

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Медичний факультет
Кафедра хімії та фармації

**ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ЯК НОВОЇ
МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА
АВТОМАТИЗОВАНОГО СТВОРЕННЯ МЕТОДИЧНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ У
ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ**

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконала: здобувачка 2 курсу, 06-241-м групи

Спеціальності 014 Середня освіта

Спеціалізація 014.06 Хімія

Освітньо-професійної програми

Середня освіта (хімія)

Огієвич Катерина Степанівна

Керівник: к.пед.н., доцентка

кафедри хімії та фармації ХДУ

Решнова Світлана Федорівна

Рецензент: директор Херсонської

гімназії 14 Херсонської міської

ради, вчитель хімії

Савченко Тетяна Сергіївна

Івано-Франківськ, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ	8
1.1. Поняття штучного інтелекту та його застосування в освіті.....	8
1.2. Методи та алгоритми штучного інтелекту для автоматизації створення навчальних матеріалів	11
1.3. Переваги та виклики впровадження штучного інтелекту в освітній процес, зокрема в умовах дистанційного навчання	13
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ	17
2.1. Специфіка навчання біоорганічної хімії у дистанційному форматі	17
2.2. Огляд інструментів штучного інтелекту, що можуть застосовуватися для автоматизації процесу розробки навчальних матеріалів з біоорганічної хімії.....	19
2.3. Розвиток генеративного штучного інтелекту OpenAI: від GPT до GPT-4 та його можливості у створенні навчальних матеріалів	23
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ CHATGPT-4 ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ПРИКЛАДІ ТЕМИ "ВУГЛЕВОДИ"	27
3.1. Аналіз можливостей штучного інтелекту ChatGPT-4 для генерації плану лекцій та розробки лекційного матеріалу для дистанційних занять на тему "Вуглеводи"	27
3.2. Розробка тестових завдань відповідно до запропонованого лекційного матеріалу	34

3.3. Аналіз можливостей штучного інтелекту в розробці глосарію до запропонованої теми.....	37
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний освітній процес зазнає значних трансформацій під впливом цифрових технологій і штучного інтелекту, що відкриває нові можливості для вдосконалення навчальних методик і персоналізації підходів до навчання. Особливо гостро це питання постає в умовах дистанційного навчання, яке стало поширеним через пандемію COVID-19, а також через соціальні та геополітичні виклики, як-от війна в Україні. У таких умовах освітній процес ускладнюється через перебої в інфраструктурі, нестабільний доступ до ресурсів та обмеження у можливостях традиційних занять. Саме тому важливо забезпечити освітянам і студентам швидке, доступне й адаптивне методичне забезпечення, що можна використовувати навіть за умов обмеженого доступу до інтернету чи ресурсів [1, с. 26].

Штучний інтелект – це міждисциплінарна галузь знань, яка об'єднує елементи комп'ютерних наук, математики, статистики та інших наук з метою створення систем, здатних імітувати розумну поведінку людини. Зокрема, такі системи мають здатність виконувати завдання, які раніше вимагали людської участі, завдяки навчанню на основі даних, самостійній обробці інформації та адаптації до змінних умов [2, с. 1055].

Проблемою впровадження штучного інтелекту в навчальний процес займалися Наталія Бобро [3], Сергій Ягодзінський [4] та Мая Мар'єнко [5]. У своїх дослідженнях вони показали, що штучний інтелект може стати незамінним інструментом, суттєво спрощуючи та автоматизуючи створення навчальних матеріалів. За допомогою штучного інтелекту можна розробляти контент, адаптований до індивідуальних потреб студентів, що є особливо важливим для складних теоретичних дисциплін. Крім того, штучний інтелект здатний створювати матеріали, які можна використовувати як за умов стабільного інтернету, так і в ситуаціях

обмеженого доступу, що має критичне значення у складних обставинах, наприклад, під час воєнних дій.

Особливої уваги в цьому контексті потребує біоорганічна хімія – дисципліна, що є складною і вимагає системного підходу до подачі матеріалу. Високий рівень інтерактивності навчальних ресурсів та наявність зрозумілих пояснень і практичних завдань є ключем до успішного засвоєння цієї теми.

Отже, дослідження застосування штучного інтелекту для автоматизації створення методичних матеріалів з біоорганічної хімії в умовах дистанційного навчання є надзвичайно актуальним. Це відповідає сучасним викликам освіти і сприяє підвищенню якості навчального процесу, роблячи його доступним і гнучким навіть у складних обставинах, що і зумовило вибір теми дослідження “Оцінка потенціалу штучного інтелекту як нової можливості для вдосконалення та автоматизованого створення методичного забезпечення з біоорганічної хімії в умовах дистанційного навчання”.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконувалась у відповідності до тематики роботи проблемної групи кафедри хімії та фармації Херсонського державного університету, а саме: “Методичні дослідження та змістово-методичне забезпечення процесу навчання хімії у загальноосвітніх і вищих навчальних закладах”.

Мета роботи: оцінити потенціал штучного інтелекту для автоматизації створення методичних матеріалів з біоорганічної хімії в умовах дистанційного навчання.

Відповідно до мети були поставлені наступні *завдання*:

1. Розкрити поняття штучного інтелекту та описати основні методи та алгоритми штучного інтелекту для автоматизації створення навчальних матеріалів.
2. Описати переваги та виклики впровадження штучного інтелекту в

освітній процес, зокрема в умовах дистанційного навчання.

3. Здійснити огляд інструментів штучного інтелекту та їх можливостей в навчальному процесі.
4. Дослідити специфіку навчання біоорганічної хімії в дистанційному форматі та вимоги до автоматизованих матеріалів у навчально-методичному комплексі цієї дисципліни.
5. Оцінити потенціал штучного інтелекту для автоматизації створення методичних матеріалів з біоорганічної хімії.

Об'єкт роботи: процес автоматизації створення методичних матеріалів для викладання біоорганічної хімії в умовах дистанційного навчання.

Предмет роботи: можливості та потенціал застосування штучного інтелекту для створення та вдосконалення методичних матеріалів, а також оцінка ефективності їх використання в освітньому процесі в умовах дистанційного навчання.

Для досягнення поставленої мети завдань використовувалися такі наукові *методи дослідження:*

- Аналіз літератури – для огляду сучасних підходів і алгоритмів ШІ, таких як GPT-3 і GPT-4, у створенні навчальних матеріалів і їхнього застосування в освіті.
- Порівняльний аналіз – для оцінки різних платформ, їх переваг і обмежень у створенні контенту для біоорганічної хімії.
- Експеримент – практичне використання ChatGPT-4 для створення лекційного матеріалу, тестів та глосарію на тему "Вуглеводи".
- Метод моделювання – для побудови структури навчальних матеріалів, згенерованих штучного інтелекту, і перевірки їхньої адаптивності до дистанційного формату.

- Оцінка результатів – аналіз ефективності матеріалів, згенерованих штучним інтелектом, їх відповідності стандартам і адаптивності, що допоможе сформулювати висновки.

Наукова новизна одержаних результатів. Комплексне дослідження можливостей застосування генеративного штучного інтелекту, зокрема ChatGPT-4, для автоматизації створення навчальних матеріалів із біоорганічної хімії в умовах дистанційного навчання розкриває потенціал ChatGPT-4 у створенні адаптивних методичних матеріалів, таких як лекційні плани, тести й глосарії, що відповідають специфічним вимогам дисципліни.

Практичне значення одержаних результатів. Проведений аналіз може допомогти у створенні методичних рекомендацій щодо використання генеративного штучного інтелекту, зокрема ChatGPT-4, для автоматизації розробки навчально-методичних комплексів хімічних дисциплін.

Апробація результатів дослідження. Результати роботи було оприлюднено на міжнародній науковій конференції «Інтелектуальний ресурс сьогодення: наукові задачі, розвиток та запитання» (20 вересня 2024 р., м. Одеса). Підтверджено сертифікатом ICSR № 24/2009-037.

Публікації. Теза – Климчук І.Г., Огієвич К.С., Решнова С.Ф.

“Аналіз та оцінка потенціалу штучного інтелекту для вдосконалення та автоматизації створення методичного забезпечення з біоорганічної хімії і біохімії в умовах дистанційного навчання”: Інтелектуальний ресурс сьогодення: наукові задачі, розвиток та запитання: збірник наукових праць з матеріалами III Міжнародної наукової конференції, м. Одеса, 20 вересня, 2024 року/ Міжнародний центр наукових досліджень [6, с. 231-234].

Структура роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків та списку використаних джерел (33 найменування). Повний обсяг роботи становить 51 сторінку, з них 44 сторінки основного тексту.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

1.1. Поняття штучного інтелекту та його застосування в освіті

Штучний інтелект – це міждисциплінарна галузь знань, яка об'єднує елементи комп'ютерних наук, математики, статистики та інших наук з метою створення систем, здатних імітувати розумну поведінку людини. Зокрема, такі системи мають здатність виконувати завдання, які раніше вимагали людської участі, завдяки навчанню на основі даних, самостійній обробці інформації та адаптації до змінних умов [2, с. 1055].

Системи штучного інтелекту можуть виконувати різні функції, такі як:

- Розпізнавання образів (визначення об'єктів на зображеннях чи у відео).
- Аналіз текстів та мовлення (інтерпретація та створення текстів природними мовами).
- Прийняття рішень основою яких є аналіз великої кількості даних (Big Data).
- Передбачення на основі моделей машинного навчання [2, с. 1056].

До основних видів штучного інтелекту можна віднести слабкий та сильний [7, с. 47]. Слабкий (або вузький) штучний інтелект спеціалізується на виконанні конкретних завдань, таких як розпізнавання зображень, аналіз даних або переклад текстів, і саме цей вид є найбільш поширеним в освіті та використовується для автоматизації навчальних процесів. Сильний штучний інтелект – це гіпотетичний вид штучного інтелекту, здатний мислити як людина, вирішувати різноманітні завдання та мати загальну інтелектуальну здатність; наразі цей рівень штучного

інтелекту ще не досягнутий, але дослідження у цьому напрямку тривають [7, с. 47].

Штучний інтелект поступово трансформує традиційну освіту, надаючи нові можливості для викладачів і студентів. Нижче розглянемо ключові напрями, де штучний інтелект уже знайшов своє застосування в освітньому процесі.

