

Ю. П. Карпенко

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ СТУДЕНТАМИ ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Анотація. У статті акцентується увага на проблемах наочності навчання та викладання хімічних дисциплін, зокрема візуалізації. Проведено аналіз наукової літератури і виокремлено невирішені питання. Науковці активно обговорюють впровадження в освітній процес методів і форм навчання з використанням елементів візуалізації. Проте є потреба в конкретизації педагогічних засобів у процесі вивчення хімічних дисциплін майбутніми медичними і фармацевтичними працівниками. У пропонованому дослідженні представлено різні методи візуалізації, які можуть бути використані для вивчення хімії студентами не лише під час аудиторної роботи, а й під час залучення до науково-дослідницької позааудиторної діяльності в закладах медичної та фармацевтичної освіти. Навчання з використанням візуалізації може бути організовано в різних формах, за допомогою певних методів, як-от: лекції, лабораторні роботи, групові дискусії та презентації, віртуальні лабораторії, мультимедійні курси, відеодосліди, практичні заняття. Методи візуалізації є ефективними засобами в навчанні хімії, особливо під час вивчення складних теорій і процесів. Візуальні матеріали допомагають здобувачам освіти зосередитися на основних поняттях, розуміти зв'язки між ними та легше запам'ятовувати матеріал. У статті представлено різноманітні методи візуалізації, як-от: схеми, графіки, діаграми, анімації та моделі. Кожен з них має свої переваги та недоліки, використовується за потреби та з метою конкретного навчання. Застосування методів візуалізації може бути відмінною формою навчання, яка допомагає студентам бути активнішими, а також сприяє засвоєнню знань. Для досягнення цих цілей необхідно забезпечити належну підготовку та розроблення візуальних матеріалів, які б відповідали педагогічним потребам і меті навчання. Отже, візуалізація під час вивчення хімічних дисциплін може бути корисним інструментом для полегшення процесу навчання і підвищення рівня засвоєння матеріалу. Важливо пам'ятати, що інформаційні матеріали мають бути ретельно розроблені та підготовлені, а також враховувати індивідуальні потреби здобувачів освіти.

Ключові слова: візуалізація, медична та фармацевтична освіта, заклад вищої освіти, хімічні дисципліни, форми та методи навчання.

Постановка проблеми. Хімія — це наука, яка вивчає склад, властивості та взаємодію речовин. Якщо порівнювати з іншими науками, то хімія є доволі складною, оскільки необхідно вивчити велику кількість різних елементів та їхніх властивостей, а також зрозуміти умови протікання реакцій, перетворення, які відбуваються між речовинами.

У зв'язку з цим навчання хімії може бути важким завданням і для студентів, і для викладачів, а особливо для тих здобувачів освіти, хто не має попереднього досвіду в цій галузі чи суміжних галузях (медицина, фармація). Одним зі способів полегшення цього процесу є візуалізація хімічних понять і процесів. У пропонованому дослідженні представлено різні методи візуалізації, які можуть бути використані для вивчення хімії студентами не лише під час аудиторної роботи, а й під час залучення до науково-дослідницької

позааудиторної діяльності в закладах медичної і фармацевтичної освіти.

