та студентським середовищем;

- відеоконференції: Zoom, Skype і Microsoft Teams тощо дозволяють синхронно взаємодіяти між студентами та викладачами в реальному часі;

- віртуальні класи – платформи Blackboard Collaborate і Webex, надають віртуальні класи, де студенти можуть брати участь у живих лекціях і дискусіях;

- інтерактивний вміст: такі інструменти, як Articulate, Adobe Captivate та H5P дозволяють створювати інтерактивний вміст, наприклад тести, симуляції та ігри;

- мобільні навчальні програми, розроблені для надання освітнього контенту студентам на їхніх смартфонах або планшетах;

- соціальні навчальні мережі: платформи Edmodo та Schoology надають соціальні мережі, де студенти та викладачі можуть співпрацювати й ділитися ресурсами;

- онлайн-бібліотеки та сховища: платформи JSTOR і ProQuest надають доступ до онлайн-колекцій наукових журналів, книг та інших наукових ресурсів.

Використання цих технологій зробило революцію в галузі онлайн-навчання щодо його доступності, гнучкості та персоналізації, ніж будь-коли раніше.

До ключових переваг онлайн-навчання спеціалістів у галузі нанотехнологій можна віднести: *зручність*: онлайн-навчання надає студентам гнучкість доступу до матеріалів курсу з будь-якого місця та в будь-який час, що полегшує їм поєднання навчання з роботою та іншими зобов'язаннями; *економічна ефективність*: онлайн-навчання часто є більш рентабельним, ніж традиційне, оскільки студенти можуть отримати доступ до навчальних матеріалів і ресурсів зі свого комп'ютера чи мобільного пристрою; *доступ до ширшого спектру ресурсів*: онлайн-навчання надає студентам доступ до ширшого спектру ресурсів, включаючи онлайн-лекції, симуляції та інтерактивні засоби навчання, які можуть допомогти покращити їхній досвід навчання; *персоналізоване навчання*: онлайн-навчання можна адаптувати відповідно до індивідуальних потреб і стилів навчання студентів, надаючи їм персоналізований освітній досвід; *збільшення залученості*: онлайн-навчання може допомогти збільшити залученість і взаємодію між студентами, оскільки вони можуть брати участь в онлайн-обговореннях і співпрацювати з іншими студентами та викладачами.

Незважаючи на численні переваги, онлайн-навчання спеціалістів у галузі нанотехнологій також стикається з деякими проблемами. Деякі з ключових проблем включають:

- технічні проблеми: погане підключення до інтернету або застарілі комп'ютерні системи, які можуть спричинити збої та ускладнити студентам доступ до матеріалів курсу та ресурсів;

- обмежена взаємодія з викладачами: онлайн-навчання іноді може обмежити взаємодію між студентами та викладачами, зменшуючи можливості для студентів ставити запитання та отримувати відгуки;

- знижена мотивація: здобувачам вищої освіти може бути важко зберегти свою мотивацію та зосередженість в освітньому середовищі онлайн, особливо якщо вони не мають такого ж рівня взаємодії та залученості, як при традиційній аудиторній моделі навчання;

- обмежений практичний досвід: онлайн-навчання також може обмежити можливості студентів для отримання практичного досвіду та розвитку практичних навичок, які є важливими для нанотехнологів.

Щоб вирішити ці проблеми, можна застосувати такі рішення:

- інвестиції в технології: щоб забезпечити безперебійне онлайн-навчання, важливо інвестувати в надійні та сучасні технології, такі, як високошвидкісне підключення до інтернету, для забезпечення студентів ресурсами, необхідними для досягнення успіху;

- залучення та взаємодія: заклади вищої освіти можуть використовувати низку стратегій (онлайн-дискусійні форуми та віртуальні групові проекти), щоб збільшити залучення та взаємодію між студентами та викладачами;

- розвиток практичних навичок: щоб допомогти студентам розвинути свої практичні навички, заклади освіти можуть використовувати симуляції та інші інтерактивні інструменти або надавати можливості для отримання практичного досвіду через стажування чи практику;

- індивідуальна підтримка: щоб підтримати студентів і забезпечити їхній успіх, заклади можуть надати персоналізовану підтримку, таку як індивідуальне навчання та наставництво, щоб допомогти студентам подолати будь-які труднощі та досягти своїх цілей.

