

**Ольга КОБИЛИНСЬКА,**  
викладачка предметів «Хімія»,  
«Біологія і екологія»  
Бердичівського професійного  
будівельного ліцею

## **Інноваційні тренди хімічної освіти** (сучасний погляд на викладання хімії)

**Тренд** це, в широкому сенсі, **напрямок розвитку** в будь-якій сфері життя, або певне явище, продукт або предмет, що задає тон в цій сфері.

**Бути в тренді** означає «йти в ногу з часом» і залишатися в курсі останніх новинок. Відповідно, якщо ми говоримо про тренди в освіті, мова має йти про все те, що стосується освітньої діяльності: її організації, навчання, самих педагогів. Визнання трендів визначає подальші напрямки професійного розвитку педагога.

### **1. Інтеграція цифрових технологій**

#### **Віртуальні лабораторії**

**Опис:** Віртуальні лабораторії дозволяють здобувачам освіти виконувати хімічні експерименти в цифровому середовищі, використовуючи комп'ютерні симуляції.

#### **Переваги:**

- **Безпека:** Віртуальні експерименти усувають ризики, пов'язані з використанням небезпечних хімічних речовин та обладнання.
- **Доступність:** здобувачі освіти можуть проводити експерименти будь-де та будь-коли, маючи доступ до інтернету.
- **Економія:** Зменшується потреба в дорогому обладнанні та матеріалах.

#### **Віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR)**

**Опис:** Технології VR та AR дозволяють створювати інтерактивні тривимірні моделі хімічних структур та процесів. **Переваги:**

- **Занурення:** здобувачі можуть візуалізувати молекулярні структури та реакції в тривимірному просторі, що сприяє кращому розумінню.
- **Інтерактивність:** Можливість взаємодії з віртуальними об'єктами допомагає глибше засвоїти матеріал.

**Штучний інтелект (ШІ)** активно змінює підходи до навчання хімії, роблячи процес більш інтерактивним, адаптивним та глибшим. Завдяки можливостям ШІ здобувачі отримують доступ до потужних інструментів для моделювання, візуалізації та практичних експериментів, що значно підвищує ефективність навчання.

ШІ здатен обробляти великі обсяги даних, допомагаючи здобувачам освіти аналізувати хімічні дані та вивчати закономірності в експериментах.

**Використання ШІ в програмах** для розпізнавання формул і структур допомагає здобувачам освіти швидко отримувати інформацію про певну молекулу або реакцію. Наприклад, застосунки з доповненою реальністю (AR), як-от Chemix або MolView, дозволяють навести камеру на хімічну формулу або молекулярну структуру й отримати її детальний опис, включаючи властивості та реакції.

Програми з ШІ можуть аналізувати хімічні речовини на предмет безпеки, пропонуючи рекомендації з використання та зберігання. Це корисно в лабораторних умовах, де знання правил безпеки критично важливе. ШІ може ідентифікувати небезпечні речовини в реакціях, прогнозувати ризики та пропонувати безпечні методи проведення дослідів.

ШІ здатен допомагати здобувачам освіти у науково-дослідницьких проєктах, як-от прогнозування властивостей нових речовин або аналіз експериментальних даних. Це надає змогу отримувати досвід у проведенні наукових досліджень та працювати з певними масивами даних.

**Використання ІІІ** у вивченні хімії робить навчання більш захопливим, особистісно орієнтованим та практично спрямованим. Такі технології не лише спрощують засвоєння теорії, але й відкривають нові можливості для творчого підходу до науки.