Аналіз останніх публікацій. Візуалізація є інструментом для вивчення хімії, завдяки чому вона дає змогу здобувачам освіти побачити хімічні процеси та взаємовпливи, які можуть бути складними для усвідомлення. Відомо багато методів візуалізації, які можна використовувати під час вивчення хімічних дисциплін, від статичних зображень до анімації та відеоматеріалів. Вибір конкретного методу візуалізації залежить від теми, яка вивчається, та стилістичних уподобань викладача. Науковці приділяють значну увагу цьому сегменту в організації навчального заняття. Науковець І. Радзієвська зазначає, що першочергове завдання закладу вищої освіти полягає в наданні якісних освітніх послуг, які виявляються в певних досягненнях і здобутках студентів, а саме набутті спеціальних та фахових компетентностей [1]. О. Снісар слушно зазначає, що візуалізація є важливим елементом вивчення природничих дисциплін і сприяє розвитку критичного, творчого, наукового, медичного мислення [2]. Погоджуємося з дослідницею, а також акцентуємо, що наочність це один з традиційних і основоположних принципів організації освітнього процесу під час вивчення хімічних дисциплін. О. Лисецька, досліджуючи візуалізацію при вивченні дисциплін медичного циклу, зазначає, що в такий спосіб не лише концентрується увага на суті навчального матеріалу, а й легше сприймається складний матеріал [3]. Зауважимо, що використання методу скрайбінгу, на якому акцентує увагу дослідниця, можливе і для вивчення хімічних дисциплін, а саме складання опорних схем, на яких представлені властивості сполук. Про доцільність візуалізації у процесі професійної підготовки майбутніх лікарів наголошує С. Стадніченко. Дослідниця пропонує у процесі розв'язування ситуативних задач з медичної фізики застосовувати програму MultiVox DICOM Viewer, що сприяє формуванню практичних навичок у повному обсязі [4]. Багато науковців вважають, що візуалізація під час організації експериментальних досліджень є надважливою; залежно від теми можна використовувати різні форми та методи [5]. Особливо в процесі дистанційного навчання здобувачам освіти важко усвідомити протікання хімічних реакцій, а візуальний експеримент усуває цей бар'єр. Р. Бардждже зазначає, що

акцент потрібно робити не лише на аудиторній роботі, а й на самоосвітній діяльності. Якщо під час навчання створити такі умови, щоб студент використав усі види пам'яті, то це полегшить автоматичне відтворення певних стандартних маніпуляцій, а в майбутній професії сприятиме бажанню розвиватися [6]. Дослідниця О. Шевченко наголошує, що під час освітнього процесу слід створювати умови, використовувати вправи, які максимально наближають здобувачів освіти до майбутньої професії. Авторка наголошує, що медична сестра, працюючи навіть з важкохворими пацієнтами, може навчитися зменшувати психологічний стрес, якщо отримає певні навички [7]. Незважаючи на значну увагу до візуалізації, потребує уточнення і конкретизації окреслення форм та методів в освітньому процесі, а саме вивчення хімії майбутніми медичними та фармацевтичними працівниками.

Виклад основного матеріалу дослідження. Навчання з використанням візуалізації може бути організовано в різних формах. Наведемо деякі з них.

Лекції з використанням візуальних матеріалів: професори та викладачі можуть додати до своїх лекцій діаграми, схеми та графіки, щоб допомогти студентам краще зрозуміти матеріал. Доцільно організовувати візуалізацію під час проведення міждисциплінарних занять, що дає змогу підвищити клінічне мислення здобувачів освіти [8].

Лабораторні роботи: в лабораторних умовах студенти можуть спостерігати хімічні реакції та інші процеси, а також використовувати різні інструменти для візуалізації. Наприклад, вони можуть використовувати мікроскопи для дослідження структури речовини, спектроскопи для аналізу спектрів світла та інші прилади. У процесі опрацювання лабораторних робіт, а саме під час математичних розрахунків, доцільно використовувати вміння розв'язувати різнорівневі задачі. У майбутніх медиків такі вміння закладають передумови не лише для математичного мислення, а й професійного, що забезпечує буферний етап у формуванні здобувачів освіти, здатність використовувати математичні знання в майбутній професії [9].

Групові дискусії і презентації: студенти можуть працювати в групах, щоб обговорити та висловити свої думки щодо певної теми з хімії. Вони можуть використовувати різні інструменти візуалізації, як-от мультимедійні презентації,

діаграми, схеми та графіки, щоб пояснити свої ідеї та концепції.

Віртуальні лабораторії: університети пропонують студентам доступ до віртуальних лабораторій, де вони можуть побачити хімічні експерименти і спостерігати результати в режимі реального часу. Віртуальні лабораторії допомагають здобувачам освіти вивчати хімію без ризику отримати травми, пошкодити обладнання.