Підсумовуючи, онлайн-навчання спеціалістів у галузі нанотехнологій стикається з деякими труднощами, але їх можна подолати за допомогою впровадження ефективних рішень і зобов'язання забезпечити студентів ресурсами та підтримкою, які їм потрібні для досягнення успіху.

Технології віртуальної та доповненої реальності

Технології віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) можуть революціонізувати підготовку нанотехнологів, надати студентам захопливий практичний досвід, який допоможе їм краще зрозуміти складні концепції та розвинути практичні навички.

Деякі конкретні приклади та програми включають:

- віртуальні лабораторії: технології VR/AR можна використовувати для створення віртуальних лабораторій, де студенти проводитимуть експерименти та симуляції в безпечному та контрольованому середовищі. Наприклад, програма Virtual NanoLab надає студентам віртуальний доступ до ряду нанотехнологічних інструментів і дозволяє їм досліджувати та експериментувати з нанорозмірними матеріалами та структурами;

- підручники з доповненою реальністю: технології AR можна інтегрувати в підручники, щоб надати здобувачам більш цікавий та інтерактивний досвід підготовки. Наприклад, програма підручника AR Nanotechnology надає студентам інтерактивне моделювання та анімацію нанорозмірних матеріалів і процесів;

- віртуальні візити на сайт: технології VR/AR можна використовувати, щоб надати студентам віртуальні візити на реальні нанотехнологічні об'єкти, що дозволить їм отримати глибше розуміння застосування нанотехнологій і процесів, пов'язаних з їх розробленням;

- семінари з нанотехнологій. Технології VR/AR можна використовувати для проведення семінарів з нанотехнологій, де студенти можуть дізнатися про останні розробки та застосування нанотехнологій через цікавий та інтерактивний досвід.

Таким чином, технології VR/AR мають потенціал відігравати трансформаційну роль у навчанні нанотехнологів. Надаючи студентам захопливий практичний досвід, ці технології можуть допомогти подолати розрив між теоретичними знаннями та практичними навичками та забезпечити підготовку майбутніх нанотехнологів до продуктивної професійної діяльності.

Технології штучного інтелекту і машинного навчання

Технології штучного інтелекту (AI) і машинного навчання (ML) мають потенціал революціонізувати підготовку нанотехнологів. Ці технології можуть надати студентам інноваційні можливості навчання, які можуть допомогти покращити розуміння складних концепцій набути необхідних фахових компетентностей.

Деякі конкретні програми та рішення наведено нижче:

- Прогнозоване моделювання: AI та ML можна використовувати для створення прогнозованих моделей, які можуть допомогти нанотехнологам зрозуміти та передбачити поведінку нанорозмірних матеріалів і структур. Наприклад, моделювання на основі штучного інтелекту можна використовувати для моделювання механічних і оптичних властивостей наноматеріалів, що дозволяє студентам досліджувати та експериментувати з різними матеріалами й структурами.

- Аналіз даних. Технології AI та ML можна використовувати для аналізу великих обсягів даних, допомагаючи нанотехнологам ідентифікувати закономірності та робити прогнози щодо поведінки нанорозмірних матеріалів. Наприклад, алгоритми машинного навчання можна використовувати для аналізу даних експериментів з нанотехнологіями, надаючи студентам уявлення про властивості нанорозмірних матеріалів і процеси, пов'язані з їх розробкою.

- Персоналізоване навчання: AI та ML можна використовувати для надання персоналізованого навчального досвіду, адаптованого до потреб і здібностей окремих здобувачів. Наприклад, системи навчання на основі штучного інтелекту можна використовувати, щоб надати студентам індивідуальні відгуки та вказівки, допомагаючи їм краще зрозуміти складні концепції та вдосконалити свої практичні навички.