#### **Візуалізація навчання:**

**візуалізація** – це створення та представлення графічного образу текстової чи математичної інформації, що робить її наочною, а отже, зручнішою для аналізу та осмислення.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗАЛИ:**



- **90% інформації людина сприймає через зір**
- **70% сенсорних рецепторів знаходяться в очах**
- **близько половини нейронів головного мозку людини задіяні в обробці візуальної інформації**
- **на 19% менше при роботі з візуальними даними використовується когнітивна функція мозку, що відповідає за обробку та аналіз інформації**
- **на 17% вище продуктивність людини, що працює з візуальною інформацією**
- **на 4,5% краще згадуються докладні деталі візуальної інформації**
- **в 60 000 разів швидше сприймається візуальна інформація в порівнянні з текстовою**

Візуалізація відіграє важливу роль у навчанні хімії, допомагаючи краще зрозуміти абстрактні поняття, структури та процеси. Ось основні види візуалізації, які використовують у навчанні хімії:

1) **Молекулярні моделі та 3D-візуалізація.** Вони дозволяють побачити об'ємну структуру молекул, їхню геометрію, розташування атомів і зв'язки між ними. Існують різні підходи до візуалізації молекул:

- **Комп'ютерні моделі** – програми на кшталт Avogadro, ChemDraw, Jmol, що дозволяють моделювати та обертати структури молекул.

- **Фізичні моделі** – пластикові або дерев'яні моделі молекул, які можна тримати в руках і збирати вручну.

2) **Графічні діаграми та графіки.** Графіки реакцій, кінетичних залежностей, зміни концентрацій або температури допомагають розуміти хід реакцій, їхню швидкість і динаміку.

3) **Хімічні схеми та рівняння.** Схеми реакцій демонструють хімічні рівняння з детальним поясненням механізму: від електронної структури до етапів утворення продуктів. Це може бути корисно для розуміння органічної хімії та каталітичних процесів.

4) **Інтерактивні симуляції.** Ці візуалізації дозволяють віртуально проводити експерименти. Програми, як-от PhET Interactive Simulations, дозволяють студентам моделювати різні хімічні реакції, змінювати параметри, як-от концентрацію або температуру, і спостерігати результати.

5) **Анімації та відео.** Анімації та відео наочно демонструють процеси на молекулярному рівні, наприклад, процеси дифузії, осмосу або перебіг реакції в реальному часі.

6) **Скрайбінг** — це техніка візуального представлення інформації, яка особливо корисна в освіті, зокрема у хімії. Скрайбінг полягає у створенні рисунків, схем і графіків у

режимі реального часу або через попередньо підготовлені ілюстрації, щоб пояснити складні концепції за допомогою зрозумілих зображень.

*Білки* URL: <https://www.youtube.com/watch?v=hPz4EpAkLdI>

*Хімічні властивості алканів* URL: <https://www.youtube.com/watch?v=X9UhadIf3nM>

*Сульфатна кислота* URL: <https://www.youtube.com/watch?v=g-PnELMFeGY>

**Як можна використовувати скрайбінг для навчання хімії:**

*Природа та види хімічного зв'язку* URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=JaOqbbbpLvs&list=PLk9k-DHb7prYNHxnqggyYojuA89CR-t> **У**

**1. Покрокове пояснення реакцій та процесів** У хімії можна поступово «змалювати» етапи реакції, показуючи, як змінюються молекули, утворюються або руйнуються хімічні зв'язки. Наприклад, скрайбінг допомагає пояснити механізм реакцій у органічній хімії, відображаючи кожний етап.

**2. Схеми та структури молекул** Скрайбінг корисний для зображення будови молекул і пояснення зв'язків між атомами, наприклад, показуючи структуру бензену чи складних органічних сполук. Цей підхід може спростити розуміння навіть найскладніших структур.

**3. Ілюстрація абстрактних понять** Деякі концепції, як-от електронна конфігурація, гібридизація, водневі зв'язки та інші, важко уявити. Скрайбінг дозволяє «оживити» ці поняття через малюнки, зробивши їх зрозумілішими.

*Гібридизація електронних орбіталей* URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZdO0LHvyYM0>

**1. Візуалізація періодичної таблиці та трендів елементів** Використовуючи скрайбінг, можна наочно показати властивості елементів у періодичній таблиці (наприклад, радіуси атомів, електронегативність) та їх зміни по групах і періодах.