Мультимедійні курси: на сьогодні доступні різні онлайн-курси з хімії, які включають візуальні презентації, проекти, дискусії, відеолекції. Зазначимо, що викладачі Черкаської медичної академії не тільки беруть участь у таких програмах, а й долучаються до організації.

Слід наголосити, що однією з форм навчання з використанням візуалізації є застосування інтерактивних інструментів, які дають змогу студентам активно досліджувати і вивчати хімічні концепції та процеси. Наприклад, інтерактивні макети молекули можуть бути використані для дослідження будови і властивостей молекули, що допомагає здобувачам освіти краще зрозуміти структуру та функцію різних молекулярних сполук.

Ще одна форма навчання з використанням візуалізації — це інтерактивні відеозаняття і симуляційні центри. Ці інструменти дають змогу студентам наочно спостерігати за хімічними процесами і реакцією, що сприяє усвідомленню, як ці процеси відбуваються на молекулярному рівні. Використання інтерактивних відеозанять і симуляцій також допомагає студентам перевірити своє розуміння матеріалу шляхом виконання завдання та тестів, що уможлиблює покращення їх знань та вмінь.

Зауважимо, що використання візуальних презентацій і діаграм також є ефективним способом навчання хімії. Студентам можна презентувати хімічні концепції і процеси за допомогою діаграм, які уможливають візуалізацію складних впливів та зв'язків. Наприклад, у процесі опрацювання теми «Фазові рівноваги», яку вивчають у курсі «Фізична та колоїдна хімія», діаграма фазових переходів може допомогти здобувачам освіти зрозуміти, як змінюється стан речовини при зміні температури та тиску. Закріплення цього матеріалу відбувається на практичних заняттях.

Один з окремих аспектів вивчення хімії — це розуміння будови та властивостей молекул і атомів. Відомо кілька методів візуалізації, які допомагають студентам зрозуміти ці концепції.

Моделювання молекул — це процес створення візуальної презентації молекули з використанням комп'ютера або кулестержневих моделей. Цей метод може бути особливо корисним для студентів, які не мають змоги уявити вигляд молекули за певних умов.

Для моделювання молекул можна використовувати програмне забезпечення, наприклад ChemDraw або ChemSketch. Ці програми дають змогу створювати молекули на екрані комп'ютера, рухати їх, повертати, збільшувати для кращого розуміння їх будови та взаємодій.

Окрім програмного забезпечення, також є різні набори для створення фізичних моделей молекул, як-от «Molymod» та «Candy Chemistry». Ці набори складаються з різнокольорових молекулярних компонентів, які можна збирати та розбирати для вивчення будови молекул.

Візуалізація атомів — це ще один метод, який може допомогти студентам зрозуміти будову речовин. Один з найвідоміших приладів для візуалізації атомів — це модель будови атома Бора. Ця модель використовується для показу розташування електронів на різних енергетичних рівнях в атомах.

Крім того, є різноманітні відео й ілюстрації, які демонструють рух атомів та їх взаємодію в хімічних реакціях. Ці відео можуть допомогти студентам зрозуміти, як відбувається процес взаємодії речовин на молекулярному рівні.

Інший важливий аспект вивчення хімії — це розуміння суті хімічних реакцій. Візуалізація цих реакцій може допомогти студентам зрозуміти різні етапи реакції, а також продемонструвати, які речовини утворюються, як відбувається перегрупування атомів під час реакції.

Один з найпоширеніших методів візуалізації хімічних реакцій — це запис рівняння реакції. Це дає змогу здобувачам освіти бачити, які речовини беруть участь у хімічному процесі, які продукти утворюються. Рівняння реакції також можна використовувати для показу різних стадій реакції та додавати коефіцієнти для збалансування рівняння.

Є різні програмні засоби для моделювання хімічних реакцій, як-от «ChemSketch», «Avogadro», «Chem3D» та інші. Ці програми дають змогу студентам відобразити реакції на екрані і відтворювати їх в різних умовах, наприклад, змінюючи температуру, концентрацію розчину, інші параметри.

