

Цигура ГалинаORCID 0000-0002-2998-7537
ResearcherID AAC-3508-2019
Scopus-Author ID 58672752900*Кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри біологічних основ фізичного виховання, здоров'я і спорту
Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка
(Чернігів, Україна) E-mail: zygura.g@ukr.net***Толочний Віктор**ORCID 0000-0002-0463-4073
Researcher ID AAC-6825-2020*Старший викладач,
Національний університет «Чернігівський колегіум»
імені Т.Г. Шевченка (Чернігів, Україна)
E-mail: tolvikne@gmail.com*

ІНТЕРАКТИВНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ДИСЦИПЛІНИ «БІОХІМІЯ»

У статті описано переваги використання візуальних засобів навчання під час викладання дисципліни «Біохімія». Представлено оптимальні варіанти інтерактивного програмного забезпечення для використання в освітньому процесі підготовки майбутніх фахівців фізичної культури і спорту. Наведено переваги платформи Mozaik Education.

Мета роботи: виявити оптимальні варіанти інтерактивного програмного забезпечення для вивчення біохімії майбутніми фахівцями фізичної культури і спорту.

Методологія. Роботу виконано на основі системного (для формування системного мислення студентів), компетентнісного та синергетичного підходів з врахуванням співпраці викладача і студента в процесі професійної підготовки майбутніх фахівців фізичної культури і спорту. Використано загальнологічні методи аналізу, синтезу, систематизації й узагальнення інформації.

Наукова новизна. Детальне аналізування науково-методичної літератури та доступного для використання через мережу Інтернет інтерактивного програмного забезпечення дозволило виявити найбільш оптимальні його варіанти для вивчення дисципліни «Біохімія» майбутніми фахівцями фізичної культури і спорту.

Висновки. Для кращої мотивації до навчання, сприйняття, розуміння та запам'ятовування теоретичного матеріалу доцільним є використання візуальних інтерактивних засобів навчання. Такі наочні матеріали активують пізнавальний інтерес студентів, розширюють межі розуміння ними хімічних процесів в організмі людини, полегшують засвоєння навчального матеріалу з біохімії, забезпечуючи формування як загальних, так і фахових компетентностей. З широкого набору програмного забезпечення представленого в мережі Інтернет, для вивчення біохімії студентами факультетів фізичного виховання можуть бути рекомендовані програми RuMOL, BioRender, Mozaik Education. Найбільш зручним і простим у використанні є інтерактивне програмне забезпечення Mozaik Education, яке крім основних своїх функцій: візуалізація моделей макромолекул, мікроскопічної будови клітин, біохімічних процесів у клітинах тощо, має україномовний інтерфейс, придатне для дистанційного, змішаного та очного навчання; працює на ПК, планшетах, смартфонах, інтерактивних дошках; доступне онлайн без інсталяції (через браузер).

Ключові слова: біохімія, комп'ютерні технології, інтерактивні програмовані засоби навчання, дистанційна форма навчання, майбутні фахівці фізичної культури і спорту.

Постановка проблеми. У підготовці майбутнього фахівця фізичної культури і спорту важливим є формування цілісного уявлення про біохімічні процеси, які відбуваються в організмі людини під час тренувальної та змагальної діяльності. Такі знання дозволяють аналізувати причини швидкої втоми та спортивних травм, знаходити шляхи швидкого відновлення організму, оптимізувати харчування та питний режим, розуміти доцільність використання вітамінних комплексів, біологічно активних добавок, правильно забезпечувати підтримку здоров'я тощо [10]. Відповідна інформація отримується здобувачами

у ЗВО під час вивчення таких освітніх компонентів як «Біохімія», «Біохімія фізичних вправ та спорту», «Біохімія спорту» [3; 4; 11].