- Інтелектуальне оцінювання: штучний інтелект і машинне навчання можна використовувати для оцінювання навчання учнів і надання зворотного зв'язку щодо їх успішності в реальному часі. Наприклад, алгоритми машинного навчання можна використовувати для аналізу

відповідей студентів на онлайн-оцінювання, надаючи викладачам уявлення про питання, в яких студентам потрібна додаткова підтримка.

Підсумовуючи, технології штучного інтелекту та машинного навчання можуть відігравати значну роль у підготовці нанотехнологів. Надаючи студентам інноваційний досвід навчання, ці технології можуть допомогти покращити розуміння складних концепцій, покращити їхні практичні навички та забезпечити підготовку майбутніх нанотехнологів до продуктивної професійної діяльності.

Кілька конкретних прикладів, як технології AI та ML використовуються в підготовці нанотехнологів, наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Технології AI та ML у підготовці нанотехнологів

Технологія	Опис	Приклад
Віртуальні лабораторії	AI та ML можна використовувати для створення віртуальних лабораторій, які імітують експерименти з нанотехнологіями в реальному світі	Моделювання на основі ШІ можна використовувати для моделювання поведінки нанорозмірних матеріалів і структур, дозволяючи студентам досліджувати та експериментувати з різними матеріалами та структурами у віртуальному середовищі
Інтелектуальні системи репетиторства	Системи репетиторства на основі штучного інтелекту можна використовувати для надання студентам персоналізованого зворотного зв'язку та вказівок	Алгоритми машинного навчання можна використовувати для аналізу відповідей учнів на онлайн-оцінювання та надання їм цільових відгуків і ресурсів, які допоможуть їм краще зрозуміти складні поняття
Програмне забезпечення для прогнозного моделювання	AI та ML можна використовувати для розробки програмного забезпечення для прогнозного моделювання, яке можна використовувати для моделювання та прогнозування поведінки нанорозмірних матеріалів і структур	Алгоритми машинного навчання можна використовувати для розробки прогностичних моделей, які можуть допомогти нанотехнологам зрозуміти та передбачити властивості різних нанорозмірних матеріалів і процеси, пов'язані з їх розробкою
Симуляції віртуальної реальності	Симуляції віртуальної реальності можна використовувати, щоб надати студентам захоплюючий досвід навчання, який допоможе їм зрозуміти складні концепції та розвинути практичні навички	Моделювання віртуальної реальності можна використовувати для моделювання поведінки нанорозмірних матеріалів і структур, дозволяючи студентам досліджувати та експериментувати з різними матеріалами та структурами у віртуальному середовищі
Обробка природної мови	Технології обробки природної мови (NLP) можна використовувати для аналізу та розуміння великих обсягів неструктурованих даних, таких як дослідницькі роботи та наукові статті, допомагаючи студентам бути в курсі останніх розробок у сфері нанотехнологій	Алгоритми НЛП можна використовувати для отримання інформації з наукових статей і надання студентам резюме та візуалізації ключових висновків і ідей

Технології блокчейн у навчанні нанотехнологій

Технологія блокчейн, як і технології, засновані на використанні штучного інтелекту, теж має потенціал революціонізувати спосіб підготовки нанотехнологів. Забезпечуючи безпечно та прозоре управління даними та безпечну співпрацю і обмін знаннями, блокчейн може допомогти підвищити якість та ефективність освіти в галузі нанотехнологій. Крім того, блокчейн може допомогти підвищити прозорість і підзвітність закладів освіти, дозволяючи студентам і професіоналам легко перевіряти свої облікові дані та кваліфікацію.