Хімічні експерименти — це ще один ефективний метод візуалізації хімічних реакцій. Вони допомагають здобувачам освіти побачити реакції в дії і досліджувати їх характеристики. Наприклад, під час експериментів можна відслідкувати зміни кольорів, відновлення, окиснення та інші процеси. Дослідження відіграють важливу роль в опануванні медичної хімії, сприяючи ефективному вивченню фізичних і хімічних властивостей різних сполук, процесів їх взаємодії та реакції, а також опануванню методів дослідження хімічних процесів в організмі людини.

Один із показових дослідів, який можна використовувати для вивчення медичної хімії, — дослід на визначення активності ферментів. Дослід дає змогу визначити ефективність та фізіологічну роль різних ферментів в організмі, щоб зрозуміти їх вплив у підтримці здоров'я чи виникненні патологій.

Інший дослід, який можна використовувати в медичній хімії, — дослід на визначення рівня глюкози в крові. Цей дослід сприяє розумінню, як глюкоза взаємодіє з іншими сполуками в організмі, а також підтримує рівень цукру в крові, що може бути показовим маркером для діагностики діабету.

Наступний приклад експерименту в медичній хімії — дослід на визначення рівня ліпідів у крові. Цей дослід дає візуальну інформацію про вміст різних типів ліпідів у крові та їх взаємодію з іншими сполуками в організмі. Визначення рівня ліпідів у крові може бути показовим для визначення ризику серцево-судинних та інших захворювань, пов'язаних з високим рівнем ліпідів у крові.

Наприклад, дослідження визначення рН різних розчинів може допомогти здобувачам освіти зрозуміти, як різні речовини взаємодіють з кислотами та лугами, які наслідки можуть бути, якщо рівень цієї рівноваги порушений в організмі людини, зокрема алкалоз чи ацидоз.

Окрім відображення взаємодії між речовинами на екрані, є програмні засоби для моделювання цієї взаємодії. Наприклад, програма «Gromacs» допомагає моделювати взаємодію біомолекул, а програма «Autodock» — взаємодію лікарських речовин з біомолекулами.

Важливим аспектом візуалізації взаємодії між речовинами є відображення кристалічної структури речовин. Це допомагає студентам

зрозуміти, як розміщуються молекули в кристалічній ґратці, які взаємодії між ними відбуваються. Для відображення кристалічної структури використовують програми «Materials Studio», «VESTA» та інші.

Важливим аспектом вивчення хімії є розуміння хімічних властивостей речовин. Візуалізація цих властивостей може допомогти студентам зрозуміти, як властивості речовин залежать від їх структури та складу.

Є програмні засоби, які дають змогу відображати хімічні властивості речовин, як-от: електронна щільність, зарядовий розподіл, вібраційні спектри тощо. Наприклад, програма «Gaussian» допомагає розраховувати різні хімічні властивості речовин і відображати їх у вигляді графіків та діаграм. Також є спеціальні програми для відображення електронної щільності, такі як «VESTA», «Avogadro» та ін.

Відображення електронної структури речовин може допомогти студентам зрозуміти, як властивості речовин залежать від розташування та кількості електронів у атомі в нормальному чи збудженому стані. Для відображення електронної структури використовують програми «Quantum Espresso», «Crystal», «VASP» та ін.

Важливим аспектом візуалізації хімічних властивостей є відображення спектрів речовин, таких як ІЧ та ЯМР спектри. Це допомагає студентам зрозуміти, які властивості речовин можна визначити за допомогою спектрів, як вони залежать від структури та складу речовин. Для відображення спектрів використовують спеціальні програми, такі як «MestReNova», «TopSpin» та ін.