Одне з ключових застосувань штучного інтелекту в освіті полягає в індивідуалізації навчального процесу. Використовуючи алгоритми аналізу даних, системи штучного інтелекту можуть визначати індивідуальні потреби кожного студента і надавати їм відповідний навчальний матеріал. Це дозволяє викладачам налаштовувати програми навчання відповідно до рівня знань, темпу засвоєння матеріалу та інтересів студентів [8, с. 523]. Наприклад, системи можуть автоматично рекомендувати додаткові ресурси для тих студентів, які мають труднощі з певними темами, або надавати складніші завдання для тих, хто засвоїв матеріал швидше.

Штучний інтелект активно впроваджується в інтерактивні навчальні платформи, які адаптуються до рівня знань студента в реальному часі. Завдяки цьому навчальні системи можуть автоматично змінювати складність завдань або пропонувати інші підходи до вивчення певного матеріалу, що значно підвищує ефективність навчання. Ці платформи використовують дані про поведінку студентів, їх успіхи в навчанні та інші фактори для створення індивідуальних навчальних траєкторій [8, с. 523].

Викладачі часто витрачають значний час на перевірку завдань, оцінювання тестів, підготовку матеріалів і організацію навчального процесу. Завдяки штучному інтелектові ці рутинні завдання можуть бути автоматизовані [8, с. 523]. Наприклад, системи штучного інтелекту можуть самостійно оцінювати тести, генерувати бали та надавати персоналізовані рекомендації студентам, виходячи з їхніх результатів. Це дозволяє викладачам зосереджуватися на більш творчих і важливих

аспектах навчання, таких як взаємодія зі студентами та допомога в глибшому розумінні матеріалу.

Використання штучного інтелекту в освіті також надає можливість збирати та аналізувати великі обсяги даних про навчальний процес студентів. Це можуть бути дані про відвідуваність занять, результати тестів, рівень взаємодії з навчальними матеріалами та багато іншого [9, с. 277]. Аналізуючи ці дані, штучний інтелект може допомогти викладачам виявити прогалини в знаннях студентів, оптимізувати навчальні програми та адаптувати матеріали під потреби конкретної аудиторії. Цей підхід також допомагає інституціям покращувати якість освіти загалом.

Чат-боти та віртуальні помічники, керовані штучним інтелектом, можуть допомагати студентам у навчанні, відповідаючи на питання, пояснюючи складні теми або надаючи додаткову інформацію. Такі інструменти можуть бути доступні цілодобово, що є особливо корисним у дистанційному навчанні, коли студенти можуть мати запитання у будь-який час доби. Також ці інструменти можуть автоматизувати роботу з адміністративними запитами студентів, що значно зменшує навантаження на навчальні заклади [10, с. 1786].

В умовах дистанційного навчання, яке стало надзвичайно актуальним через пандемію COVID-19 та війну в Україні, штучний інтелект допомагає підтримувати стабільність і якість навчального процесу. Штучний інтелект дозволяє автоматично генерувати навчальні матеріали, адаптувати їх під індивідуальні потреби студентів і навіть забезпечувати взаємодію з учасниками навчання, що є надзвичайно важливим в умовах обмеженого доступу до викладачів. Наприклад, штучний інтелект може створювати відео-лекції на основі текстових матеріалів або автоматизувати процес створення практичних завдань і тестів.

Хоча штучний інтелект має значні переваги для освітнього процесу, його впровадження супроводжується і певними викликами. Одним із

основних є потреба в технічній інфраструктурі та відповідній підготовці викладачів і студентів для роботи з новими технологіями. Також існують етичні питання, пов'язані з використанням штучного інтелекту в освіті, зокрема щодо захисту даних студентів і відповідальності за якість автоматично згенерованих навчальних матеріалів [11, с. 72].

Проте, попри ці виклики, потенціал штучного інтелекту в освіті є величезним, і з розвитком технологій можна очікувати на все більш широке впровадження штучного інтелекту у всі сфери навчального процесу.

1.2. Методи та алгоритми штучного інтелекту для автоматизації створення навчальних матеріалів

Штучний інтелект надає широкий спектр можливостей для автоматизації освітніх процесів, зокрема для створення навчальних матеріалів. Існує низка методів та алгоритмів, що дозволяють забезпечити високу ефективність цих процесів, роблячи навчання більш адаптивним, індивідуалізованим та доступним. Розглянемо основні підходи, які можуть бути застосовані для автоматизації створення навчальних матеріалів.

Машинне навчання (Machine Learning)

Машинне навчання – це один із основних напрямів штучного інтелекту, який дозволяє системам "навчатися" на основі даних і покращувати свої результати без явного програмування для кожного конкретного завдання [12, с. 246]. У контексті освіти машинне навчання застосовується для аналізу результатів студентів, де алгоритми використовують дані про успішність студента для виявлення прогалин у знаннях, оцінки рівня засвоєння матеріалу і пропонування індивідуальних рекомендацій. Також за допомогою машинного навчання можливе адаптування навчальних матеріалів: на основі аналізу результатів

студента алгоритми можуть динамічно змінювати порядок подачі матеріалу або рівень складності завдань, роблячи процес навчання більш індивідуалізованим. Прикладом є освітні платформи, що автоматично визначають рівень підготовки студента і підлаштовують навчальні плани або рекомендації щодо ресурсів для навчання.

Обробка природної мови (Natural Language Processing, NLP)

NLP – є важливим інструментом у створенні текстових навчальних матеріалів. Використання NLP дозволяє системам штучного інтелекту не лише аналізувати текстові дані, але й генерувати нові тексти з високою точністю. У сфері освіти NLP використовується для автоматизованого створення текстових матеріалів, де алгоритми здатні аналізувати великі обсяги текстових даних і генерувати навчальні матеріали на основі попередньо визначених тем. Також NLP може автоматично створювати тести та завдання, генеруючи питання на основі тексту лекцій, а також аналізувати відповіді студентів, оцінюючи граматичні помилки і якість відповідей на основі ключових слів та контексту [13, с. 433].

Генеративні нейронні мережі (Generative Neural Networks)

Генеративні нейронні мережі – це моделі, здатні створювати новий контент на основі вивчених шаблонів. Вони активно використовуються для автоматизації створення навчальних матеріалів, особливо в таких завданнях, як генерація завдань і тестів на основі заданої тематики або рівня складності, створення практичних задач та кейсів, які можуть стати навчальними сценаріями для студентів. Генеративні моделі є особливо корисними для дисциплін, де важлива систематичність і варіативність завдань, як-от біоорганічна хімія. Наприклад, моделі можуть автоматично генерувати різні варіанти молекул для аналізу або створювати тестові питання з хімічної структури речовин [14, с. 218].

Системи рекомендацій

Системи рекомендацій, що базуються на штучному інтелекті, активно використовуються в освітніх платформах для персоналізації

навчального процесу. Вони аналізують дані про навчальну активність студента та надають рекомендації щодо наступних кроків. Рекомендаційні системи можуть пропонувати додаткові матеріали на основі результатів тестів або активності студента, що допоможе йому поглибити знання у певній галузі, а також підбирати відповідні завдання, враховуючи рівень підготовки студента [14, с. 219].

Інтелектуальні навчальні системи

Інтелектуальні навчальні системи використовують комбінацію різних алгоритмів штучного інтелекту для забезпечення комплексного підходу до автоматизації освітнього процесу. Такі системи можуть адаптувати навчальні матеріали в автоматично на основі прогресу студента та його взаємодії з навчальними матеріалами, забезпечуючи автоматичний зворотний зв'язок та надаючи рекомендації щодо відповідей, успіхів та прогресу у навчанні. Крім того, ці системи здатні автоматично оцінювати завдання, аналізуючи як тестові завдання, так і відкриті відповіді та творчі роботи, надаючи студенту персоналізовані рекомендації для покращення [13, с. 434].

Отже, можна зробити висновок, що сучасні методи та алгоритми штучного інтелекту надають широкі можливості для автоматизації створення навчальних матеріалів, їх адаптації та персоналізації відповідно до індивідуальних потреб студентів. Машинне навчання, обробка природної мови, генеративні нейронні мережі та системи рекомендацій вже активно впроваджуються в освітній процес і можуть значно підвищити його ефективність, особливо в умовах дистанційного навчання.

1.3. Переваги та виклики впровадження штучного інтелекту в освітній процес, зокрема в умовах дистанційного навчання

Переваги використання штучного інтелекту в освіті є багатогранними, і їх значення зростає в умовах впровадження цифрових технологій у різні сфери діяльності та потреби в гнучкості навчальних процесів, особливо під час дистанційного навчання. Однією з основних переваг є персоналізація навчання, оскільки штучний інтелект дозволяє налаштовувати освітній процес під індивідуальні потреби кожного студента, що значно підвищує ефективність засвоєння матеріалу. Наприклад, системи адаптивного навчання можуть автоматично регулювати рівень складності завдань відповідно до поточного рівня знань студента та його темпу навчання. Це є особливо корисним у дистанційному навчанні, де викладач обмежений у можливостях особистої взаємодії [15, с.117].

Штучний інтелект також сприяє автоматизації рутинних завдань, таких як перевірка тестів, підготовка матеріалів і створення індивідуальних навчальних планів. Це дозволяє викладачам більше зосереджуватись на творчих і інтерактивних аспектах викладання, зменшуючи витрати часу на механічні операції, а також підвищуючи точність оцінювання через зниження ймовірності людських помилок.

Завдяки штучному інтелекту навчальні матеріали стають більш доступними та інтерактивними. Штучний інтелект дозволяє створювати платформи, які можуть працювати цілодобово і забезпечувати студентам постійний доступ до навчальних матеріалів. Це критично важливо в умовах дистанційного навчання, коли студенти можуть мати обмежений графік або непередбачувані зовнішні обставини [16, с. 2].

Ще одна важлива перевага штучного інтелекту це інтерактивність та гейміфікація навчання. Штучний інтелект може створювати навчальні платформи з елементами гейміфікації, що підвищує зацікавленість студентів і робить процес навчання мотивуючим. Такі платформи можуть миттєво надавати зворотний зв'язок, стимулюючи студентів через систему винагород за успішне виконання завдань.