Зважаючи на низький рівень початкової загальнобіологічної підготовки студентів факультету фізичного виховання [2], переважно змішану або дистанційну форму навчання в умовах воєнного стану в Україні, кліпове мислення сучасної молоді, виникає потреба пошуку нових підходів в організації освітнього процесу.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Дистанційне навчання, впровадження якого в Україні науковці пов'язують з початком пандемії COVID-19, залишається й зараз дуже розповсюдженою формою організації освітнього процесу внаслідок постійних обстрілів українських територій військами російської федерації. Незважаючи на безліч переваг: зручність і комфортність, економія часу, оптимізація навчання під власний графік, самоосвіта і саморозвиток, використання сучасних технологій у навчанні, дистанційне навчання, як свідчать самі студенти, має ряд недоліків: одноманітність навчання, зниження мотивації до пізнавальної активності, навчальний матеріал слабо адаптований до умов дистанційного навчання, складність в організації контролю знань, складність у відстеженні випадків академічної недоброчесності, різноманітні технічні проблеми [5]. Успішність використання дистанційної форми навчання залежить від якісної організації, грамотного процесу керування та професійної майстерності викладача, зміст діяльності якого під час дистанційного навчання значно відрізняється від традиційного [12]. Адже дистанційне навчання вимагає абсолютно нових підходів до вибору методів, форм і засобів навчання, що змушує викладача знаходитись в постійному пошуку, щоб віднайти ті інструменти, які будуть найбільш дієвими. К. В. Бібчук здійснено ґрунтовне вивчення особливостей застосування мультимедійних презентацій в лекційних курсах з біохімії в закладах вищої освіти [1]. Проте швидкий розвиток інформаційних технологій вносить свої корективи в освітній процес. Він суттєво впливає на ритм життя сучасної людини, вимагаючи сприйняття великої кількості інформації. В результаті людський мозок змушений адаптуватися до такого потоку даних, і людина сприймає інформацію поверхнево, втрачає здатність зосереджувати увагу на деталях та глибоко аналізувати інформацію, сприймати її критично та робити самостійні висновки. Тобто внаслідок глобальної інформатизації суспільства, ми маємо значну кількість молоді з так званим кліповим мисленням, яку важче зацікавити навчанням та утримати увагу [6; 8]. Науковці, які досліджують кліпове мислення, рекомендують перебудовувати навчальний матеріал так, щоб він привертав увагу та утримував її за рахунок інноваційних технологій навчання, цікавих відео, яскравих ілюстрацій, інтерактивних ігор тощо; а також змінювати формати подачі матеріалу та види діяльності, робити регулярні перерви [8]. Ю. П. Карпенко, досліджуючи методи візуалізації для вивчення хімічних дисциплін, зазначає, що методи візуалізації є незамінними для вивчення хімічних дисциплін. Візуалізація дає змогу краще розуміти молекулярну структуру і властивості речовин; візуалізувати процеси хімічних реакцій та взаємодії між молекулами; краще розуміти складні процеси, які відбуваються на молекулярному рівні [7].

Мета роботи: пошук та аналізування інтерактивного програмного забезпечення для візуалізації навчального матеріалу під час викладання обов'язкового освітнього компонента «Біохімія» студентам факультету фізичного виховання.

Процедура дослідження. Використовували методи аналізу та синтезу, систематизації та узагальнення інформації. Проаналізовано наукову й науково-методичну літературу з питань оптимізації медико-біологічної підготовки студентів закладів вищої освіти в умовах дистанційної освіти.

Виклад основного матеріалу. Викладання обов'язкового освітнього компонента «Біохімія» студентам факультету фізичного виховання в Національному університеті «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка відбувається на 1 курсі у 2-му навчальному семестрі. Кількість навчальних годин відповідно до навчального плану становить 90 годин (3 кредити ECTS). Навчальний матеріал розподілений на три змістові модулі: Модуль 1. «Статична біохімія» (24 аудиторні години), Модуль 2. «Динамічна біохімія» (18 аудиторних годин), Модуль 3. «Біохімія спорту» (8 аудиторних годин). Причиною більшої кількості годин на вивчення модуля «Статична біохімія» порівняно з іншими модулями є низький рівень знань студентів про склад, будову та властивості основних органічних сполук, які є складовими живих організмів, що є обов'язковою умовою для вивчення матеріалу наступних тем.

Зважаючи на дистанційні умови навчання, для оволодіння студентами матеріалом курсу «Біохімія» розроблене відповідне методичне забезпечення: мультимедійні презентації для висвітлення лекційного матеріалу, методичні розробки для виконання практичних робіт, підібрані додаткові матеріали до лекційних і практичних занять у вигляді відеоматеріалів, електронні варіанти посібників. Доступ до усіх матеріалів студенти мають через електронну платформу Moodle та додатково через Google classroom. Постійна комунікація зі студентами здійснюється через Zoom-конференції та месенджери Telegram, Viber.