Візуалізація є важливим інструментом у практичній роботі медичних працівників, фармацевтів. Наприклад, вона допомагає в процесі розроблення нових лікарських речовин, вивчення механізмів дії лікарських речовин на молекулярному рівні, визначення властивості речовин, як-от: електронна щільність, зарядовий розподіл, вібраційні спектри тощо. Зазначимо, що імплементація знань у практичну діяльність є важливим елементом при організації освітнього процесу. Саме під час навчання здобувачі освіти набувають навичок догляду, надання допомоги й усвідомлюють важливість цих компетентностей [10]. Отже, використання візуалізації (відеофільмів,

аналіз досліджень, розгляд історій хвороб, рентгенівських плівок) сприяє глибшому усвідомленню цінності набутих навичок під час освітнього процесу.

Відображення електронної структури речовин дає змогу студентам зрозуміти, як властивості речовин залежать від розташування та кількості електронів у структурі речовин, їх взаємодії з іншими молекулами та матеріалами, а також при проєктуванні нових матеріалів та каталізаторів.

Візуалізація допомагає визначити структуру речовин та їх взаємодію з іншими молекулами та матеріалами. Наприклад, вивчати молекулярну структуру і властивості полімерів, металів, кераміки та інших матеріалів, а також визначити їх взаємодію з різними речовинами.

Хіміки можуть використовувати цю інформацію для розроблення нових матеріалів і каталізаторів з більшою ефективністю та стійкістю, моделювати дію біологічних каталізаторів-ферментів.

Використання методів візуалізації може бути корисним для покращення якості навчання студентів хімічних дисциплін. Наприклад, візуалізація може допомогти студентам краще зрозуміти складні концепції і процеси, що відбуваються на молекулярному рівні.

Створення відео та анімацій може бути корисним для візуалізації складних процесів, які відбуваються на молекулярному рівні. Наприклад, відео може допомогти студентам краще зрозуміти процеси реакції і взаємодії між молекулами.

Використання візуалізації також може бути корисним для відображення результатів досліджень науковців і досліджень, які проводять здобувачі освіти при залученні до науково-дослідницької роботи. Наприклад, студенти можуть використовувати діаграми та графіки для відображення результатів експериментів, що може допомогти студентам краще зрозуміти залежності між різними параметрами і візуалізувати результати дослідження.

В органічній хімії візуалізація використовується дуже часто. Органічна хімія вивчає властивості і реакцію органічних сполук, які утворюються з Карбону та інших хімічних елементів. Органічна хімія є основою для багатьох інших галузей, як-от: фармація, полімерна хімія, харчова технологія та багато інших.

Дуже важливою візуалізація є для фізичної хімії. Фізична хімія вивчає фізичні властивості і поведінку хімічних систем у різних умовах. Вона досліджує, як змінюється енергія системи, ентропія за певних умов, а також тиск, температура та інші фактори.

У фізичній хімії візуалізація може бути використана для відображення залежності між фізичними властивостями та параметрами. Наприклад, діаграми можуть відображати залежність між температурою та швидкістю реакції, залежність між тиском та розчинністю газу в розчині.

Одним із найцікавіших аспектів фізичної хімії є електрохімія, яка вивчає взаємодію електричних полів із загальними хімічними системами. Електрохімія важлива для багатьох процесів (батареї та електролізу).

Візуалізація може бути корисною в процесі вивчення електрохімії, оскільки вона дає змогу аналізувати діаметричні дані залежно від електричного струму, від часу, потенціалу, температури та інших параметрів. Наприклад, можна візуалізувати потенціал на поверхні електрода, залежність струму від потенціалу під час електролізу.

Візуалізація є ключовим інструментом для аналітичної хімії. В аналітичній хімії дуже часто використовується візуалізація для визначення складу та концентрації різних речовин у біологічних зразках. Наприклад, можна використовувати діаграми для відображення розподілу різних компонентів у зразку, лікарському препараті, візуалізувати реакцію залежно від концентрації. Також можна використовувати візуалізацію для аналізу мас-спектрів, які містять інформацію про масу та склад різних компонентів у зразку.