**2. Пояснення лабораторних експериментів** Для підготовки до лабораторних робіт скрайбінг може демонструвати порядок дій, використання обладнання, можливі хімічні реакції й навіть техніку безпеки. Це дозволяє здобувачам візуально підготуватися до практичних занять.

**3. Інтерактивний скрайбінг під час занять** Викладач може малювати схеми на дошці або за допомогою планшета під час пояснення теми. Це допомагає краще засвоїти матеріал, адже здобувач спостерігає за створенням кожного кроку й одночасно слухає пояснення.

**4. Анімаційний скрайбінг для відео** Використовуючи анімаційні інструменти, як-от VideoScribe або Doodly, можна створити відеоролики, які покроково демонструють навчальний матеріал. Такі відео корисні для самостійного навчання, адже візуалізація дозволяє краще запам'ятати інформацію.

**Doodly VS Videoscribe 2024 | Which Is Better For Whiteboard Animation? (Honest)**

**Скрайбінг у навчанні хімії ефективний тим, що він активізує обидві півкулі мозку: ліву — для аналітичного сприйняття інформації, праву — для її візуалізації, що сприяє глибшому розумінню матеріалу.**

**Гейміфікація в навчанні хімії** — це застосування ігрових елементів для підвищення інтересу та мотивації здобувачів. Гейміфіковане навчання робить вивчення хімії більш інтерактивним і допомагає перетворити складні теоретичні концепції в захопливий процес. Ось основні способи використання гейміфікації в хімії:

**1. Освітні ігри та квести.** Вивчення хімії можна перетворити на пригодницький квест, де здобувачі проходять різні рівні, розв'язуючи задачі й виконуючи експерименти. Наприклад, гра-квест «Врятуй лабораторію» може включати завдання на визначення речовин, складання хімічних рівнянь і навіть виконання простих хімічних дослідів.

**2. Збирання молекул та реакцій.** Це можуть бути як фізичні набори, де здобувачі збирають моделі молекул, так і цифрові ігри, де потрібно поєднувати атоми в молекули для отримання певних речовин. Наприклад, гра, де потрібно зібрати складну молекулу для завершення «рецепту» або пройти «рівень».

**3. Використання балів, бейджів і рейтингів.** Здобувачі можуть отримувати бали за правильні відповіді на запитання, рішення задач або лабораторні роботи. Набрані бали або бейджі можна обмінювати на «бонуси» — підказки, додаткові матеріали або навіть додатковий час на виконання завдань.

**4. Хімічні вікторини та змагання** Проведення вікторин із хімії, де здобувачі освіти відповідають на запитання з певної теми або проходять тест на швидкість, стимулює здоровий дух суперництва і дозволяє закріпити знання в цікавій формі. Можна організувати командні змагання, де групи здобувачів змагаються за кращі результати.

**5. Симуляції та віртуальні лабораторії** Використовуючи інтерактивні симуляції, здобувачі можуть проводити хімічні експерименти у віртуальних лабораторіях. Це дозволяє їм без ризику вивчати реакції, маніпулювати хімічними речовинами, спостерігати наслідки дій та отримувати миттєвий зворотний зв'язок.

**Гейміфікація сприяє підвищенню інтересу до хімії, розвиває командну роботу, логіку та креативність здобувачів освіти. Вона не тільки спрощує засвоєння складних тем, а й перетворює процес навчання на захопливу подорож.**

**Сторітелінг у навчанні хімії — це метод пояснення матеріалу через цікаві історії, які допомагають зробити складні концепції більш зрозумілими та цікавими для здобувачів. Історії активізують емоції, асоціативну пам'ять та допомагають встановлювати зв'язки між новою інформацією й реальним життям. Ось як сторітелінг можна ефективно використовувати у вивченні хімії:**

*Історія хімії URL: <https://www.youtube.com/watch?v=9ODsWHNufxI>*

**1. Персоналізовані історії про елементи та молекули.** Наприклад, кожному елементу в періодичній таблиці можна створити власну «особистість». Кисень може бути «життєдайним героєм», Карбон — «майстром зв'язків», а Гелій — «легковажним елементом, який ніколи не об'єднується з іншими». Ці історії допоможуть здобувачам асоціювати властивості елементів з їх «характером», що полегшить запам'ятовування.