Постійне використання різного наочного матеріалу сприяє кращому розумінню студентами навчального матеріалу. Проте звичайними статичними слайдами презентацій увагу сучасного студента довго не втримати, частково рятує ситуацію використання яскравих ілюстрацій, які здатні викликати емоції [1]. У нашому випадку пошук засобів для кращого і швидшого засвоєння студентами матеріалу важливим є ще й тому, що у майбутньому це може допомогти у перерозподілі годин між змістовими модулями, що дасть можливість більшу увагу приділяти вивченню матеріалу третього модуля «Біохімія спорту», який є професійно орієнтованим для студентів факультету фізичного виховання.

Для кращого розуміння матеріалу, який стосується будови різних хімічних сполук, перетворення хімічних речовин в організмі, важливим є унаочнення будови молекул та процесу їх взаємодії. Допомогти у цьому можуть відеоматеріали. Проте використання відеоматеріалів дає найкращий результат у тому випадку, коли відео демонструється викладачем під час занять, адже досвід свідчить, що самостійно відеоматеріали переглядаються тільки сумлінними студентами; до того ж більшість відеоматеріалів з біохімії потребують додаткових роз'яснень викладача. Позитивні відгуки від студентів отримуємо під час використання інтерактивних методів навчання, серед яких засоби комп'ютерних технологій, які дозволяють візуалізувати будову молекул, клітинних структур та біохімічні процеси в організмі, що покращує сприйняття та розуміння окремих тем.

Аналізування ряду програмних продуктів, доступних через мережу Інтернет, дозволило виокремити кілька програм, які допомагають візуалізувати навчальний матеріал з курсу «Біохімія». Пропонуємо їх короткий опис у такому порядку: назва, сфера застосування, основні характеристики.

РуMOL – це потужний інструмент для візуалізації молекул і макромолекул у високій якості у 3D форматі. Він широко використовується у біохімії, структурній біології, молекулярній біотехнології та суміжних науках. Високоякісна графіка та можливість створення анімацій для наукових досліджень дозволяють детально вивчати просторову організацію біомолекул та їхню взаємодію, що є ключовим для розуміння функцій на молекулярному рівні.

Основні функції РуMOL:

1. 3D-візуалізація молекул: відображення молекулярних структур у різних стилях: кульки та палички, стрічкові діаграми, поверхні Ван-дер-Ваальса тощо; детальне відображення білків, ДНК, РНК, лігандів та малих молекул; інтерактивне обертання, масштабування та редагування молекул.

2. Робота з біологічними макромолекулами: завантаження та аналіз PDB-файлів (Protein Data Bank); відображення вторинної та третинної структури білків; візуалізація взаємодії лігандів із білками (молекулярний докінг).

3. Аналіз молекулярних взаємодій: визначення міжатомних відстаней та кутів; аналіз водневих зв'язків, зарядових поверхонь та молекулярної динаміки; візуалізація електронної густини та молекулярних орбіталей.

4. Графічний та скриптовий режим: вбудований скриптовий інтерпретатор Python для автоматизації завдань; генерація високоякісних зображень та анімацій для публікацій.

5. Сумісність із іншими програмами: підтримка Gaussian, VMD, Chimera, Avogadro, MOE; робота з форматами PDB, MOL, SDF, CIF та ін.

6. Анімація та відео: створення динамічних презентацій молекулярних процесів; анімований аналіз взаємодій у білкових комплексах.

Застосування РуMOL:

~ Наукові дослідження: вивчення молекулярної динаміки та квантово-хімічних процесів; візуалізація механізмів хімічних реакцій.

~ Освіта та навчання: використання в курсах біохімії, фармакології та структурної біології; допомога студентам у розумінні структури білків та молекулярних взаємодій.

~ Фармацевтика та молекулярна біологія: аналіз взаємодії ліків із рецепторами та ферментами; візуалізація молекулярного докінгу в розробці нових ліків.

РуMOL є комерційним програмним забезпеченням, проте є й безкоштовна версія Open-Source.

Ще одним допоміжним інструментом для вивчення студентами біохімії є BioRender. Це онлайн-платформа для створення наукових ілюстрацій, яка дозволяє візуалізувати складні молекулярні процеси, клітинні взаємодії та біохімічні шляхи у зрозумілій і наочній формі.