Застосування штучного інтелекту також дозволяє швидко оновлювати та адаптувати навчальні матеріали відповідно до актуальних змін у програмі чи вимогах ринку. Наприклад, вивчення біоорганічної хімії в умовах швидкого наукового прогресу потребує постійного оновлення матеріалів, і системи на базі штучного інтелекту здатні автоматично впроваджувати нові знання в навчальний процес [17, с. 8445].

Однак, впровадження штучного інтелекту в освіту супроводжується низкою викликів. Наприклад, ІІІ-системи вимагають сучасної інфраструктури, включаючи стабільний доступ до інтернету та потужне обладнання. В умовах дистанційного навчання під час війни ці ресурси можуть бути обмеженими, що створює проблеми для студентів і викладачів, які мають нестабільний доступ до технологій.

Важливо також враховувати нестачу цифрових навичок серед викладачів і студентів. Для ефективного використання штучного інтелекту необхідний певний рівень цифрової грамотності, що іноді вимагає додаткового навчання персоналу та змін у підходах до організації навчання. Це стає особливо актуальним під час швидкого переходу на дистанційне навчання через зовнішні обставини, такі як війна.

Застосування штучного інтелекту також пов'язане з етичними питаннями, зокрема щодо захисту персональних даних студентів та об'єктивності алгоритмів. Потрібно враховувати ризики необ'єктивності або наявності стереотипних підходів у навчанні, а також забезпечувати захист даних студентів, які обробляються системами штучного інтелекту [18, с. 138].

Ще один важливий виклик – це контроль якості навчальних матеріалів, створених штучним інтелектом. Штучний інтелект може згенерувати тексти та завдання, які формально коректні, але не завжди відповідають рівню складності або потребам конкретної групи студентів, тому необхідно забезпечувати додатковий контроль і корекцію контенту.

Використання штучного інтелекту не може повністю замінити соціалізацію студентів. Для багатьох молодих студентів важливою є саме соціальна взаємодія, яку автоматизовані системи не завжди здатні забезпечити. У дистанційному навчанні цей виклик особливо актуальний, оскільки студенти можуть відчувати ізоляцію без регулярної взаємодії з викладачами та однокурсниками [19, с. 552].

Нарешті, війна та інші соціальні обставини можуть обмежити доступ студентів до навчальних ресурсів, що робить необхідним створення систем, які можуть функціонувати навіть за умов нестабільної інфраструктури або забезпечувати офлайн-доступ до навчальних матеріалів.

Таким чином, хоча інтеграція штучного інтелекту в освітню сферу відкриває нові перспективи та покращує якість навчання, важливо враховувати технічні, соціальні та етичні виклики, особливо в умовах дистанційного навчання та війни. Лише комплексний підхід до цих проблем дозволить ефективніше використовувати можливості штучного інтелекту для покращення освітнього процесу.

РОЗДІЛ 2.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

2.1. Специфіка навчання біоорганічної хімії у дистанційному форматі

Біоорганічна хімія є складною дисципліною, що об'єднує основи органічної хімії та біохімії й досліджує хімічні процеси, які відбуваються в живих організмах. Це фундаментальна галузь знань для розуміння молекулярної біології, медицини та фармакології. Вивчення біоорганічної хімії вимагає глибоких теоретичних знань і здатності застосовувати їх на практиці, що стає серйозним викликом в умовах дистанційного навчання і для студентів, і для викладачів [18, с. 161].

Навчання біоорганічної хімії традиційно спирається на три ключові елементи: лекційний матеріал, лабораторні заняття та розв'язування задач. Лекції охоплюють складні теоретичні поняття та принципи взаємодії органічних сполук з біологічними системами. Лабораторні заняття дають студентам практичний досвід, а розв'язування задач дозволяє закріпити вивчений матеріал і розвивати критичне мислення. В умовах традиційного навчання ці елементи взаємодіють, створюючи цілісну систему засвоєння знань. Однак дистанційний формат накладає свої обмеження на кожен з цих елементів, що може ускладнювати освітній процес [20, с. 639].

Основними проблемами дистанційного навчання біоорганічної хімії є відсутність прямої взаємодії між викладачем і студентом, обмежений доступ до лабораторних занять, складність візуалізації процесів, зниження мотивації студентів та технічні обмеження. Відсутність безпосередньої взаємодії може знизити ефективність засвоєння

матеріалу, особливо під час вивчення складних хімічних реакцій. Лабораторні роботи, які є невід'ємною частиною дисципліни, стають малодоступними, що негативно впливає на практичні навички студентів. Також у дистанційному форматі складно забезпечити якісні візуальні матеріали та інтерактивні моделі, які є важливими для розуміння молекулярних структур. Крім того, студенти можуть втрачати мотивацію через брак особистої взаємодії, а технічні обмеження, такі як слабкий інтернет чи перебої в електропостачанні, ускладнюють участь у дистанційному навчанні, особливо в умовах війни.

Для адаптації традиційних підходів до умов дистанційного навчання у цій дисципліні перспективним є використання штучного інтелекту. Штучний інтелект пропонує ефективні рішення для автоматизації створення навчальних матеріалів та підтримки навчального процесу. Наприклад, адаптивні системи навчання на основі штучного інтелекту можуть створювати індивідуальні навчальні маршрути для кожного студента, враховуючи його рівень знань і успішність, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу без необхідності постійного контакту з викладачем [21, с. 225].

Крім того, штучний інтелект може автоматизувати створення навчальних матеріалів, генеруючи теоретичні матеріали, тести та завдання, відповідні програмі курсу, що полегшує роботу викладачів і забезпечує актуальність контенту. Віртуальні лабораторії на основі штучного інтелекту дають студентам можливість моделювати хімічні реакції в онлайн-середовищі, компенсуючи брак фізичного доступу до лабораторій. Інтерактивна візуалізація та моделювання складних біохімічних процесів сприяють глибокому розумінню матеріалу, а системи штучного інтелекту для аналізу успішності студентів дозволяють викладачам своєчасно коригувати підходи до навчання [22, с. 138].

Таким чином, специфіка навчання біоорганічної хімії в дистанційному форматі вимагає не лише адаптації традиційних підходів,

але й упровадження нових технологічних рішень. Штучний інтелект має значний потенціал для покращення якості навчального процесу, особливо коли традиційні методи викладання стають менш доступними через технічні та соціальні обмеження, зокрема під час війни.

2.2. Огляд інструментів штучного інтелекту, що можуть застосовуватися для автоматизації процесу розробки навчальних матеріалів з біоорганічної хімії

Штучний інтелект відкриває значні можливості для автоматизації різноманітних аспектів освітнього процесу, зокрема створення навчальних матеріалів. Існує декілька ключових інструментів і технологій на основі штучного інтелекту, які можуть бути корисними для розробки матеріалів з біоорганічної хімії, що є складною та інформаційно насиченою дисципліною. У цьому підрозділі розглянемо найважливіші з них [23, с. 4221].

Адаптивні навчальні платформи

Одним з основних інструментів штучного інтелекту для автоматизації навчання є адаптивні платформи, які здатні налаштовувати навчальний процес відповідно до потреб кожного студента. Такі системи можуть автоматично створювати персоналізовані курси, визначати сильні та слабкі сторони студентів, і надавати їм відповідні навчальні матеріали.

Приклад інструменту:

Smart Sparrow – адаптивна навчальна платформа, яка використовує алгоритми штучного інтелекту для створення інтерактивних курсів. Smart Sparrow дозволяє викладачам налаштовувати курси на основі навчальних результатів студентів і автоматично коригувати зміст, щоб краще відповідати потребам конкретних груп [24, с. 267].

Застосування в біоорганічній хімії:

Адаптивні платформи можуть допомогти автоматично створювати індивідуальні навчальні шляхи для студентів, пропонуючи додаткові вправи або пояснення складних тем, таких як хімічні реакції або механізми ферментативних процесів.

Генератори контенту інтегровані з штучним інтелектом

Генератори контенту інтегровані з штучним інтелектом, такі як GPT (Generative Pre-trained Transformer), здатні створювати текстові навчальні матеріали, зокрема пояснення до тем, запитання для тестів та завдання. Ці системи можуть аналізувати існуючі ресурси та створювати нові матеріали на їх основі, автоматично генеруючи текст, що відповідає стандартам навчання [25, с. 582].

Приклад інструменту:

OpenAI GPT-4 – модель обробки природної мови, здатна створювати текст на різні теми. Вона може бути використана для автоматичного створення пояснень до хімічних процесів, наукових статей або навіть тестових завдань.

Застосування в біоорганічній хімії:

З використанням генераторів контенту на основі штучного інтелекту можна автоматично створювати матеріали з біоорганічної хімії, такі як пояснення реакцій, структури молекул або функції органічних сполук. Наприклад, система може генерувати докладні пояснення до тем, пов'язаних з хімічними властивостями білків або механізмами дії ферментів.

Інтелектуальні системи для створення тестів

Штучний інтелект також може бути використаний для автоматизації створення тестових завдань, які допомагають перевіряти знання студентів. Системи, що працюють на основі штучного інтелекту, здатні генерувати питання різної складності, а також адаптувати завдання до рівня знань студентів [26, с. 613].

Приклад інструменту:

Quizlet – це платформа, що застосовує штучний інтелект для генерування тестів і завдань на основі наданих користувачем матеріалів. Алгоритми можуть автоматично генерувати різні типи питань (множинний вибір, відкрита відповідь тощо) та забезпечувати зворотний зв'язок студентам.

Застосування в біоорганічній хімії:

У біоорганічній хімії можна використовувати інтелектуальні системи для автоматизації створення тестів з таких тем, як структура і функція біомолекул, ферментативні реакції або механізми органічних реакцій. Наприклад, система може автоматично створювати питання на основі підручника або лекційного матеріалу і генерувати пояснення до відповідей.

Системи обробки природної мови (NLP) для аналізу та створення навчальних матеріалів

Технології обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP) дозволяють аналізувати великі обсяги тексту, витягуючи корисну інформацію, і на основі цього створювати нові навчальні матеріали. Системи NLP можуть автоматично структурувати текстові матеріали, спрощувати їх для кращого розуміння студентами або виділяти ключові моменти з наукових статей та підручників [27, с. 127].