Одним із найефективніших методів візуалізації є використання моделей молекул та іонів. Моделі молекул можуть бути статичними, як-от керамічні і пластмасові моделі, або динамічними, як-от моделі, які можна обертати, маніпулювати ними на екрані. Динамічні моделі допомагають студентам зосередитись на окремих аспектах молекулярної структури, а викладачам залишається пояснювати різні процеси, такі як хімічні реакції.

Одна з конкретних тем хімії, яку можна вивчити за допомогою візуалізації, це електроліти та електролітичні реакції.

Один з ефективних способів візуалізації теми «Теорія електролітичної дисоціації», яка вивчається в курсі «Загальна та неорганічна хімія» — використання анімації. За допомогою анімації можна відображати електроліти, які розпадаються на іони в розчині під дією електричного струму. Наприклад, студентам можна показати анімацію, яка демонструє електролітичну реакцію розпаду води на водень та кисень за допомогою електричного струму. Анімація може відображати електроди з позитивним і негативним зарядом, розташовані в розчині, а також демонструвати пересування іонів з одного електрода на інший.

Крім того, можна використовувати відеоматеріали, щоб продемонструвати електролітичні реакції: як електроліти розпадаються на іони, як електричний струм протікає через розчин, як змінюється концентрація електроліту з часом. З досвіду роботи в Черкаській медичній академії зазначимо, що посилання на відеодослідження можна розміщувати на освітній платформі Moodle. Здобувачі освіти мають змогу передивлятися матеріали багаторазово і під час очного навчання, і під час навчання з дистанційною формою організації освітнього процесу [11].

Для додаткової візуалізації електролітичних реакцій можна використовувати діаграми електролізу. Діаграми електролізу демонструють, як іони рухаються до електродів, як вони реагують з водою, утворюючи гази або окиснені продукти. Діаграми можуть бути корисним інструментом для дослідження різних електролітичних реакцій та їх ефективності.

Висновки. Отже, методи візуалізації виявляються незамінним інструментом для вивчення хімічних дисциплін. Візуалізація дає змогу краще зрозуміти молекулярну структуру і властивості речовин, а також дає змогу візуалізувати процеси реакції та взаємодії між молекулами. Методи візуалізації також можуть бути корисними для наукових досліджень студентів, розроблення нових матеріалів і каталізаторів з більшою ефективністю та стійкістю. Використання методів візуалізації може бути корисним для покращення якості вивчення студентами хімічних дисциплін. Візуалізація може допомогти студентам краще зрозуміти складні концепції і процеси, що відбуваються на молекулярному рівні.

Список використаних джерел

1. Радзівська І. В. Особливості забезпечення якості медичної освіти. *Advances in Technology and Science : Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference*. Berlin, Germany, March 16–19, 2021. Berlin, 2021. С. 181–184.
2. Снісар О. Застосування візуалізації навчальної інформації при викладанні природничих дисциплін у медичному коледжі. *Педагогічна освіта: теорія і практика*. 2016. 20 (1). С. 339–343.
3. Лисецька О. Ф. Сучасні підходи до візуалізації навчального матеріалу при дистанційному вивченні клінічних дисциплін. *Метод скрайбінгу / за ред. проф. Р. О. Сабадишина*. Рівне : Рівненська медична академія, 2022. С. 253–256.
4. Стадніченко С. М. Медична візуалізація у курсі «Медична біофізика» для майбутніх лікарів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 198. С. 167–171.
5. Параска Г. Б., Прибега Д. В., Майдан П. С. Методи та засоби експериментальних досліджень : навч. посіб. Київ : Кондор, 2017. 18 с.
6. Барджадзе Р. В. Теоретико-методологічні засади феномену самоосвітньої діяльності в психолого-педагогічних дослідженнях. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Педагогічні науки*. 2021. № 47. С. 41–47.
7. Шевченко О. Т. Особливості резильєнтності майбутніх медичних сестер у роботі з важкими соматичними хворими: ціннісно-мотиваційний аспект. *Актуальні проблеми психології*. 2019. С. 392–401.
8. Кухнюк О., Коцюруба В. Використання інтегрованих занять в освітньому процесі підготовки лікарів. *Комплексний підхід до модернізації науки: методи, моделі та мультидисциплінарність* : матеріали II Міжнародної наукової конференції, Чернівці, Україна, 26 серпня 2022 р. / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця : Європейська наукова платформа, 2022. С. 300–302.
9. Василенко І. О. Роль і значення математичної компетентності у фаховій підготовці майбутніх медсестер. *Проблеми математичної освіти ПМО–2019* : матеріали міжнар. наук.-метод. конф. Черкаси, 2019. С. 104–108.
10. Білик Л. В. Ключові складники професійної компетентності медичного фахівця. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки : реалії та перспективи*. 2021. Вип. 81. С. 34–37.
11. Analysis of modern systems for electronic control of knowledge of future specialists of pharmaceutical profile based on moodle: problems and prospects