Основні функції BioRender:

1. Візуалізація біохімічних процесів: зображення метаболічних шляхів (наприклад, гліколіз, цикл Кребса, фотосинтез); відображення послідовності ферментативних реакцій та субстратів; бібліотека наукових іконок та шаблонів (понад 50 000 професійно розроблених іконок для зображення клітин, молекул, органел, біохімічних шляхів, медичних процедур тощо); готові шаблони для створення постерів, графіків, презентацій і публікацій.

2. Моделювання взаємодій молекул: побудова схем, що ілюструють зв'язування лігандів із рецепторами, утворення білково-білкових або білково-ДНК комплексів тощо; візуалізація механізмів дії ферментів, інгібіторів, коферментів.

3. Структура біомолекул: графічне зображення амінокислот, нуклеотидів, ліпідів, вуглеводів; відображення вторинної структури білків (альфа-, бета-спіралі) та модифікацій (фосфорилування, ацетилювання тощо).

4. Схеми клітинної сигналізації: побудова шляхів передачі сигналу; візуалізація внутрішньоклітинного каскаду у відповідь на біохімічні сигнали.

5. Анотація лабораторних експериментів: схематичне зображення постановки біохімічного експерименту (спектрофотометрія, хроматографія, ELISA); візуалізація результатів та логіки експерименту.

Усі ці можливості забезпечує зручний графічний редактор, який має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс із функцією drag-and-drop та дозволяє: налаштувати колір, прозорість, текст, підписи тощо; інтегрувати та експортувати зображення у форматах PNG, JPG, SVG, PDF (з високою роздільною

здатністю); інтегрувати зображення в наукові статті, презентації (PowerPoint), постери, звіти та навчальні матеріали; спільну роботу кількох користувачів над одним проектом.

Застосування BioRender:

~ Освіта та навчання: створення ілюстрацій до лекцій, підручників і наочних матеріалів; створення наочних схем для викладання біохімії студентам; пояснення складних біохімічних понять через візуальні матеріали; краще розуміння студентами складних біохімічних процесів.

~ Наука та дослідження: візуалізація експериментальних схем, біохімічних та клітинних процесів; підготовка графічних зображень для публікацій у біохімічних журналах; оформлення презентацій для конференцій і семінарів; створення складних молекулярних схем; професійна візуалізація без ґрунтовних навичок у графічному дизайні.

BioRender може бути визначене як універсальне програмне забезпечення, адже може використовуватись як студентами для навчання та створення проектів, так і науковцями для створення наукових публікацій. Не потребує спеціальних навичок дизайну або графічного програмування.

BioRender є комерційним програмним забезпеченням, проте має також безкоштовну версію.

Mozaik Education – це інтерактивна освітня платформа, що надає доступ до 3D-сцен, віртуальних лабораторій, анімацій, відео та навчальних презентацій. Вона призначена для вчителів, учнів і студентів усіх рівнів освіти. У контексті біохімії вона може бути використана для наочного пояснення складних молекулярних та клітинних процесів.

Основні функції Mozaik Education:

1. 3D-сцени (mozaik3D). Візуалізація біохімічних структур: молекули білків, ДНК, ферменти, органели клітини (понад 1300 інтерактивних 3D-моделей з природничих, точних та гуманітарних наук). Інтерактивні моделі, які можна обертати, масштабувати, аналізувати в розрізі. Можливість супроводу поясненнями, підписами, озвученням, анотаціями, вікторинами.

2. Віртуальні лабораторії: проведення віртуальних експериментів з біохімії (наприклад, тест на білки, реакції ферментів, вплив температури, pH та інших чинників); безпечне моделювання хімічних реакцій без необхідності фізичного обладнання. Студенти можуть досліджувати вплив змінних і спостерігати результати в реальному часі. Ідеально підходить для віддаленого навчання або аудиторної роботи без дорогого обладнання.

3. mozaBook – інтерактивний підручник. Дає змогу створювати власні презентації, тести та завдання; підтримує вставку 3D-сцен, відео, анімацій, малюнків, схем. Ідеально підходить для використання з інтерактивною дошкою або планшетом.

4. mozaWeb – доступ з будь-якого пристрою. Онлайн-платформа, що дозволяє працювати з матеріалами у браузері: можливість виконання домашніх завдань, перегляду 3D-сцен і проходження тестів з дому.