Приклад інструменту:

IBM Watson – платформа, що використовує NLP для аналізу тексту та генерації нових матеріалів. Watson може допомогти автоматично створювати підсумки великих текстів або виділяти основні концепції для створення навчальних матеріалів.

Застосування в біоорганічній хімії:

Інструменти NLP можуть використовуватися для аналізу наукових статей з біоорганічної хімії та створення коротких підсумків для студентів. Наприклад, система може автоматично витягати важливі

аспекти досліджень ферментативних реакцій або синтезу органічних сполук і створювати на їх основі лекційні матеріали.

Системи рекомендацій

Системи рекомендацій на основі штучного інтелекту використовуються для того, щоб надавати студентам персоналізовані рекомендації щодо навчальних матеріалів. Ці системи аналізують попередні результати студентів та їхній прогрес у навчанні для того, щоб рекомендувати матеріали, які найкраще відповідають їхньому рівню та потребам [28, с. 58].

Приклад інструменту:

Coursera – онлайн-платформа, яка використовує системи рекомендацій на основі штучного інтелекту для того, щоб пропонувати студентам курси, адаптовані під їхні потреби. Алгоритми аналізують успішність студентів та рекомендують відповідні матеріали або курси для подальшого навчання [29, с. 290].

Застосування в біоорганічній хімії:

Системи рекомендацій можуть допомогти студентам автоматично отримувати персоналізовані навчальні матеріали з біоорганічної хімії, залежно від їхніх індивідуальних потреб. Наприклад, якщо студент демонструє труднощі з певною темою, система може запропонувати додаткові завдання або відео-уроки для поглиблення знань.

Отже, застосування штучного інтелекту для автоматизації створення матеріалів які можуть бути виростанні у навчанні біоорганічної хімії відкриває нові можливості для покращення якості освіти. Адаптивні платформи, генератори контенту, системи обробки природної мови та інтелектуальні тестові системи можуть суттєво спростити процес підготовки матеріалів та зробити його більш ефективним і персоналізованим для кожного студента.

2.3. Розвиток генеративного штучного інтелекту OpenAI: від GPT до GPT-4 та його можливості у створенні навчальних матеріалів

Генеративний штучний інтелект від OpenAI зробив значний прорив у галузі обробки природної мови та створення тексту на основі завдання користувача. Від моделі GPT до останньої версії GPT-4 ці технології пройшли шлях від простих текстових генерацій до багатофункціональних систем, здатних підтримувати складні освітні завдання, автоматизацію контенту й адаптацію до конкретних потреб студентів. Такий розвиток моделі GPT має особливе значення в сучасних умовах дистанційного навчання, яке вимагає високої гнучкості та індивідуального підходу до учасників освітнього процесу [30, с. 13]

Перший крок до сучасного генеративного штучного інтелекту був зроблений у 2019 році з випуском моделі GPT-2, яка мала 1.5 мільярда параметрів і змогла генерувати зв'язний текст за запитом. Модель спеціалізувалася на створенні логічних текстових структур і справляла враження природної мови. Незважаючи на певні обмеження, GPT-2 стала першим вагомим кроком до використання штучного інтелекту для автоматизації створення навчальних матеріалів, таких як короткі пояснення, конспекти та прості тести. У контексті біоорганічної хімії GPT-2 могла допомагати викладачам у розробці теоретичного матеріалу та базових глосаріїв для студентів, полегшуючи підготовку до занять.

У 2020 році OpenAI представила GPT-3, яка на той час стала найпотужнішою мовною моделлю з 175 мільярдами параметрів. Вона могла виконувати значно ширший спектр завдань, включаючи складні текстові операції, генерацію коду, переклад, аналіз і створення інтерактивного контенту [31, с. 10]. GPT-3 здатна була автоматично створювати навчальні матеріали, які враховували потреби студентів різних рівнів знань, а також допомагала у виконанні міждисциплінарних завдань, таких як біоорганічна хімія, яка поєднує хімію та біологію. В

освітньому контексті GPT-3 стала інструментом для створення адаптованих навчальних програм і тестів, що зробило її популярною серед викладачів, які потребували додаткової підтримки у дистанційному навчанні.

У 2023 році OpenAI випустила GPT-4, яка стала ще потужнішою моделлю з розширеними можливостями розуміння та обробки даних. На відміну від попередніх версій, GPT-4 може працювати з різними форматами даних, включаючи текст, зображення й числові дані, що робить її надзвичайно корисною для освітніх завдань. GPT-4 здатна генерувати текст, аналізувати зображення, інтерпретувати дані та навіть кодувати на основі опису, що розширює її потенціал для створення адаптивних та інтерактивних навчальних матеріалів [32, с. 12]. У сфері біоорганічної хімії GPT-4 надає унікальні можливості для автоматизації рутинних завдань, таких як розробка глосаріїв, підготовка практичних завдань і створення мультимедійних матеріалів. Вона може створювати детальні й адаптивні матеріали, які допомагають студентам зрозуміти складні концепції завдяки інтерактивності та доступності. Наприклад, GPT-4 здатна автоматично генерувати інтерактивні тести та вправи, що полегшують самоперевірку студентів, а також надавати різні рівні складності завдань, що дозволяє викладачам персоналізувати навчальний процес.

Однією з ключових переваг GPT-4 для навчання біоорганічної хімії є здатність моделювати лабораторні експерименти та хімічні реакції. У дистанційному навчанні, де фізичний доступ до лабораторій обмежений, GPT-4 може пропонувати студентам віртуальні лабораторні роботи, дозволяючи їм проводити моделювання хімічних реакцій в онлайн-середовищі [33, с. 30]. Це забезпечує можливість набувати практичних навичок і глибше розуміти біохімічні процеси, не виходячи за межі дистанційного формату. GPT-4 також може описувати механізми реакцій, візуалізувати молекулярні структури й пояснювати принципи біохімічних

процесів, що дозволяє студентам більш інтуїтивно засвоювати складні теми.

GPT-4 також може бути використана для аналізу успішності студентів. Використовуючи штучний інтелект для обробки даних про навчальні досягнення, GPT-4 може надавати викладачам рекомендації щодо коригування навчальних матеріалів і методів викладання. Наприклад, якщо GPT-4 виявить, що студенти мають труднощі з певними темами, вона може автоматично запропонувати додаткові матеріали чи практичні завдання, адаптуючи навчальний процес відповідно до потреб групи. Це дозволяє викладачам отримувати точнішу інформацію про успішність студентів і оперативно вживати заходів для покращення навчання [33, с. 31].

Завдяки своїм розширеним можливостям GPT-4 має потенціал для перетворення освітнього процесу. Вона дозволяє автоматизувати значну частину підготовки матеріалів, що звільняє час викладачів для інших важливих завдань. GPT-4 здатна не лише генерувати тексти, але й допомагати у створенні контенту, який відповідає сучасним вимогам інтерактивності, адаптивності та персоналізації. Таким чином, генеративний штучний інтелект не лише спрощує викладання та навчання, але й гарантує високу якість освітніх матеріалів, навіть за умов дистанційного навчання. [33, с. 13]. Таким чином, розвиток генеративного штучного інтелекту від OpenAI до GPT-4 відкриває нові перспективи для автоматизації навчальних процесів, зокрема для таких складних дисциплін, як біоорганічна хімія. Використання GPT-4 у створенні навчальних матеріалів, тестів і віртуальних лабораторних робіт дозволяє адаптувати освіту до дистанційного формату, забезпечуючи індивідуальний підхід і високу ефективність навчання навіть за відсутності фізичної взаємодії. Це робить GPT-4 цінним інструментом для подальшого розвитку та вдосконалення освітніх технологій.

Отже, можна зробити висновок, що генеративний штучний інтелект OpenAI, особливо модель GPT-4, відкрив нові можливості для автоматизації освітніх процесів, що критично важливо для дистанційного навчання. Від створення індивідуальних матеріалів та тестів до моделювання віртуальних лабораторних експериментів, GPT-4 надає викладачам і студентам адаптивні інструменти для підвищення ефективності навчання. Це дозволяє зробити процес гнучкішим, індивідуальним і доступним для всіх учасників, навіть за відсутності фізичної взаємодії.

РОЗДІЛ 3.
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО
ІНТЕЛЕКТУ CHATGPT-4 ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТВОРЕННЯ
НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ПРИКЛАДІ ТЕМИ
"ВУГЛЕВОДИ"

3.1. Аналіз можливостей штучного інтелекту ChatGPT-4 для генерації плану лекцій та розробки лекційного матеріалу для дистанційних занять на тему "Вуглеводи"

Як приклад матеріалу, який повинна охоплювати дана тема, було обрано підручник з біоорганічної хімії Ю.І. Губського [31, с. 416]. Наразі штучний інтелект не має прямого доступу до повного тексту цього підручника, проте він може знайти загальнодоступні фрагменти та огляди цього підручника в інтернеті, що розкривають основні теми.

Розробка плану лекції

Оскільки тема "Вуглеводи" є досить об'ємною, навчальний матеріал було розділено на дві лекції тривалістю 1 година 20 хвилин.

Запит для штучного інтелекту: "Розроби план двох лекцій для теми «Вуглеводи», спираючись на наступні пункти, які мають бути розкриті: загальна характеристика вуглеводів, моносахариди та їх похідні, олігосахариди, гомополісахариди, гетерополісахариди." Результат запити відображений у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Результат, згенерований штучним інтелектом за запитом розробки плану лекцій

Лекція 1: Загальна характеристика вуглеводів. Моносахариди
 (Тривалість: 1 година 20 хвилин)

1. Вступ (10 хвилин)

- Вуглеводи: загальна характеристика
 - Вуглеводи визначаються як органічні сполуки, що містять атоми Карбону, Гідрогену та Оксигену.