of improvement / Ye. Diiev et al. *Revista Tempos E Espaços Em Educação*. 2022. Vol. 15 (34). P. 1–14.
DOI: <http://dx.doi.org/10.20952/revtee.v15i34.17363>.

References

1. Radziewska, I. V. (2021). Osoblyvosti zabezpechennia yakosti medychnoi osvity [Features of ensuring the quality of medical education]. *Advances in Technology and Science : Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference*, Berlin, Germany, March 16–19, 2021. (pp. 181–184). Berlin [in Ukrainian].
2. Snisar, O. (2016). Zastosuvannia vizualizatsii navchalnoi informatsii pry vykladanni pryrodnychych dysyplin u medychnomu koledzhi [The use of visualization of educational information in teaching natural disciplines in medical college]. *Pedahohichna osvita: teoriia i praktyka – Pedagogical education: theory and practice*, 20 (1), 339–343 [in Ukrainian].
3. Lysetska, O. F. (2022). *Suchasni pidkhody do vizualizatsii navchalnoho materialu pry dystantsiinomu vyvchenni klinichnykh dystsyplin. Metod skraibinhu [Modern approaches to visualization of educational material in distance learning of clinical disciplines. Scribing method]*. R. O. Sabadyshyn (Ed.). Rivne : Rivnenska medychna akademiia [in Ukrainian].
4. Stadnichenko, S. M. (2021). Medychna vizualizatsiia u kursi «Medychna biofizyka» dlia maibutnikh likariv [Medical visualization in the course «Medical biophysics» for future doctors]. *Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky — Scientific notes. Series: Pedagogical sciences*, 198, 167–171 [in Ukrainian].
5. Paraska, H. B., Prybeha, D. V., & Maydan, P. S. (2017). *Metody ta zasoby eksperymentalnykh doslidzhen [Methods and means of experimental research]*. Kyiv : Kondor [in Ukrainian].
6. Bardzhadze, R. V. (2021). Teoretyko-metodolohichni zasady fenomenu samoosvitnoi diialnosti v psykhologo- pedahohichnykh doslidzhenniakh [Theoretical and methodological principles of the phenomenon of self-education in psychological and pedagogical research]. *Visnyk Hlukhivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Oleksandra Dovzhenka. Pedahohichni nauky — Bulletin of National Pedagogical University named after Oleksandr Dovzhenko. Pedagogical sciences*, 47, 41–47 [in Ukrainian].
7. Shevchenko, O. T. (2019). Osoblyvosti rezilientnosti maibutnikh medychnykh sester u roboti z vazhky-my somatychnymy khvorymy: tsinnisno-motyvatytsiynyi aspekt [Peculiarities of resilience of future nurses in working with severe somatic patients: value-motivational aspect]. *Aktualni problemy psykholohii — Actual problems of psychology*, 392–401 [in Ukrainian].
8. Kukhniuk, O. & Kotsiuruba, V. (2022). Vykorystannia intehrovanykh zaniat v osvitnomu protsesi pidhotovky likariv [The use of integrated classes in the educational process of training doctors]. *Kompleksnyi pidkhid do modernizatsii nauky: metody, modeli ta multydystrylinarnist — A comprehensive approach to the modernization of science: methods, models and multidisciplinary* : Proceedings of the II International Scientific Conference, Chernivtsi, Ukraina, August 26, 2022 p. Vinnytsia : Yevropeiska naukova platforma [in Ukrainian].
9. Vasylenko, I. O. (2019). Rol i znachennia matematychnoi kompetentnosti u fakhovii pidhotovtsi maibutnikh medsester [The role and significance of mathematical competence in professional training of future nurses]. *Problemy matematychnoi osvity PMO — 2019 — Problems of mathematics education PMO — 2019* : Proceedings of the International Scientific and Methodical Conference. (Pp. 104–108). Cherkasy [in Ukrainian].
10. Bilyk, L. V. (2021). Kliuchovi skladnyky profesiinoi kompetentnosti medychnoho fakhivtsia [Key components of the professional competence of a medical specialist]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Serii 5: Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy — Scientific journal of the National Pedagogical University named after M. P. Drahomanov. Series 5: Pedagogical sciences: realities and prospects*, 81, 34–37 [in Ukrainian].
11. Diiev, Ye., Radziievska, I., Sherman, M., Kulichenko, A., Vovk, S., & Biriukova, M. (2022). Analysis of modern systems for electronic control of knowledge of future specialists of pharmaceutical profile based on moodle: problems and prospects of improvement. *Revista Tempos E Espaços Em Educação*, 15 (34), 1–14.
DOI: <http://dx.doi.org/10.20952/revtee.v15i34.17363>.