Платформа Mozaik Education доступна більш ніж 35 мовами, включно з українською. Використовується переважно для освіти та навчання: вивчення моделей молекул, мікроскопічної будови клітини, дослідження хімічних реакцій; анімації роботи ферментів або обміну речовин; віртуальне моделювання реакцій; наочне пояснення будови ДНК, синтезу білків тощо. Пояснення біохімічних процесів – анімації метаболічних шляхів, таких як: гліколіз, цикл Кребса, фотосинтез, реплікація ДНК, транскрипція, трансляція тощо. Пояснення механізмів дії ферментів, процесів клітинного дихання, синтезу білків та ін. Також є можливості підготовки мультимедійних фрагментів, тестів і презентацій, самостійне вивчення матеріалу та його повторення, виконання домашніх завдань.

Кожна із зазначених програм має свої особливості у застосуванні. Проте Mozaik Education, на наш погляд, має ряд переваг і заслуговує на першочергову увагу. Зокрема це програмне забезпечення: просте у використанні, має україномовний інтерфейс, його можна використовувати для дистанційного, змішаного та очного навчання; працює на ПК, планшетах, смартфонах, інтерактивних дошках; є доступ до ресурсу онлайн без інсталяції (через браузер). Використання колекції 3D-сцен дозволяє візуалізувати навчальний матеріал, викликаючи не тільки інтерес до вивчення теоретичного матеріалу, а й спрощуючи процес сприйняття теоретичної інформації, кращого його розуміння та запам'ятовування. Як стверджують науковці, 3D-технології – це інноваційні освітні інструменти, які не лише дають здобувачам можливість досліджувати абстрактні поняття, але й пробуджують допитливість, креативність і навички критичного мислення [9].

Застосунок mozaWeb дозволяє візуалізувати будову молекул, подаючи їх у вигляді кулестержневої моделі, яку можна розглядати обертаючи її, наближаючи та віддаляючи; дозволяє візуалізувати динамічні процеси перетворення молекул, що сприяє розумінню механізмів хімічних реакцій, які відбуваються в живих організмах.

Програмне забезпечення Mozaik Education має як платний, так і безкоштовний контент, проте безкоштовної версії mozaWeb цілком достатньо для візуалізації більшості матеріалу, наприклад, модуля «Статична біохімія», у 3D форматі. Зокрема доступні 3D-сцени для вивчення теми «Білки»: амінокислоти, пептидний зв'язок, гемоглобін, структури білка; «Вуглеводи»: фруктоза, глюкоза, сахароза, лактоза, утворення циклічної форми глюкози, рибоза, мальтоза, амілоза; «Ліпіди»: стеаринова кислота, олеїнова кислота, молекула жиру, молекула олії; «Нуклеїнові кислоти»: РНК, ДНК та ін. Окремі приклади демонстраційних матеріалів застосунку представлені на рис. 1–4.