**2. Розповіді про історію відкриттів.** Історії про видатних хіміків і процеси відкриття елементів та сполук допомагають побачити хімію як людську науку, пов'язану з реальними подіями та досягненнями. Наприклад, історія Марії Кюрі та її досліджень радію може надихнути здобувачів освіти і підкреслити значення наполегливості у науці.

**3. Сюжети про хімічні реакції.** Можна уявити хімічну реакцію як «подорож» молекул або «зустріч» різних речовин. Наприклад, реакцію нейтралізації між кислотою та основою можна представити як «зустріч протилежностей, які зрештою створюють баланс», що сприяє кращому розумінню результатів реакцій.

**4. Створення ситуаційних історій для прикладної хімії** Історії, пов'язані з реальним життям, допомагають здобувачам зрозуміти значення хімії. Наприклад, пояснення принципів полімеризації через історію про створення пластикових пакетів та їхній вплив на екологію може показати, як хімія впливає на навколишній світ.

**5. Екологічні та соціальні історії.** За допомогою історій можна розповісти про важливі соціальні та екологічні проблеми, пов'язані з хімією, наприклад, проблему кислотних дощів або забруднення навколишнього середовища. Це допоможе здобувачам усвідомити важливість хімії у розв'язанні глобальних проблем.

**6. Історії експериментів та випадків із життя хіміків.** Описуючи цікаві або навіть курйозні випадки з лабораторної практики, можна привернути увагу здобувачів до техніки безпеки, допомогти зрозуміти важливість точності та обережності в експериментах.

**Сторітелінг робить хімію ближчою та зрозумілішою, адже перетворює сухі теоретичні знання у живий, емоційний і наочний досвід. Такий підхід зацікавлює здобувачів освіти та робить хімію цікавою та більш зрозумілою.**

### **Інтердисциплінарний підхід**

Інтердисциплінарний підхід на уроках хімії інтегрує знання з різних дисциплін для глибшого розуміння хімічних концепцій і зв'язку хімії з іншими науками та аспектами життя. Він дає змогу побачити, як хімія взаємодіє з біологією, фізикою, географією, історією та навіть мистецтвом, що робить навчання більш прикладним і цікавим.



### Його основні риси:

- **Глибше розуміння зв'язків:** інтердисциплінарний підхід використовує зв'язки між різними дисциплінами, зосереджуючись на розумінні складних тем з різних точок зору.
- **Контекстуальне навчання:** важливо зрозуміти, як знання з однієї сфери доповнюють знання з іншої; наприклад, вивчення історії науки, взаємозв'язку біології з екологією, впливу мистецтва на технічні винаходи тощо.
- **Гнучкість у виборі дисциплін:** інтердисциплінарний підхід може включати будь-які комбінації дисциплін, не обмежуючись STEM-напрямами. Це може бути поєднання соціальних, природничих та гуманітарних наук для всебічного розгляду проблеми.
- **Критичне мислення та аналіз:** цей підхід орієнтований на розвиток критичного мислення, навичок аналізу та розуміння складних, часто соціально значущих проблем.

Практичні способи реалізації інтердисциплінарного підходу на уроках хімії:

#### 1. Зв'язок хімії та біології

- **Теми:** будова клітин, функціонування ДНК, біохімія організмів.
- **Приклад:** Під час вивчення білків та амінокислот можна звернути увагу на процеси синтезу білків у живих організмах, що вивчаються в біології. Здобувачі можуть дослідити, як різні типи білків впливають на біологічні функції та процеси в організмі.