Yu. P. Karpenko

THE USE OF VISUALIZATION METHODS IN THE STUDY OF CHEMICAL DISCIPLINES BY STUDENTS

Abstract. *The article emphasizes the problems of visual learning and teaching of chemical disciplines, in particular visualization. An analysis of the scientific literature was carried out and unresolved issues were highlighted. Scientists are actively discussing the introduction of methods and forms of learning using visualization elements into the educational process. However, there is a need to specify pedagogical tools for chemical disciplines by future medical and pharmaceutical workers. This study presents various methods of visualization that can be used for studying chemistry by students not only during classroom work, but also when involved in research extracurricular activities in medical and pharmaceutical education institutions. Education using visualization can be organized in various forms and with the help of certain methods, namely: lectures, laboratory works, group discussions and presentations, virtual laboratories, multimedia courses, video experiments, practical classes. Visualization methods are effective tools in teaching chemistry, especially when learning complex theories and processes. Visual materials help learners focus on key concepts, understand the connections between them, and remember the material more easily. The article presents a variety of visualization techniques such as charts, graphs, charts, animations, and models. Each of them has its advantages and disadvantages, and is used in connection with the need and purpose of specific training. The use of visualization methods can be an excellent form of learning that allows students to be more active and focused, and also promotes the assimilation of knowledge. To achieve these goals, it is necessary to ensure proper preparation and development of visual materials that would meet pedagogical needs and the purpose of learning. Therefore, visualization in the study of chemical disciplines can be a useful tool to facilitate the learning process and increase the level of assimilation of the material. It is important to remember that informational materials must be properly designed and prepared, as well as take into account the individual needs of students.*

Keywords: *Visualization, medical and pharmaceutical education, institution of higher education, chemical disciplines, forms and methods of education.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

Карпенко Юлія Петрівна — д. філос., викладачка кафедри природничих дисциплін, Черкаська медична академія, м. Черкаси, Україна, yulia_karpenko1976@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3498-957X>

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Karpenko Yu. P. — D. Sc. in Philosophy, Lecturer of the Department of Natural Sciences, Cherkasy Medical Academy, Cherkasy, Ukraine, yulia_karpenko1976@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3498-957X>

Стаття надійшла до редакції / Received 31.03.2023