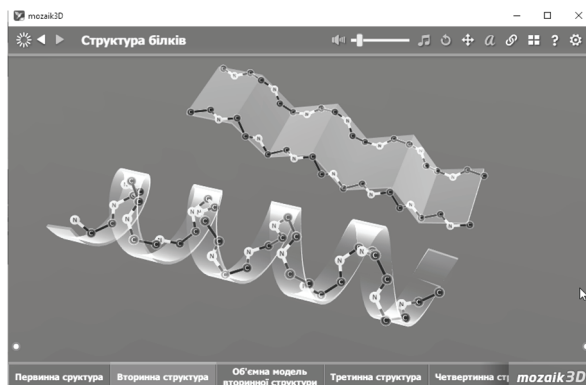


Рис. 1. Структури молекул білків

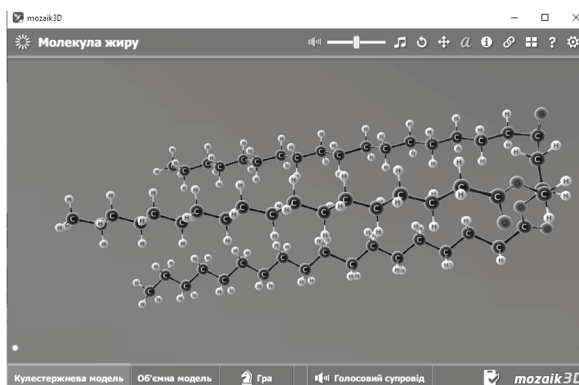


Рис. 2. Модель молекули простого ліпиду

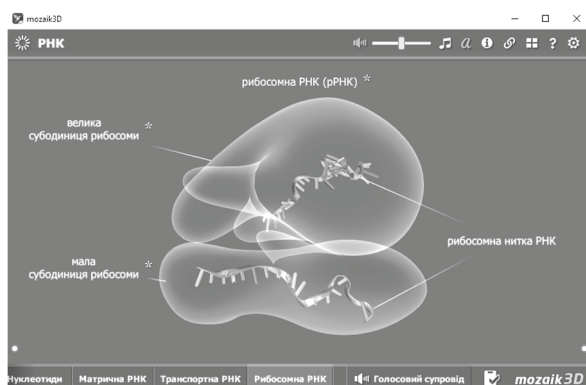


Рис. 3. Модель рибосоми та рибосомної РНК

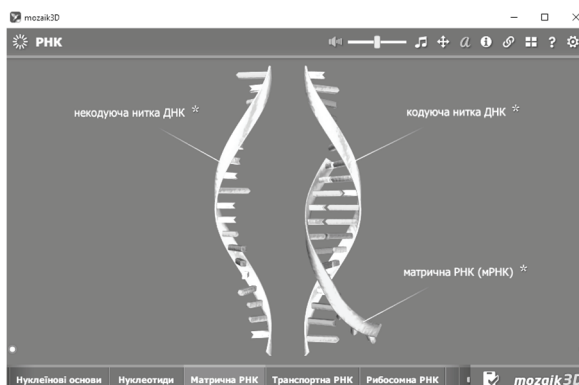


Рис. 4. Візуалізація синтезу матричної РНК

Висновки. Для кращої мотивації до навчання, сприйняття, розуміння та запам'ятовування теоретичного матеріалу доцільним є використання візуальних інтерактивних засобів навчання. Такі наочні матеріали активують пізнавальний інтерес студентів, розширюють межі розуміння ними хімічних процесів в організмі людини, полегшують засвоєння навчального матеріалу з біохімії, забезпечуючи формування як загальних, так і фахових компетентностей. З широкого набору програмного забезпечення представленого в мережі Інтернет, для вивчення біохімії студентами факультетів фізичного виховання можуть бути рекомендовані програми PyMOL, BioRender, Mozaik Education. Найбільш зручним і простим у використанні є інтерактивне програмне забезпечення Mozaik Education, яке крім основних своїх функцій: візуалізація моделей макромолекул, мікроскопічної будови клітини, біохімічних процесів у клітині тощо, має унікальний інтерфейс, придатне для дистанційного, змішаного та очного навчання; працює на ПК, планшетах, смартфонах, інтерактивних дошках; доступне онлайн без інсталяції (через браузер).

References

1. Бібчук К. Особливості застосування наочних засобів під час викладання курсу лекцій з біохімії. *Інноваційна педагогіка*. 2019. Вип. 15(2). С. 14–18. DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085-2019-15-2-2>.
Bibchuk, K. (2019). Osoblyvosti zastosuvannya naochnykh zasobiv pid chas vykladannia kursu lektsii z biokhimii [Peculiarities of using visual aids when teaching a course of lectures on biochemistry]. *Innovatsiina pedahohika – Innovative Pedagogy*. Issue 15(2). 14–18. DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085-2019-15-2-2> [in Ukrainian].
2. Бібчук К. В. Особливості викладання курсу біохімії студентам факультету фізичного виховання НУЧК імені Т. Г. Шевченка. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2020. Вип. 166(10). С. 121–125.
Bibchuk, K. V. (2020). Osoblyvosti vykladannia kursu biokhimii studentam fakultetu fizychnoho vykhovannia NUCHK imeni T. H. Shevchenka [Peculiarities of teaching the biochemistry course to students of the Faculty of Physical Education of the T. H. Shevchenko National University of Chernihiv]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Chernihivskiy kolehium» imeni T. H. Shevchenka – Bulletin of the T. H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»*. Issue 166(10). 121–125 [in Ukrainian].
3. Бібчук К. В., Усманова Г. О. Вплив занять з біохімії на рівень загальнобіологічної підготовки студентів факультету фізичного виховання. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*.