#### 2. Хімія та фізика

- **Теми:** вивчення енергії, теплових реакцій, кінетики хімічних процесів.
- **Приклад:** На уроках хімії, присвячених тепловим реакціям, здобувачі можуть вивчити основи теплообміну й дізнатися про те, як енергія переходить з однієї форми в іншу, що пов'язано з законами термодинаміки з курсу фізики.

#### 3. Історичний аспект у хімії

- **Теми:** розвиток науки, великі відкриття, хімічні процеси минулого.
- **Приклад:** Вивчаючи періодичну таблицю, можна звернутися до історії її створення Менделєєвим, обговорити вплив на розвиток науки і розглянути, як хімічні відкриття змінили світ. Це допоможе здобувачам побачити науку як процес постійного пошуку ідей та відкриттів.

#### 4. Хімія та екологія

- **Теми:** забруднення навколишнього середовища, хімія атмосфери, круговорот речовин у природі.
- **Приклад:** У темі кислотних дощів можна поєднати знання про хімічні реакції з екологічними наслідками, пояснюючи, як викиди сполук сірки і азоту спричиняють кислотні дощі. Здобувачі освіти також можуть дослідити, як змінюється рН природних

водних систем під впливом цих дощів, та обговорити шляхи запобігання екологічним проблемам.

## 5. Географія і хімія

- **Теми:** хімія води, мінерали, геохімія, родовища корисних копалин.
- **Приклад:** Урок, присвячений мінералам, може включати дослідження поширеності та складу мінералів у різних регіонах світу, значення хімічних сполук у формуванні ґрунтів та водних ресурсів.

## 6. Хімія та математика

- **Теми:** стехіометрія, розрахунки концентрацій, хімічні рівняння.
- **Приклад:** Під час вивчення мольних співвідношень і розрахунків концентрацій можна доєднати знання з математики, щоб розв'язувати рівняння й задачі, що базуються на масі, об'ємі та молярності речовин.

## 7. Хімія та мистецтво

- **Теми:** фарбування, пігменти, процеси виготовлення скла та кераміки.
- **Приклад:** Можна обговорити хімічні процеси, що лежать в основі створення фарб і пігментів, які використовуються в мистецтві. Здобувачі можуть дослідити, як певні речовини (наприклад, оксиди металів) забезпечують різні кольори в складі фарб.

## 8. Хімія та інформаційні технології

- **Теми:** хімічне моделювання, симуляції хімічних процесів.
- **Приклад:** Під час вивчення молекулярної структури здобувачі можуть використовувати комп'ютерні програми для візуалізації молекул та моделювання хімічних реакцій, що полегшує розуміння просторових структур і зв'язків між атомами.

## 9. Соціальні науки та хімія

- **Теми:** Етика в хімії, вплив хімічної промисловості на суспільство.
- **Приклад:** Під час обговорення хімічної промисловості можна проаналізувати, як виробництво й застосування хімічних продуктів впливає на економіку, здоров'я людей і навколишнє середовище. Це дозволяє розглянути питання етики, соціальної відповідальності та економічних аспектів хімічних виробництв.

### Переваги інтердисциплінарного підходу:

- **Глибше розуміння предмета:** Інтегруючи знання з різних наук, здобувачі краще розуміють складні процеси та взаємозв'язки.
- **Практичне застосування знань:** Інтердисциплінарний підхід показує як знання з хімії можуть бути застосовані для розв'язання реальних проблем.
- **Розвиток критичного мислення:** Здобувачі вчаться бачити зв'язки між подіями, аналізувати наслідки та робити власні висновки.
- **Підвищення інтересу до науки:** Вивчення тем у більш прикладному, життєвому контексті робить уроки хімії цікавими та захопливими. Інтердисциплінарний підхід дозволяє перетворити уроки хімії на інтерактивний, прикладний процес навчання, де здобувачі бачать реальну користь і значення науки в житті.