Деякі конкретні способи використання технології блокчейн у навчанні нанотехнологів наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Способи використання технології блокчейн при підготовці нанотехнологів

Технологія	Опис	Позитивний вплив
Цифрові облікові дані	Технологію блокчейн можна використовувати для створення безпечних і захищених від підробок цифрових облікових даних для студентів і професіоналів у сфері нанотехнологій	Це може включати сертифікати про завершені курси, ступені та професійні сертифікати
Децентралізоване зберігання даних	Blockchain можна використовувати для створення децентралізованих баз даних, які зберігають і керують освітніми даними, такими як записи студентів, результати досліджень і заходи професійного розвитку	Це може допомогти забезпечити безпеку та конфіденційність даних, а також зробити їх більш доступними та прозорими
Безпечний обмін результатами досліджень	Блокчейн можна використовувати для безпечного обміну та керування результатами досліджень серед професіоналів у галузі нанотехнологій	Захищені та відкриті результати наукових експериментів, патенти та публікації
Співпраця та обмін знаннями	Платформи на основі блокчейну можна використовувати для створення децентралізованої мережі професіоналів у сфері нанотехнологій, що дозволяє їм співпрацювати та ділитися знаннями та досвідом один з одним	Це може допомогти полегшити міждисциплінарну співпрацю та обмін передовим досвідом
Платежі за освітні послуги на основі криптовалюти	Криптовалюти на основі блокчейну можна використовувати для здійснення безпечних і прозорих платежів за освітні послуги, такі як плата за навчання та сертифікацію	Це може допомогти спростити процес оплати та зменшити ризик шахрайства

Оскільки використання технології блокчейн продовжує зростати та розвиватися, цілком ймовірно, що ми побачимо все більше програм та ініціатив, спрямованих на покращення підготовки нанотехнологів.

Інтернет речей

Інтернет речей (IoT) у вищій освіті означає інтеграцію технологій IoT в освітній процес. Цю інтеграцію можна використовувати для: *залучення студентів*. Пристрої з підтримкою Інтернету речей, такі, як смарт-дошки, переносні пристрої та мобільні телефони, можуть забезпечити інтерактивне та персоналізоване навчання; *покращення управління кампусом*: датчики IoT можна використовувати для моніторингу споживання енергії, безпеки та обслуговування у закладах вищої освіти; *сприяння дослідженням*: технології Інтернету речей можна використовувати для досліджень у різних сферах, включаючи моніторинг навколишнього середовища, розумні міста та здоров'я; *підвищення ефективності*: пристрої та системи з підтримкою Інтернету речей можуть оптимізувати адміністративні завдання, зокрема планування курсів і відстеження академічної активності студентів; *підвищення безпеки*: технології IoT можна використовувати для моніторингу безпеки кампусу в режимі реального часу, наприклад, для відстеження місцезнаходження студентів і викладачів і реагування на надзвичайні ситуації, що особливо актуально для України в нових реаліях.

Деякі конкретні способи використання Інтернету речей (IoT) при підготовці нанотехнологів наведено у таблиці 4:

Таблиця 4

Способи використання Інтернету речей (IoT) при підготовці нанотехнологів до продуктивної професійної діяльності

Технологія	Опис	Позитивний вплив
Розумні лабораторії	Пристрої IoT можна використовувати для створення розумних лабораторій, оснащених датчиками, системами моніторингу та системами керування, які можна використовувати для дистанційного моніторингу експериментів і процесів	Це може допомогти підвищити якість та ефективність досліджень і навчання в галузі нанотехнологій
Віддалений моніторинг і контроль	Пристрої IoT можна використовувати для віддаленого моніторингу та контролю різних аспектів процесу дослідження та навчання в області нанотехнологій, таких як умови навколишнього середовища, температура, тиск тощо	Це може допомогти підвищити безпеку та ефективність дослідницької та навчальної діяльності
Аналіз даних у режимі реального часу	Пристрої IoT можна використовувати для збору та передачі даних у режимі реального часу, що дозволяє нанотехнологам аналізувати та інтерпретувати дані під час їх створення	Це може допомогти підвищити точність і швидкість процесів дослідження та навчання