<ul style="list-style-type: none"> ○ Роль вуглеводів у природі та їх функції в організмі: джерело енергії, структурні компоненти, участь у клітинній комунікації. ○ Класифікація вуглеводів: моносахариди, олігосахариди, полісахариди. <p>2. Моносахариди: структура та властивості (25 хвилин)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Хімічна структура моносахаридів <ul style="list-style-type: none"> ○ Основні групи моносахаридів: альдози та кетози. ○ Структурні формули глюкози, фруктози, рибози та дезоксирибози. ○ Стереοізомерія моносахаридів: D- і L-форми, поняття про аномерні форми. ● Фізіологічна роль моносахаридів <ul style="list-style-type: none"> ○ Глюкоза як основний джерело енергії для клітин. ○ Рибоза та дезоксирибоза – компоненти нуклеїнових кислот. ○ Фруктоза – компонент метаболічних шляхів у печінці. <p>3. Похідні моносахаридів (25 хвилин)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Похідні моносахаридів: <ul style="list-style-type: none"> ○ Утворення похідних за участі гідроксильних та карбоксильних груп (наприклад, глікозиди). ○ Аскорбінова кислота (вітамін С) як похідне вуглеводів. ○ Участь моносахаридів у біохімічних реакціях: фосфорильовані форми (глюкозо-6-фосфат). <p>4. Підсумок та дискусія (20 хвилин)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Підсумкові висновки щодо важливості моносахаридів у біохімічних процесах. ● Питання для дискусії: Які наслідки порушень обміну глюкози для організму? <p>Лекція 2: Олігосахариди та полісахариди (Тривалість: 1 година 20 хвилин)</p> <p>1. Олігосахариди: структура та функції (25 хвилин)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Олігосахариди: визначення та будова <ul style="list-style-type: none"> ○ Олігосахариди як сполуки, що складаються з 2-10 моносахаридних залишків. ○ Структура найважливіших олігосахаридів: сахароза, лактоза, мальтоза. ○ Зв'язок між моносахаридами: глікозидні зв'язки. ● Фізіологічна роль олігосахаридів <ul style="list-style-type: none"> ○ Роль сахарози в метаболізмі. ○ Лактоза та її значення в харчуванні новонароджених. ○ Мальтоза як продукт розщеплення крохмалю. <p>2. Полісахариди: гомополісахариди та гетерополісахариди (30 хвилин)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Гомополісахариди: <ul style="list-style-type: none"> ○ Структура та функції крохмалю та глікогену: їхня роль як резервних вуглеводів у рослинах і тваринах. ○ Целюлоза – структурний полісахарид у рослинах. ○ Біологічне значення крохмалю та целюлози, різниця в їх хімічній структурі та фізичних властивостях. ● Гетерополісахариди:

<ul style="list-style-type: none"> ○ Структура та біологічна роль гетерополісахаридів (наприклад, гіалуронова кислота, хондроїтинсульфати). ○ Участь гетерополісахаридів у побудові міжклітинної речовини, захисті та змащенні суглобів. <p>3. Біологічні функції полісахаридів (15 хвилин)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Роль полісахаридів у метаболізмі та фізіологічних процесах <ul style="list-style-type: none"> ○ Роль глікогену в підтриманні рівня глюкози в крові. ○ Целюлоза та її важливість для травлення (клітковина). <p>4. Підсумок та дискусія (10 хвилин)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Узагальнення функцій різних класів полісахаридів. <p>Питання для обговорення: Як структура полісахаридів впливає на їх функції?</p>

Аналіз розробленого штучним інтелектом плану лекцій з теми «Вуглеводи» демонструє, що структура і зміст матеріалу добре продумані. Перша лекція присвячена загальній характеристиці та моносахаридам, друга – олігосахаридам і полісахаридам, що дозволяє студентам послідовно засвоювати інформацію, переходячи від простих до складніших молекул. Такий підхід сприяє систематичному вивченню теми.

Глибина охоплення матеріалу забезпечує детальне розуміння хімічних структур та функцій вуглеводів. В першій лекції акцент зроблено на моносахаридах, таких як глюкоза і фруктоза, що є фундаментом для розуміння біохімічних процесів. Друга лекція чітко висвітлює олігосахариди та полісахариди, розкриваючи їх роль у зберіганні та структурних функціях, з акцентом на важливість крохмалю, целюлози та глікогену.

Особлива увага приділяється практичному застосуванню знань, лекції підкреслюють біологічну роль вуглеводів у метаболізмі та енергетичних процесах організму. Це робить матеріал більш значущим для студентів біоорганічної хімії, дозволяючи їм пов'язати теоретичні знання з реальними біохімічними процесами.

Загалом, план лекцій є добре структурованим, відповідає вимогам курсу біоорганічної хімії і дає студентам можливість глибоко опанувати тему «Вуглеводи».

Висновок. Штучний інтелект може значно автоматизувати процес розробки планів лекцій, ефективно створюючи структуровані та змістовні матеріали на основі чітко сформованих запитів. Завдяки здатності аналізувати надані дані та уривки з підручників, штучний інтелект може генерувати логічні та послідовні лекційні плани, які охоплюють необхідні теми, ключові концепції та приклади. Це дозволяє зекономити час викладачів на підготовку навчальних матеріалів і водночас забезпечити високий рівень їх якості та відповідність вимогам навчальних програм.

Особливо важливою є можливість застосування штучного інтелекту для дистанційного навчання. Штучний інтелект може швидко створювати плани уроків і навчальні завдання, адаптовані для онлайн-формату, що сприяє організації ефективного дистанційного навчання. Перевага полягає в тому, що викладачі можуть оперативно коригувати матеріали під конкретні потреби студентів і умови проведення занять. Водночас, штучний інтелект забезпечує гнучкість і можливість миттєвого реагування на зміни у навчальному процесі, що є особливо важливим для дистанційних занять.

Крім того, викладач може легко коригувати запропонований план шляхом нових запитів, спрямованих на розширення або скорочення певних пунктів розробленого плану, забезпечуючи таким чином інтеграцію творчого та технологічного підходів до навчання.

Розробка лекційного матеріалу

Запит для штучного інтелекту: "Розроби лекційний матеріал для лекції, спираючись на план лекції №1". Результат запиту відображений в таблиці 3.2.

**Результат, згенерований штучним інтелектом за запитом розробки матеріалу
для лекцій**

Лекційний матеріал до теми «Вуглеводи» (Лекція 1)

1. Вступ: Загальна характеристика вуглеводів (10 хвилин)

Вуглеводи — це клас органічних сполук, які складаються з Карбону, Гідрогену та Оксигену. Вони відіграють ключову роль у житті всіх живих організмів. Основна формула більшості вуглеводів — $C_n(H_2O)_n$, яка відображає пропорційний склад води у їх структурі.

Функції вуглеводів в організмі:

- **Енергетична:** Глюкоза є основним джерелом енергії для більшості клітин.
- **Резервна:** У рослин та тварин вуглеводи зберігаються у вигляді крохмалю або глікогену.
- **Структурна:** Вуглеводи беруть участь у побудові клітинних стінок рослин (целюлоза) та формуванні міжклітинного матриксу в організмі тварин.
- **Регуляторна:** Вони виконують функції в регуляції клітинної комунікації та імунної відповіді.

Класифікація вуглеводів:

1. **Моносахариди** (найпростіші вуглеводи, наприклад, глюкоза, фруктоза).
2. **Олігосахариди** (складаються з кількох моносахаридів, наприклад, сахароза, лактоза).
3. **Полісахариди** (довгі ланцюги з моносахаридних залишків, наприклад, крохмаль, целюлоза).

2. Моносахариди: Структура та властивості (25 хвилин)

Моносахариди — це найпростіші вуглеводи, що не можуть бути гідролізовані до простіших цукрів. Вони є основними будівельними блоками для всіх складніших вуглеводів.

- **Класифікація моносахаридів:**
 - **Альдози** — моносахариди, які мають альдегідну групу ($-CHO$) (наприклад, глюкоза).
 - **Кетози** — містять кетонну групу ($-C=O$) (наприклад, фруктоза).

Хімічна структура моносахаридів:

- Моносахариди складаються з 3-7 атомів вуглецю. Найважливішими є пентози (рибоза, дезоксирибоза) та гексози (глюкоза, фруктоза).
- Глюкоза — один з найважливіших моносахаридів, має формулу $C_6H_{12}O_6$ і існує у двох формах: D-глюкоза та L-глюкоза. У природі зустрічається лише D-глюкоза, яка використовується клітинами для отримання енергії.

Стереοізомерія моносахаридів:

- Моносахариди демонструють стереοізомерію — явище існування кількох форм однієї речовини через різне розташування атомів у просторі.
- Приклад: D- та L-форми глюкози. Ці форми є дзеркальними відображеннями одна одної, але тільки D-форма використовується у біохімічних реакціях.

3. Похідні моносахаридів (25 хвилин)

Моносахариди можуть утворювати численні похідні, які відіграють важливу роль у метаболічних процесах. Основними похідними є:

- **Глікозиди:** Утворюються внаслідок зв'язування моносахариду з іншими молекулами через глікозидний зв'язок. Прикладом є нуклеозиди, що

- складаються з рибози або дезоксирибози, сполучених з азотистими основами у ДНК та РНК.
- Фосфорильовані форми моносахаридів: Глюкозо-6-фосфат є ключовим метаболітом у гліколізі, окисненні глюкози, який надає енергію для клітин.
- Аскорбінова кислота (вітамін С): Є похідним моносахаридів і важливим антиоксидантом, який підтримує імунну систему та бере участь у синтезі колагену.

4. Підсумок та дискусія (20 хвилин)

- Ключові моменти:
 - Моносахариди є основними джерелами енергії для організму.
 - Їх похідні відіграють важливу роль у різних біохімічних процесах, включаючи енергетичний метаболізм і захист клітин від окисного стресу.

Дискусія: Як порушення метаболізму глюкози може вплинути на загальний енергетичний стан організму? (Обговорення патологій, пов'язаних з обміном глюкози, наприклад, цукровий діабет).

Аналіз розробленого лекційного матеріалу до теми «Вуглеводи» (Лекція 1) показує, що він добре структурований і охоплює ключові аспекти теми.