STEM-освіта з хімії фокусується на інтеграції знань з природничих наук, технологій, інженерії та математики для того, щоб здобувачі освіти могли практично застосувати теоретичні знання, розвинути аналітичне мислення та підготуватись до реальних викликів у науці та технологіях. У рамках STEM-хімії вони працюють над проектами, розв'язують реальні проблеми, що сприяє кращому розумінню предмета та підвищує інтерес до навчання.

Основні елементи та приклади того, як STEM-підхід реалізується на уроках хімії:

### 1. Інтеграція з іншими дисциплінами

- STEM-освіта передбачає об'єднання хімії з фізикою, біологією, математикою та технологіями. Наприклад, вивчаючи енергію в хімічних реакціях, майбутні фахівці також досліджують закони фізики, використовують математичні розрахунки для оцінки теплового ефекту реакцій і технологічні інструменти для вимірювання температури.

## 2. Проектно-орієнтоване навчання

- Здобувачі освіти працюють над проектами, які мають вирішувати реальні проблеми. Наприклад, розробка способів фільтрації води або створення екологічно чистих мийних засобів може бути STEM-проектом, у якому хімія об'єднується з технологіями та екологічними науками. Це дозволяє побачити застосування хімії у щоденному житті та її значення для вирішення глобальних проблем.

## 3. Використання технологій

- Сучасні технології, такі як 3D-друк, симуляції та моделювання, дозволяють здобувачам краще зрозуміти складні хімічні процеси. Наприклад, використання програм для візуалізації молекулярних структур допомагає побачити атоми, молекули та їх зв'язки у 3D, що розвиває просторове мислення.
- Також є платформи, що дозволяють проводити віртуальні експерименти, симулюючи лабораторні умови.

## 4. Інженерний підхід

- STEM-хімія часто вимагає інженерних рішень, таких як створення прототипів або конструювання простих приладів для проведення експериментів. Наприклад, проект із розробки сонячних батарей потребує знань про напівпровідники (з хімії та фізики), розрахунків продуктивності батареї (математика) та створення самого пристрою (інженерія).

## 5. Розвиток критичного мислення та вирішення проблем

- У STEM-освіті здобувачів стимулюють до самостійного розв'язання задач: вони формулюють гіпотези, планують експерименти, аналізують результати та роблять висновки. Наприклад, у завданні з дослідження кислотно-основних реакцій вони можуть самостійно розробляти експериментальні методи для визначення рН різних речовин, аналізувати результати і пропонувати шляхи їхнього практичного застосування.

## 6. Співпраця та командна робота

- STEM-проекти заохочують роботу в групах, де кожен здобувач освіти може виконувати свою роль, як у реальних наукових або інженерних проектах. Командна робота сприяє розвитку комунікативних навичок, уміння співпрацювати та брати на себе відповідальність за певну частину завдання. Наприклад, у проекті зі створення мініатюрної системи очищення води кожен член команди може відповідати за різні аспекти: розробку фільтра, тестування ефективності чи оцінку вартості.

## 7. Застосування знань у реальних сценаріях

- STEM-освіта прагне, щоб здобувачі не лише запам'ятали факти, але й могли застосувати знання. Наприклад, вивчаючи хімічний склад побутових засобів, можна дізнатися про їх вплив на здоров'я людини та довкілля, а також вивчити основи екологічної хімії.

## Приклади STEM-завдань для уроків хімії

**1. Проект з відновлюваної енергетики:** Дослідити хімічні реакції у паливних елементах або батареях та спроектувати простий електрохімічний пристрій для перетворення енергії.

**2. Чиста вода:** Розробити фільтр для очищення забрудненої води, використовуючи знання з хімії адсорбентів і властивостей речовин.

**3. Аналіз харчових продуктів:** Дослідити хімічний склад харчових продуктів, провести якісні реакції для виявлення білків, жирів та вуглеводів, що дозволяє побачити хімію в щоденному житті.