Симуляція та моделювання	Пристрої IoT можна використовувати для створення модельних середовищ та моделювання, які повторюють реальні нанотехнологічні процеси	Це може надати студентам і професіоналам цінний практичний досвід і допомогти їм підготуватися до сценаріїв реального світу
Середовища віртуальної реальності	Пристрої IoT можна використовувати для створення середовищ віртуальної реальності, які імітують нанотехнологічні процеси в реальному світі	Це може надати студентам і професіоналам цінний практичний досвід і допомогти їм підготуватися до сценаріїв реального світу

Однак існують також проблеми, пов'язані з інтеграцією Інтернету речей у вищу освіту, включаючи конфіденційність і безпеку даних, відсутність стандартизації та потребу в спеціальних навичках і знаннях серед викладачів і співробітників.

Загалом, інтеграція технологій Інтернету речей у вищу освіту має значний потенціал для покращення освітнього досвіду та результатів для студентів, а також забезпечувати ефективнішу та результативну роботу в установах. Аналіз даних у реальному часі, симуляція та моделювання, а також дистанційний моніторинг і контроль IoT може допомогти підвищити якість та ефективність досліджень і навчання в галузі нанотехнологій.

Переваги та перспективи розвитку асинхронного навчання

Однією з ключових переваг асинхронного навчання є його гнучкість. Наноінженери часто зайняті люди з вимогливою роботою та особистим графіком, які можуть не мати змоги відвідувати традиційні особисті заняття. Дозволяючи здобувачам отримувати доступ до матеріалів курсу та працювати зі змістом курсу у своєму власному темпі, асинхронне навчання забезпечує засоби для пристосування до цих розкладів.

Ще однією перевагою асинхронного навчання є його масштабованість. У традиційних класних підходах розмір аудиторії обмежений фізичним простором і наявними ресурсами. При асинхронному навчанні розмір аудиторії обмежується лише доступністю матеріалів курсу та потужністю системи керування навчанням, яка використовується для проведення курсу.

З точки зору засобів і методів асинхронного навчання ряд підходів були використані для забезпечення асинхронного навчання в галузі наноінженерії. До них входять онлайн-відео, навчальні посібники, дискусійні форуми та онлайн-модулі для самостійного навчання. У багатьох випадках ці матеріали розроблені як інтерактивні зі студентами, які можуть задавати запитання та отримувати відгуки від викладачів.

Одна з проблем асинхронного навчання полягає в тому, щоб студенти були зацікавлені та мотивовані виконувати віддалену асинхронну роботу. Щоб вирішити цю проблему, деякі програми включили елементи гейміфікації, такі як системи балів, тести та інші інтерактивні функції, щоб заохотити студентів до залучення та мотивації.

Підсумовуючи, використання асинхронного навчання стає все більш популярним підходом до підготовки наноінженерів до професійної діяльності.

Пропонуючи гнучкість, масштабованість і здатність пристосовуватися до напружених графіків, асинхронне навчання має потенціал бути ефективним і результативним засобом надання профелізованої освіти в галузі наноінженерії.

Висновки. Асинхронне навчання є цінним засобом і методом підготовки наноінженерів до професійної діяльності. Цей тип навчання забезпечує гнучкість і зручність, дозволяючи майбутнім наноінженерам отримувати доступ до навчальних матеріалів і виконувати навчальний план у власному зручному темпі.

Крім того, асинхронне навчання можна покращити за допомогою різних технологій онлайн-навчання, таких, як онлайн-форуми, вебінари та відеолекції. Це може надати наноінженерам ширший спектр навчальних ресурсів і можливостей для взаємодії учасниками освітнього процесу.

Однак важливо зазначити, що асинхронне навчання може підходити не всім студентам, а змішаний підхід, який включає як синхронні, так і асинхронні елементи, може бути ефективнішим. Крім того, закладам вищої освіти надзвичайно важливо забезпечити якість програм асинхронного навчання та надати адекватну підтримку студентам і викладачам.