1. *Вступ.* Чітке пояснення загальної характеристики вуглеводів, їхньої ролі в організмі та класифікації створює міцну основу для розуміння теми. Обговорення основних функцій вуглеводів (енергетична, резервна, структурна, регуляторна) допомагає студентам сформувати цілісне уявлення про їх значення в біологічних процесах.
2. *Моносахариди.* Цей блок добре деталізований і охоплює такі важливі аспекти, як класифікація, хімічна структура та стереоізомерія. Розгляд альдоз і кетоз дозволяє студентам зрозуміти основні типи моносахаридів. Особлива увага приділяється глюкозі як ключовому моносахариду, що підкреслює її біологічну значущість.
3. *Похідні моносахаридів.* Розкриття похідних, таких як глікозиди та фосфорильовані форми, показує їхню важливість у метаболічних

процесах. Згадка про аскорбінову кислоту (вітамін С) додає практичного аспекту лекції, підкреслюючи важливі біохімічні функції.

Проте лекційному матеріалу бракує структурних формул і хімічних реакцій, що є важливими для розуміння складних біохімічних процесів. Додавання таких елементів зробить матеріал більш наочним і сприятиме кращому засвоєнню студентами хімічної природи вуглеводів. Ось конкретні пропозиції щодо вдосконалення:

1. *Структурні формули.* Додавання зображень структур моносахаридів (глюкоза, фруктоза) та їх похідних, таких як глікозиди і фосфорильовані форми, покращить розуміння хімічної будови вуглеводів.
2. *Хімічні реакції.* Представлення реакцій синтезу і розпаду вуглеводів (гідроліз, гліколіз) допоможе студентам краще зрозуміти енергетичний метаболізм.
3. *Стереοізомерія.* Візуалізація D- і L-форм моносахаридів і стереοізомерів покращить сприйняття матеріалу, особливо у біохімічному контексті.

Ці вдосконалення сприятимуть глибшому розумінню хімічних процесів і структур вуглеводів, роблячи лекції більш ефективними та наочними.

Висновок. Штучний інтелект, попри свої численні переваги, не здатен замінити людського викладача у створенні повноцінної лекції. Його можливості обмежуються автоматизацією розробки розширеного плану лекційного матеріалу, що будується на конкретних запитах. Штучний інтелект може допомогти викладачам структурувати інформацію, виділяти основні теми, концепції та організовувати матеріал у зручному, добре структурованому форматі. Однак, для викладання складних і багатогранних дисциплін, таких як хімія, необхідна участь викладача, який не лише зможе додати до лекції релевантні приклади,

хімічні формули та реакції, але й надати додаткові пояснення, що сприяють глибшому розумінню складних процесів.

Викладач несе відповідальність за адаптацію лекційного матеріалу до рівня знань та потреб студентів, враховуючи їхні запитання та реакції в процесі навчання. Саме така взаємодія надає можливість зробити навчання індивідуальним і стимулюючим. Тому штучний інтелект виступає потужним інструментом для підтримки викладача, полегшуючи підготовку матеріалів та оптимізуючи час на організацію курсу, але він не може забезпечити глибину та якість навчального досвіду, які можуть надати лише фахівці. Таким чином, штучний інтелект – це помічник, а не замітник, коли йдеться про створення якісних та інформативних лекцій для різних форм навчання.

3.2. Розробка тестових завдань відповідно до запропонованого лекційного матеріалу

Запит для штучного інтелекту: ««Розроби тестові завдання для тесту «Вуглеводи: моносахариди та їх похідні». Завдання повинні охопити склад, будову, фізичні та хімічні властивості моносахаридів». Результат запиту відображений у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Результат, згенерований штучним інтелектом за запитом розробки тестових завдань

<p>Тест «Вуглеводи: моносахариди та їх похідні»</p> <p><i>Тестові завдання (багатоваріантні запитання)</i></p> <p>1. Який тип хімічного зв'язку утворюється між моносахаридами в оліго- та полісахаридах?</p> <p>а) Пептидний зв'язок б) Глікозидний зв'язок в) Іонний зв'язок г) Сульфідний зв'язок</p> <p>2. До якого класу моносахаридів належить глюкоза?</p>
--

- a) Кетоза
 - b) Альдоза
 - c) Пентоза
 - d) Полісахарид
3. Яка з наведених речовин є похідною моносахаридів?
- a) Аскорбінова кислота
 - b) Лактоза
 - c) Целюлоза
 - d) Крохмаль
4. Яка функція глюкози в організмі людини?
- a) Основне джерело енергії
 - b) Структурний компонент клітинної мембрани
 - c) Резерв енергії у формі крохмалю
 - d) Захист від ультрафіолетового випромінювання
5. Який із наступних цукрів є прикладом кетози?
- a) Глюкоза
 - b) Рибоза
 - c) Фруктоза
 - d) Галактоза
6. Що таке стереоізомерія?
- a) Молекули з однаковою кількістю атомів, але різною молекулярною масою
 - b) Молекули, які мають однаковий склад, але різне просторове розташування атомів
 - c) Молекули, що утворюють полімерні ланцюги
 - d) Молекули, що мають однакову просторову будову
7. Як називається форма глюкози, яка використовується у більшості біохімічних реакцій?
- a) D-глюкоза
 - b) L-глюкоза
 - c) D-фруктоза
 - d) L-фруктоза

Тестові завдання (так/ні)

8. Глюкоза є основним джерелом енергії для клітин організму.
Так / Ні
9. Моносахариди не можуть гідролізуватися до простіших вуглеводів.
Так / Ні
10. Альдоза мають альдегідну групу (-CHO) у своїй структурі.
Так / Ні
11. Фруктоза є прикладом альдоза.
Так / Ні
12. Стереоізомерія не має значення для біохімічної активності моносахаридів.
Так / Ні

Аналіз розроблених тестових завдань тесту «Вуглеводи: моносахариди та їх похідні» показує, що завдання добре охоплюють основні нові поняття лекції та відповідають ключовим навчальним цілям.

Позитивні аспекти:

1. *Різноманітність форматів завдань.* Тестові завдання включають як багатоваріантні запитання, так і запитання типу "так/ні", що дозволяє перевірити різні рівні розуміння матеріалу.
2. *Охоплення основних тем.* Запитання охоплюють ключові аспекти лекції, такі як типи хімічних зв'язків, класифікація моносахаридів, похідні моносахаридів та їх функції, стереоізомерія. Це дозволяє всебічно оцінити знання студентів.
3. *Фокус на біохімічні процеси.* Запитання, пов'язані з функціями глюкози, стереоізомерією та похідними моносахаридів, допомагають студентам зрозуміти практичне значення цих сполук у біохімічних процесах.
4. *Чітке формулювання.* Запитання сформульовані ясно і лаконічно, що спрощує сприйняття матеріалу студентами.

Пропозиції щодо покращення:

1. *Додавання хімічних структур.* Тест не містить завдань із зображенням хімічних структур або реакцій. Було б корисно додати завдання на визначення або зіставлення структур моносахаридів (наприклад, глюкози і фруктози) або розпізнавання хімічних зв'язків між ними.
2. *Поглиблені запитання.* Більшість запитань спрямовані на базове розуміння теми. Для поглибленого аналізу варто додати запитання, що потребують більше аналітичного підходу, наприклад, порівняння біохімічних функцій моносахаридів та їх похідних або опис ролі стереоізомерії в конкретних біохімічних реакціях.

Висновок. Штучний інтелект може автоматизувати процес розробки тестових завдань, спираючись на матеріал, що буде завантажений для

аналізу. Завдяки здатності штучного інтелекту швидко опрацьовувати та структурувати інформацію, він може генерувати різноманітні типи тестових завдань, включаючи багатоваріантні запитання та завдання типу "так/ні". Це значно полегшує підготовку навчальних матеріалів, дозволяючи викладачам заощаджувати час і зосереджуватися на вдосконаленні навчального процесу. Особливо це корисно для дистанційних занять, де швидка адаптація навчальних планів і завдань є важливою для ефективного навчання.

Перевагою штучного інтелекту у дистанційному навчанні є можливість автоматично генерувати різноманітні завдання та адаптувати їх до різних форматів, що підвищує інтерактивність уроків та забезпечує індивідуальний підхід до кожного студента. Однак, для досягнення найкращих результатів, викладачі можуть доповнювати такі завдання складнішими елементами, як-от хімічні структури чи приклади з клінічної практики, що забезпечує більш глибоке розуміння теми.

3.3. Аналіз можливостей штучного інтелекту в розробці глосарію до запропонованої теми

Запит для штучного інтелекту: «Розроби глосарій для студентів з предмету біоорганічна хімія з теми «Вуглеводи». Глосарій має включати загальну характеристику вуглеводів, моносахариди та їх похідні, олігосахариди, гомополісахариди, гетерополісахариди.» Результат запиту відображено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Результат, згенерований штучним інтелектом за запитом розробки глосарію

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Вуглеводи – органічні сполуки, що містять атоми з Карбону, Оксигену, Нітрогену. Вони виконують енергетичну, структурну, резервну та регуляторну функції в живих організмах. 2. Моносахариди – найпростіші вуглеводи, що не підлягають подальшому гідролізу. Вони є основними будівельними блоками для оліго- і |
|--|