**4. Екологічні рішення для зменшення вуглецевого сліду:** Вивчити хімічні методи зменшення викидів вуглецю, зокрема, хімічне зв'язування CO<sub>2</sub>, та створити пропозиції для використання таких методів.

**5. Розробка екологічно чистих засобів для прибирання:** Використовуючи знання з хімії, створити засоби для прибирання, які безпечні для здоров'я та довкілля, з перевіркою їхньої ефективності на практиці.

## Переваги STEM-освіти в хімії

- **Прикладний характер знань:** Здобувачі освіти розуміють, як хімія працює в реальному світі, і бачать практичну користь від того, що вони вивчають.
- **Розвиток навичок вирішення проблем:** Участь у STEM-проектах формує вміння логічно мислити, вирішувати завдання і знаходити інноваційні рішення.
- **Зростання інтересу до науки:** Здобувачі освіти отримують можливість займатись практичними експериментами, працювати в команді й розробляти проекти, що підвищує їхній інтерес до хімії та інших природничих наук.

STEM-освіта в хімії формує компетенції, необхідні для сучасного світу, де межі між науками стираються, а практичні вміння й креативність набувають дедалі більшого значення.

## Основні відмінності

- **Цільовий фокус:** STEM спрямована на технічні й наукові знання та підготовку до професій у цих галузях. Інтердисциплінарний підхід має ширший фокус і націлений на всебічне розуміння комплексних проблем через різні наукові погляди.
- **Дисципліни:** STEM концентрується на природничих і технічних дисциплінах, тоді як інтердисциплінарний підхід може поєднувати будь-які дисципліни, включаючи гуманітарні та мистецькі.
- **Методологія навчання:** у STEM акцент робиться на проектно-орієнтоване навчання, де кожен проект має практичне застосування; в інтердисциплінарному підході важливо знайти зв'язок між дисциплінами для всебічного розуміння проблеми, а не тільки для вирішення конкретного завдання.

Отже, STEM-освіта є однією з форм інтердисциплінарного підходу, але орієнтованою на певні галузі. Інтердисциплінарний підхід, своєю чергою, є ширшою методологією, яка інтегрує різні наукові та культурні знання для багатогранного розуміння і вирішення проблем.

## Список використаних джерел

1. Ільченко В. Р. Інтегрований курс як умова підвищення ефективності природничо-наукової освіти в старшій школі. Український педагогічний журнал. 2015. № 3. С. 116–124.
2. Природничі науки.10-11 клас. Інтегрований курс. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти / авторський колектив під керівництвом Ільченко В. Р. 2017.
3. Хімія 10-11 класи. Рівень стандарту. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти/ укладачі: Дубовик О. А., Бобкова О.С., Вороненко Т.І., Глазунов М.М., Іваха Т.С., Рогожнікова О.В. 2017.
4. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік Лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.17 року [Електронний ресурс] – URL: [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/56880/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/) (дата звернення: 23.12.2024)
5. Буждиган Х.В., Пахомов Ю.Д., Луцишин В.М. Застосування технологій доповненої реальності для вивчення природничих дисциплін// Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної педагогіки: творчість, майстерність, професіоналізм», 15 березня 2019 року. – Кременчук, 2019 . – С. 353-358.
6. Мідак Л.Я., Кузишин О.В., Базюк Л.В. Використання технології Augmented Reality у процесі навчання майбутніх вчителів хімії у вищій школі// Тези доп. Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи», 8-9 листопада 2018 р. – Тернопіль, 2018. – С.219-221.
7. Заблоцька О.С. Предметні компетенції з хімії у вищій екологічній освіті / О.С. Заблоцька // Вісник Житомирського державного університету. Випуск 25. Педагогічні науки. – 2005. – С.124-128.
8. Мідак Л.Я., Кузишин О.В., Базюк Л.В. Використання 3D-зображень молекул під час вивчення хімічних дисциплін // Тези доп. Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи», 9-10 листопада 2017 р. – Тернопіль, 2017. – С.194- 197.