У галузі нанотехнологій, що швидко розвивається, для наноінженерів важливо мати можливість продовжувати свою освіту та професійний розвиток за допомогою гнучких та інноваційних засобів, зокрема асинхронне навчання. Використовуючи ці ресурси та можливості, наноінженери можуть залишатися конкурентоспроможними та готовими до викликів і можливостей майбутнього.

Фінансування. Робота виконана за підтримки Міністерства освіти і науки України за такими держбюджетними проектами:

- 0123U100110 «Система дистанційної та змішаної профілізованої підготовки майбутніх наноінженерів до розробки нових наноматеріалів подвійного призначення»;

- 0122U000129 «Пошук оптимальних умов синтезу наноструктур на поверхні напівпровідників АЗВ5, А2В6 і кремнію для фотоніки і сонячної енергетики»;

- 0121U109426 «Теоретико-методичні засади системної фундаменталізації підготовки майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства до продуктивної професійної діяльності».

Подяки. Ми дякуємо Збройним Силам України за забезпечення безпеки для виконання цієї роботи. Ця робота стала можливою лише завдяки стійкості та мужності Української Армії.

References

1. Suchikova, Y., Kovachov, S., Lazarenko, A., & Bohdanov, I. (2022). *Research of synthesis conditions and structural features of heterostructure AlXGa1-XAs/GaAs of the «desert rose» type*. Applied Surface Science Advances, 12, 100327. DOI: 10.1016/j.apsadv.2022.100327 [in English].
2. Suchikova, Y., Kovachov, S., & Bohdanov, I. (2022). *Formation of oxide crystallites on the porous GaAs surface by electrochemical deposition*. Nanomaterials and Nanotechnology, 12, 18479804221127307. [in English].

3. Emerich, D. F., & Thanos, C. G. (2003). *Nanotechnology and medicine*. Expert opinion on biological therapy, 3(4), 655-663. [in English].
4. Singh, A., & Amiji, M. M. (2022). *Application of nanotechnology in medical diagnosis and imaging*. Current Opinion in Biotechnology, 74, 241-246. [in English].
5. Suchikova, Y. O., Bogdanov, I. T., Kovachov, S. S., Kamensky, D. V., Myroshnychenko, V. O., & Panova, N. Y. (2020). *Optimal ranges determination of morphological parameters of nanopatterned semiconductors quality for solar cells*. Archives of Materials Science and Engineering, 101(1). DOI: 10.5604/01.3001.0013.950 [in English].
6. Suchikova, Y. (2016) *Provision of environmental safety through the use of porous semiconductors for solar energy sector*. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(5), pp. 26–33. [in English].
7. Karipbayev, Z. T., Kumarbekov, K., Manika, I., Dauletbekova, A., Kozlovskiy, A. L., Sugak, D., ... & Popov, A. I. (2022). *Optical, structural, and mechanical properties of Gd3Ga5O12 single crystals irradiated with 84Kr+ ions*. Physica status solidi (b), 259(8), 2100415. [in English].
8. Bohdanov, I., Kovachov, S., Suchikova, Y., Moskina, A., Tsebriienko, T., & Popov, A. I. (2022, September). *Synthesis of Diamond-Like Arsenolite Crystallites on Surface of Gallium Arsenide*. 2022 IEEE 12th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP) (pp. 01-05). IEEE. [in English].
9. Suchikova, Y. O., Bogdanov, I. T., & Kovachov, S. S. (2019). *Oxide crystals on the surface of porous indium phosphide*. Archives of Materials Science and Engineering, 98(2). [in English].
10. Usseinov, A., Koishybayeva, Z., Platonenko, A., Pankratov, V., Suchikova, Y., Akilbekov, A., ... & Popov, A. I. (2021). *Vacancy defects in Ga2O3: First-principles calculations of electronic structure*. Materials, 14(23), 73-84. [in English].
11. Suchikova, Y., Lazarenko, A., Kovachov, S., Usseinov, A., Karipbaev, Z., & Popov, A. I. (2022, February). *Formation of porous Ga 2 O 3/GaAs layers for electronic devices*. 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET) (pp. 01-04). IEEE. [in English].
12. Fytianos, G., Rahdar, A., & Kyzas, G. Z. (2020). *Nanomaterials in cosmetics: Recent updates*. Nanomaterials, 10(5), 979. [in English].
13. Saleem, H., & Zaidi, S. J. (2020). *Sustainable use of nanomaterials in textiles and their environmental impact*. Materials, 13(22), 5134. [in English].
14. Mukherjee, A., Majumdar, S., Servin, A. D., Pagano, L., Dhankher, O. P., & White, J. C. (2016). *Carbon nanomaterials in agriculture: a critical review*. Frontiers in plant science, 7, 172. [in English].
15. Dhinakaran, V., & Shree, M. V. (2021). *The role and applications of nanomaterials in the automotive industry*. Nanomaterials and nanocomposites (pp. 51-59). CRC Press. [in English].
16. Yang, H., Liu, C., Yang, D., Zhang, H., & Xi, Z. (2009). *Comparative study of cytotoxicity, oxidative stress and genotoxicity induced by four typical nanomaterials: the role of particle size, shape and composition*. Journal of applied Toxicology, 29(1), 69-78. [in English].
17. Kumar, N., et al. (2019). *Nanomaterials-enabled lightweight military platforms*. Nanotechnology for defence applications, 205-254. [in English].
18. Suchikova, Y., Shishkin, G., Bardus, I., Skurska, M., Starostenko, K. (2021). *Training Prospective Nanotechnologists to Select Optimum Solutions for the Nanostructures Synthesis Using the Analytic Hierarchy Process*. TEM Journal, 10 (4), 1796–1802. [in English].
19. Suchikova, Y., Bohdanov, I., Kovachov, S., Lazarenko, A., Shishkin, G. (2021). *Training of the Future Nanoscale Engineers: Methods for Selecting Efficient Solutions in the Nanostructures Synthesis*. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering, UKRCON 2021 – Proceedings, 2021, p. 584–588. [in English].