3. полісахаридів.
4. **Глюкоза** – гексозний моносахарид, який є основним джерелом енергії для клітин організму.
5. **Фруктоза** – кетозний моносахарид, присутній у фруктах і меді, який легко перетворюється на глюкозу в організмі.
6. **Рибоза** – пентозний моносахарид, що є компонентом РНК.
7. **Дезоксирибоза** – пентозний моносахарид, що є складовою частиною ДНК.
8. **Альдози** – клас моносахаридів, що містять альдегідну групу (-CHO). Наприклад, глюкоза.
9. **Кетози** – клас моносахаридів, що містять кетонну групу (-C=O). Наприклад, фруктоза.
10. **Стереоізомерія** – явище, при якому молекули мають однаковий хімічний склад, але різне просторове розташування атомів. Приклад: D- і L-форми глюкози.
11. **Енантіомери** – стереоізомери, що є дзеркальними відображеннями один одного, наприклад, D- і L-глюкоза.
12. **Аномери** – тип стереоізомерії, що виникає в результаті циклізації моносахаридів. Наприклад, α - і β -аномери глюкози.
13. **Глікозидний зв'язок** – ковалентний зв'язок між двома моносахаридами, що утворюється в результаті реакції між гідроксильною групою одного моносахариду та гідроксильною групою іншого.
14. **Олігосахариди** – вуглеводи, що складаються з кількох моносахаридних залишків, з'єднаних глікозидними зв'язками. Приклад: сахароза, лактоза.
15. **Лактоза** – дисахарид, що складається з глюкози і галактози, основний цукор молока.
16. **Мальтоза** – дисахарид, що складається з двох молекул глюкози. Вона є проміжним продуктом при розщепленні крохмалю.
17. **Гомополісахариди** – полісахариди, що складаються з одного типу моносахаридів. Наприклад, крохмаль, целюлоза, глікоген.
18. **Крохмаль** – резервний полісахарид у рослинах, що складається з глюкозних залишків, зв'язаних α -глікозидними зв'язками.
19. **Глікоген** – резервний полісахарид у тварин, який накопичується в печінці та м'язах. Його структура подібна до крохмалю, але він має більш розгалужену форму.
20. **Целюлоза** – структурний полісахарид рослин, що складається з β -глюкозних залишків, утворює основну частину клітинних стінок.
21. **Хітин** – гомополісахарид, що складається з модифікованих глюкозних залишків і є основним компонентом зовнішнього скелета членистоногих і клітинних стінок грибів.
22. **Гетерополісахариди** – полісахариди, що складаються з різних типів моносахаридів. Вони виконують структурні або захисні функції.
23. **Глікозаміноглікани (ГАГ)** – клас гетерополісахаридів, що складаються з повторюваних дисахаридних одиниць. Вони є компонентами міжклітинної речовини та беруть участь у підтримці структури тканин.
24. **Гіалуронова кислота** – глікозаміноглікан, що бере участь у формуванні міжклітинної речовини і є важливим для збереження водного балансу тканин.
25. **Хондроїтинсульфат** – глікозаміноглікан, що входить до складу хрящової тканини і сприяє її еластичності та міцності.

26. **Гліколіз** – метаболічний процес, під час якого глюкоза розщеплюється до пірувату з утворенням енергії у вигляді АТФ.
27. **Глюконеогенез** – процес синтезу глюкози з не-вуглеводних джерел, таких як амінокислоти або гліцерин.
28. **Пентозофосфатний шлях** – метаболічний шлях, який забезпечує клітини рибозою для синтезу нуклеотидів і НАДФН для відновлювальних процесів.

Аналізуючи розроблений глосарій можна зауважити, що він має детальну та послідовну структуру, що охоплює основні поняття, пов'язані з вуглеводами та їх роллю в біологічних процесах. Нижче наведено кілька зауважень щодо його змісту та можливих удосконалень:

Позитивний результат:

1. *Широке охоплення теми.* Глосарій включає терміни, що охоплюють як базові, так і складні поняття, пов'язані з вуглеводами, такими як моносахариди, олігосахариди, гомополісахариди та гетерополісахариди. Це робить його корисним для студентів різного рівня підготовки.
2. *Баланс між теорією та прикладними аспектами.* Глосарій включає як теоретичні поняття (наприклад, стереоізомерія, глікозидний зв'язок), так і терміни, що пояснюють їх практичне застосування в біохімічних процесах (наприклад, гліколіз, глюконеогенез). Це сприяє глибшому розумінню взаємозв'язків між структурою вуглеводів і їх функціями.
3. *Послідовність та чіткість.* Всі терміни представлені послідовно і чітко, що полегшує студентам їх сприйняття. Кожне визначення формулюється лаконічно і пояснює ключові аспекти терміну.
4. *Включення метаболічних шляхів.* Додавання таких понять, як гліколіз, глюконеогенез та пентозофосфатний шлях, додає глибину до матеріалу, оскільки пояснює основні процеси метаболізму вуглеводів.
5. *Ілюстрація різноманітності вуглеводів.* Глосарій ефективно показує різноманітність вуглеводів, включаючи різні класи (моносахариди,

олігосахариди, полісахариди) та їх похідні, що дозволяє студентам краще зрозуміти їхню хімічну структуру та функції в організмі.

Штучний інтелект має кілька позитивних аспектів у створенні глосарію: він швидко генерує базові визначення, структурує матеріал і забезпечує загальне уявлення про основні поняття теми. Однак, у багатьох випадках ці визначення є неповними і потребують суттєвих уточнень для забезпечення глибокого розуміння, необхідного в рамках курсу біоорганічної хімії.

Наприклад, визначення глюкози, яке пропонує штучний інтелект – “Глюкоза – гексозний моносахарид, який є основним джерелом енергії для клітин організму”, – є спрощеним і не враховує всіх важливих характеристик. Порівняємо з повним визначенням, яке охоплює її склад, будову та властивості: “Глюкоза – це альдогексоза, моносахарид, відновлюючий цукор, основне джерело енергії для клітин організму”, – визначення, сформоване штучним інтелектом, недостатньо для поглибленого розуміння теми.

Ще один приклад – визначення моносахаридів. Штучний інтелект описує їх як “найпростіші вуглеводи, що не підлягають подальшому гідролізу і є основними будівельними блоками для оліго- і полісахаридів”. Однак повне визначення повинно містити інформацію про їхню хімічну природу: “Моносахариди – це поліоксиальдегіди чи поліоксикетони, які не гідролізуються”. Така детальність критично важлива для студентів, що вивчають хімію вуглеводів.

Висновок. Більше половини визначень, згенерованих штучним інтелектом, потребують суттєвих доповнень та уточнень для досягнення повного розуміння теми, що є необхідним у навчальному процесі, особливо в таких складних дисциплінах, як біоорганічна хімія. Хоча штучний інтелект здатний створити базові, структуровані визначення, які можуть бути корисними для початкового ознайомлення, він часто не

враховує тонкощів термінології, важливих для формування коректного і глибокого розуміння матеріалу.

Використання штучного інтелекту для створення глосарію є нерациональним, оскільки він може забезпечити лише попередню основу, яка вимагає подальшого доопрацювання і корекції з боку фахівця. Остаточне наповнення глосарію вимагає точності у визначенні хімічних понять і властивостей, які є критично важливими для розуміння студентами. Штучний інтелект не здатен коректно передати складні концепції, включаючи їхню хімічну структуру, властивості та функціональні відмінності, що мають велике значення для прикладних і лабораторних аспектів курсу.

Таким чином, для створення якісного навчального матеріалу штучний інтелект може бути лише інструментом допомоги на початковому етапі, а кінцевий результат залежить від компетентності викладача, який адаптує матеріал до рівня і потреб студентів, забезпечуючи наукову точність і логічну послідовність навчального контенту.

Отже, підсумовуючи цей розділ, можна зробити висновок, що штучний інтелект є потужним інструментом, який здатен автоматизувати підготовку навчальних матеріалів, надаючи викладачам можливість ефективніше організовувати лекційні плани, тестові завдання та інші освітні ресурси. Завдяки здатності штучного інтелекту швидко аналізувати інформацію та структурувати її відповідно до заданих критеріїв, викладачі можуть заощаджувати час на створенні базових структур, залишаючи більше ресурсів для творчої та індивідуальної адаптації матеріалів. Штучний інтелект також є важливим інструментом для дистанційного навчання, дозволяючи оперативно коригувати навчальні плани та завдання, що підвищує гнучкість навчального процесу та полегшує викладачам реагування на зміни.

Однак, штучний інтелект не здатен повністю замінити викладача у процесі створення навчальних матеріалів. Особливо це стосується складних дисциплін, таких як біоорганічна хімія, де для забезпечення глибокого розуміння потрібні точні визначення та пояснення, які включають термінологічні та структурні нюанси. Більшість визначень, згенерованих штучним інтелектом, є спрощеними і часто потребують суттєвих доповнень та коригувань з боку фахівця, оскільки не враховують тонкощів і важливих характеристик, критично необхідних для формування глибокого розуміння теми студентами.

Таким чином, штучний інтелект виступає інструментом для попередньої підготовки матеріалу, однак основна роль у створенні якісного навчального контенту залишається за викладачем. Компетентний спеціаліст здатен адаптувати матеріал відповідно до рівня та потреб студентів, забезпечуючи наукову точність, логічну послідовність і глибину знань, необхідні для ефективного навчання.

ВИСНОВКИ

1. Розкрито поняття штучного інтелекту як міждисциплінарної галузі знань, яка об'єднує різні методи та технології для створення систем, здатних вирішувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту. Також описано основні методи та алгоритми штучного інтелекту, до яких відносять машинне навчання, обробку природної мови, генеративні нейронні мережі та системи рекомендацій.

2. Встановлено, що використання штучного інтелекту в освіті має значні переваги, зокрема в персоналізації навчального процесу, автоматизації рутинних завдань, забезпеченні доступності та інтерактивності навчальних матеріалів. Водночас застосування штучного інтелекту супроводжується низкою викликів, серед яких технічна інфраструктура, необхідність підвищення цифрових навичок, етичні питання та контроль якості створених матеріалів. Однак, попри ці виклики, штучний інтелект має великий потенціал для вдосконалення освітнього процесу, особливо в умовах дистанційного навчання.

3. Розглянуто основні інструменти штучного інтелекту, які можуть бути застосовані для автоматизації створення навчальних матеріалів у біоорганічній хімії. Зокрема, адаптивні навчальні платформи, генератори контенту, системи обробки природної мови та інтелектуальні тестові системи пропонують широкі можливості для індивідуалізації освітнього процесу, підвищуючи його ефективність. Також підкреслено важливість систем рекомендацій, які допомагають студентам отримувати персоналізовані матеріали для подальшого розвитку. Використання цих інструментів значно спрощує процес підготовки навчальних матеріалів і покращує якість навчання.

4. З'ясовано, що біоорганічна хімія, як складна і фундаментальна дисципліна, стикається з численними викликами в умовах дистанційного навчання, такими як обмежений доступ до лабораторних занять,

візуалізації та прямої взаємодії між викладачем і студентом. Впровадження штучного інтелекту в навчальний процес пропонує ефективні рішення для подолання цих проблем. Використання адаптивних систем на базі штучного інтелекту дозволяє створювати актуальні матеріали та завдання, а також проводити віртуальні лабораторії. Це значно підвищує ефективність навчання, забезпечуючи доступ до інтерактивних моделей та своєчасного зворотного зв'язку, навіть в умовах дистанційної форми освіти.