20. Light Feather, J., & Aznar, M. F. (2018). *Nanoscience Education, Workforce Training, and K-12 Resources*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315219417/> [in English].
21. Lavrysh, Y., Lytovchenko, I., Lukianenko, V., & Golub, T. (2022). *Teaching during the wartime: Experience from Ukraine*. Educational Philosophy and Theory. <https://doi.org/10.1080/00131857.2022.2098714/> [in English].
22. McNutt, M., & Hildebrand, J. (2022). *Scientists in the line of fire*. Science, 375(6585), 1071-1071. <https://doi.org/10.1126/science.abp8817/> [in English].
23. Fortunato, J., Gigliotti, R., & Ruben, B. (2018). *Analysing the dynamics of crisis leadership in higher education: A study of racial incidents at the University of Missouri*. Journal of Contingencies and Crisis Management, 26(4), 510-518. <https://dx.doi.org/10.1111/1468-5973.12220>. [in English].
24. Petrić, H. N., Gaiнд, N., & Van Noorden, R. (2022). *Nature's Take: how the war in Ukraine is impacting science*. Nature. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-03155-z>. [in English].
25. Fiialka, S. (2022). *Assessment of war effects on the publishing activity and scientific interests of Ukrainian scholars*. Knowledge and Performance Management, 6(1), 27–37. [https://doi.org/10.21511/kpm.06\(1\).2022.03](https://doi.org/10.21511/kpm.06(1).2022.03). [in English].
26. Wegerif, R. (1998). *The social dimension of asynchronous learning networks*. Journal of asynchronous learning networks, 2(1), 34-49. [in English].
27. Rehman, R., & Fatima, S. S. (2021). *An innovation in Flipped Class Room: A teaching model to facilitate synchronous and asynchronous learning during a pandemic*. Pakistan Journal of Medical Sciences, 37 (1), 131. [in English].
28. Careaga-Butter, M., Quintana, M. G. B., & Fuentes-Henríquez, C. (2020). *Critical and prospective analysis of online education in pandemic and post-pandemic contexts: Digital tools and resources to support teaching in synchronous and asynchronous learning modalities*. Aloma: revista de psicologia, ciències de l'educació i de l'esport Blanquerna, 38(2), 23-32. [in English].
29. Lipomi, D. J., Fenning, D. P., Ong, S. P., Shah, N. J., Tao, A. R., & Zhang, L. (2020). *Exploring Frontiers in Research and Teaching: NanoEngineering and Chemical Engineering at UC San Diego*. ACS nano, 14(8), 9203-9216. [in English].
30. Persada, S. F., Prasetyo, Y. T., Suryananda, X. V., Apriyansyah, B., Ong, A. K., Nadlifatin, R., ... & Ardiansyahmiraja, B. (2022). *How the Education Industries React to Synchronous and Asynchronous Learning in COVID-19: Multigroup Analysis Insights for Future Online Education*. Sustainability, 14(22), 15288. [in English].
31. Díaz, J., Saldaña, C., & Avila, C. (2020). *Virtual world as a resource for hybrid education*. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 15(15), 94-109. [in English].
32. John, A. A., Thakur, P., & Singh, G. (2022). *Potential, concepts, and key advances for a ubiquitous adaptive indigenous microengineering and nanoengineering in 6G network*. International Journal of Communication Systems, e5410. [in English].
33. Sahai, A. K., & Rath, N. (2021). *Artificial intelligence and the 4th industrial revolution*. Artificial intelligence and machine learning in business management (pp. 127-143). CRC Press. [in English].
34. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). *Pedagogy and innovative care tenets in COVID-19 pandemic: An enhance way through Dentistry 4.0*. Sensors International, 2, 100118. [in English].
35. Salau, B., Rawal, A., & Rawat, D. B. (2022). *Recent advances in artificial intelligence for wireless internet of things and cyber-physical systems: A comprehensive survey*. IEEE Internet of Things Journal. [in English].

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена розгляду сучасних досягнень технологій асинхронного навчання та можливостей їх застосування при підготовці майбутніх наноінженерів до продуктивної професійної діяльності в сучасних умовах. У статті розглядається низка інноваційних технологій, включаючи онлайн-навчання, віртуальну та доповнену реальність, штучний інтелект та машинне навчання, технологію блокчейн та Інтернет речей (IoT).

Метою статті є оцінка доцільності та ефективності цих технологій у активізації підготовки наноінженерів до професійної діяльності. Ми прагнули проаналізувати потенційні переваги та недоліки кожної технології та те, як їх можна інтегрувати в процес підготовки майбутніх наноінженерів для створення новітніх матеріалів подвійного призначення в умовах асинхронного навчання. Стаття також прагне надати практичні рекомендації та ідеї щодо ефективного використання асинхронного навчання у підготовці майбутніх фахівців у галузі наноматеріалознавства особливо враховуючи нові реалії, у яких опинилася Україна. Ґрунтовний аналіз показав, що асинхронне навчання має потенціал бути ефективним і результативним засобом надання профільної освіти в галузі наноінженерії, пропонуючи гнучкість, масштабованість і здатність пристосовуватися до напружених графіків.

У статті розглядається наявна література з даної теми з урахуванням останніх досягнень і сучасного стану галузі. На основі аналізу та порівняння різних джерел автори приходять до висновків про потенціал кожної технології для підтримки асинхронного навчання при підготовці наноінженерів. У статті також надано рекомендації щодо подальших досліджень у цій галузі та щодо розробки більш ефективних освітніх програм для майбутніх наноінженерів, які дозволять їм залишатися конкурентоспроможними та готовими до викликів і можливостей майбутнього.

Ключові слова: *асинхронне навчання, наноінженери, професійна діяльність, онлайн навчання, віртуальна та доповнена реальність, штучний інтелект, машинне навчання, технологія блокчейн, інтернет речей.*