5. На прикладі теми «Вуглеводи» досліджено можливості штучного інтелекту для автоматизації створення методичних матеріалів з біоорганічної хімії. Виявлено, що штучний інтелект може використовуватися для автоматичного генерування лекційних планів, навчальних матеріалів, тестів та глосаріїв, що дає змогу викладачам суттєво зекономити час на початкових етапах підготовки. Однак при створенні лекційного матеріалу та глосарію, матеріали, створені штучним інтелектом, потребують ретельного перегляду та доопрацювання досвідченим викладачем, який може вдосконалити контент на основі свого професійного досвіду. У таких складних дисциплінах, як біоорганічна хімія, особливе значення мають точність термінології та глибоке розуміння структурних нюансів, тому найбільший потенціал штучний інтелект розкриває у співпраці з викладачем, що підвищує якість та ефективність навчального процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Katarzyna A., Savvidou C., Chris A. Who wrote this essay? Detecting AI-generated writing in second language education in higher education. *Teaching English with Technology*. 2023. Volume 23, Issue 2. P. 25-43.
URL: <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=1167849> (дата звернення 03.09.2024)
2. Ivanov S. The dark side of artificial intelligence in higher education. *The Service Industries Journal*. 2023. Volume 43, Issue 15-16. P. 1055-1082.
URL: <https://doi.org/10.1080/02642069.2023.2258799> (дата звернення 03.10.2024)
3. Бобро Н. Ефективність використання штучного інтелекту в освітньому процесі. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 14(28). С. 168-174.
URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/8222> (дата звернення 01.10.2023)
4. Ягодзінський С. М. Антропоморфні інформаційні мережі та конвергуючі технології: виклик людству чи крок вперед? *Штучний інтелект*. 2023. № 1. С. 29-35.
URL: <http://surl.li/cvoqjv> (дата звернення 01.10.2024)
5. Мар'єнко М., Коваленко В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*. 2023. № 38(1). С. 48-53.
URL: <http://surl.li/ovjrkn> (дата звернення 29.09.2024)
6. Климчук І.Г., Огієвич К.С., Решнова С.Ф. Аналіз та оцінка потенціалу штучного інтелекту для вдосконалення та автоматизації створення методичного забезпечення з біоорганічної хімії і біохімії в умовах дистанційного навчання: Інтелектуальний ресурс сьогодення: наукові задачі, розвиток та запитання: збірник наукових праць з матеріалами III Міжнародної наукової конференції, м. Одеса, 20 вересня, 2024 року.

Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: ТОВ “УКРЛОГОС Груп”, 2024. С. 231-234.

ISBN 978-617-8440-13-8

DOI 10.62731/mcnd-20.09.2024

URL: <http://surl.li/wbzgyw> (дата звернення 21.09.2024)

7. Guilherme A. AI and education: The importance of teacher and student relations. *AI & SOCIETY*. 2019. Volume 34, Issue 1. P. 47-54.
URL: <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0693-8> (дата звернення 03.09.2024)
8. Garg S., Sharma S. Impact of artificial intelligence in special need education to promote inclusive pedagogy. *International Journal of Information and Education Technology*. 2020. Volume 10, Issue 7. P. 523-527.
URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.02029> (дата звернення 04.09.2024)
9. Fui-Hoon Nah F., Zheng R., Cai J., Siau K., Chen L. Generative AI and ChatGPT: Applications, challenges, and AI-human collaboration. *Journal of Information Technology Case and Application Research*. 2023. Volume 25, Issue 3. P. 277-304.
URL: <https://doi.org/10.1080/15228053.2023.2233814> (дата звернення 05.09.2024)
10. Chen C.H., Law V., Huang K. Adaptive scaffolding and engagement in digital game-based learning. *Educational Technology Research and Development*. 2023. Volume 71, Issue 4. P. 1785-1798.
URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-023-10244-x> (дата звернення 05.09.2024)
11. Bostrom N. The superintelligent will: Motivation and instrumental rationality in advanced artificial agents. *Minds and Machines*. 2012. Volume 22, Issue 2. P. 71-85.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-012-9281-3> (дата звернення 27.09.2024)

12. Bembridge E., Levett-Jones T., Jeong S.Y. S. The transferability of information and communication technology skills from university to the workplace: A qualitative descriptive study. *Nurse Education Today*. 2011. Volume 31, Issue 3. P. 245-252.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2010.10.020> (дата звернення 05.09.2024)

13. Akgun S., Greenhow C. Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*. 2022. Volume 2, Issue 3. P. 431-440.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43681-021-00096-7> (дата звернення 06.09.2024)

14. Ahmad T. Scenario based approach to re-imagining the future of higher education which prepares students for the future of work. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*. 2019. Volume 10, Issue 1. P. 217-238.

URL: <http://surl.li/bdponq> (дата звернення 27.09.2024)

15. Malik A. R., Pratiwi Y., Andajani K., Numertayasa I. W., Suharti S., Darwis A. Exploring artificial intelligence in academic essay: Higher education student's perspective. *International Journal of Educational Research Open*. 2023. Volume 5. P. 117-138.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100296> (дата звернення 05.09.2024)

16. Muthmainnah U., Ibna Seraj P. M., Oteir I. Playing with AI to Investigate Human-Computer Interaction Technology and Improving Critical Thinking Skills to Pursue 21st Century Age. *Education Research International*. 2022. P. 1-17.

URL: <https://doi.org/10.1155/2022/6468995> (дата звернення 06.09.2024)

17. Ng D. T. K., Lee M., Tan R. J. Y., Hu X., Downie J. S., Chu S. K. W. A review of AI teaching and learning from 2000 to 2020. *Education and Information Technologies*. 2023. Volume 28, Issue 7. P. 8445-8501.
URL: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11491-w> (дата звернення 15.09.2024)
18. Ng D. T. K., Leung J. K. L., Su J., Ng R. C. W., Chu S. K. W. Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Educational Technology Research and Development*. 2023. Volume 71, Issue 1. P. 137-161.
URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-023-10203-6> (дата звернення 15.09.2024)
19. Locsin R. C., Soriano G. P., Juntasopeepun P., Kunaviktikul W., Evangelista L. S. Social transformation and social isolation of older adults: *Digital technologies, nursing, healthcare. Collegian*. 2021. Volume 28, Issue 5. P. 551-558.
URL: [https://www.collegianjournal.com/article/S1322-7696\(21\)00018-4/fulltext](https://www.collegianjournal.com/article/S1322-7696(21)00018-4/fulltext) (дата звернення 21.09.2024)
20. Pontual Falcão T., Mendes de Andrade e Peres F., Sales de Morais D.C., Oliveira G.S. Participatory methodologies to promote student engagement in the development of educational digital games. *Computers & Education*. 2017. Volume 116. P. 161-175.
URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131517302105?via%3DiHub> (дата звернення 21.09.2024)
21. Tapalova O., Zhiyenbayeva N. Artificial Intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *Electronic Journal of E-Learning*. 2022. Volume 20. P. 639-653.
URL: <https://academic-publishing.org/index.php/ejel/article/view/2597> (дата звернення 22.09.2024)

22. Green T.D., Donovan L.C. Learning anytime, anywhere through technology. *In The Wiley Handbook of Teaching and Learning*. 2018. P. 225-256.
URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118955901.ch9> (дата звернення 06.09.2024)
23. Nguyen A., Ngo H. N., Hong Y., Dang B., Nguyen B.P.T. Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*. 2023. Volume 28, Issue 4. P. 4221-4241.
URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-022-11316-w> (дата звернення 22.09.2024)
24. Ottenbreit-Leftwich A., Glazewski K., Jeon M., Jantaraweragul K., Hmelo-Silver C. E., Scribner A., Lee S., Mott B., & Lester J. Lessons Learned for AI Education with Elementary Students and Teachers. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2023. Volume 33, Issue 2. P. 267-289.
URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-022-00304-3> (дата звернення 23.09.2024)
25. Roll I., Wylie R. Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2016. Volume 26, Issue 2. P. 582-599.
URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-016-0110-3> (дата звернення 25.09.2024)
26. Serholt S., Barendregt W., Vasalou A., Alves-Oliveira P., Jones A., Petisca S., Paiva A. The case of classroom robots: Teachers' deliberations on ethical tensions. *AI & SOCIETY*. 2017. Volume 32, Issue 4. P. 613-631.
URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00146-016-0667-2> (дата звернення 24.09.2024)
27. Taylor M. E., Boyer W. Play-based learning: Evidence-based research to improve children's learning experiences in the kindergarten classroom. *Early Childhood Education Journal*. 2020. Volume 48, Issue 2. P. 127-133.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10643-019-00989-7> (дата звернення 16.09.2024)

28. Tegousi N., Drakopoulos V. Educational social networking services: The case of edmodo in the teaching practice. *Trends in Computer Science and Information Technology*. 2020. Volume 5, Issue 1. P. 58-64.

URL: <https://www.engineegroup.us/articles/TCSIT-5-124.php> (дата звернення 16.09.2024)

29. Zhang H., Lee I., Ali S., DiPaola D., Cheng Y., Breazeal C. Integrating ethics and career futures with technical learning to promote AI literacy for middle school students: An exploratory study. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2023. Volume 33, Issue 2. P. 290-324.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-022-00293-3> (дата звернення 13.09.2024)

30. Barash Y., Klang E., Konen E., Sorin V. ChatGPT-4 assistance in optimizing emergency department radiology referrals and imaging selection. *Journal of the American College of Radiology*. 2023. P. 13-15.

URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37423350/> (дата звернення 08.09.2024)

31. Cox A. M. Exploring the impact of Artificial Intelligence and robots on higher education through literature-based design fictions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2021. Volume 18, Issue 3. P. 1-19.

URL: <http://surl.li/hxtgrm> (дата звернення 18.09.2024)

32. Dimitriadou E., Lanitis A. A critical evaluation, challenges, and future perspectives of using artificial intelligence and emerging technologies in smart classrooms. *Smart Learning Environments*. 2023. Volume 10, Issue 12. P. 1-26.

URL: <http://surl.li/fnxxtm> (дата звернення 18.09.2024)

33. Hao K. What is ChatGPT? What to know about the AI Chatbot. *The Wall Street Journal*. 2023. P. 25-36.

URL: <http://surl.li/mujsnx> (дата звернення 02.10.2024)