- Серія : Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт / Чернігів. нац. пед. ун-т імені Т. Г. Шевченка. Вип. 107. Т. 3. Чернігів, 2013. С. 32–35.*
- Bibchuk, K. V., Usmanova, H. O. (2013). Vplyv zaniat z biokhimii na riven zahalnobiolohichnoi pidhotovky studentiv fakultetu fizychnoho vykhovannia [The influence of biochemistry classes on the level of general biological training of students of the Faculty of Physical Education]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu – Bulletin of the Chernihiv National Pedagogical University*. Issue 107. Vol. 3. 32–35 [in Ukrainian].
4. Біохімія спорту : навч. посіб. [для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 014.11 Середня освіта (Фізична культура) та 017 Фізична культура і спорт] / укл.: О. В. Квак. Полтава : Астроя, 2023. 98 с.
Biokhimiia sportu [Biochemistry of sports]: navch. posib. [dlia pidhotovky zdobuvachiv pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity zi spetsialnosti 014.11 Serednia osvita (Fizychna kultura) ta 017 Fizychna kultura i sport] / ukl.: O. V. Kvak. (2023). Poltava : Astraia [in Ukrainian].
 5. Боковець О. І. Дистанційне навчання: переваги та недоліки очима студентів. Сучасні педагогіка та психологія: перспективні та пріоритетні напрями наукових досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 9–10 липня 2021 р.). Київ, 2021. С. 21–24.
Bokovets, O. I. (2021). Dystantsiine navchannia: perevahy ta nedoliky ochyma studentiv [Distance learning: advantages and disadvantages through the eyes of students]. *Suchasni pedahohika ta psykholohiia: perspektyvni ta priorytetni napriamy naukovykh doslidzhen: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (m. Kyiv, 9–10 lyupnia 2021 r.). Kyiv [in Ukrainian].
 6. Вернер О. Ю., Макарова О. В. Кліпове мислення та його роль у навчально-пізнавальній діяльності школярів. In The 3rd International scientific and practical conference «Fundamental and applied research in the modern world» (October 21-23, 2020) BoScience Publisher, Boston, USA. 2020. 642 p. (p. 233).
Verner, O. Yu., Makarova, O. V. (2020). Klipove myslennia ta yoho rol u navchalno-piznavalnii diialnosti shkoliariv [Clip thinking and its role in the educational and cognitive activity of schoolchildren]. In The 3rd International scientific and practical conference «Fundamental and applied research in the modern world» (October 21-23, 2020) BoScience Publisher, Boston, USA [in Ukrainian].
 7. Карпенко Ю. П. Використання методів візуалізації при вивченні студентами хімічних дисциплін. *Наукові записки Малої академії наук України*. 2023. 1(26). С. 57–64. <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2023-26-07>
Karpenko, Yu. P. (2023). Vykorystannia metodiv vizualizatsii pry vyvchenni studentamy khimichnykh dystsyplin [The use of visualization methods in the study of chemical disciplines by students]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy – Scientific notes of the Minor Academy of Sciences of Ukraine*. 2023. 1(26). 57–64. <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2023-26-07> [in Ukrainian].
 8. Полонська Т. К. Проблема кліпового мислення учнів гімназії у процесі навчання іноземної мови. *Theory and practice of modern science*. Collection of scientific papers «SCIENTIA». Kraków, Republic of Poland. 2022. Vol. 2. P.51-53.
Polonska, T. K. (2022). Problema klipovoho myslennia uchniv himnazii u protsesi navchannia inozemnoi movy [The problem of clip thinking of high school students in the process of learning a foreign language]. *Theory and practice of modern science*. Collection of scientific papers «SCIENTIA». Kraków, Republic of Poland. Vol. 2. P.51-53 [in Ukrainian].
 9. Стельмах М. С., Лисюк Л. П. Дослідження використання 3d-технологій у різних дисциплінах. In XXVI International scientific and practical conference «Theoretical and Practical Aspects of Modern Research» (June 5-7, 2024) Ottawa, Canada. International Scientific Unity, 2024. p. 206 – 211.
Stelmakh, M. S., Lysyuk, L. P. (2024). Doslidzhennia vykorystannia 3d-tekhnohohii u riznykh dystsyplinakh [Research on the use of 3d technologies in various disciplines]. In XXVI International scientific and practical conference «Theoretical and Practical Aspects of Modern Research» (June 5-7, 2024) Ottawa, Canada. International Scientific Unity. 206 – 211. [in Ukrainian].
 10. Турчак А. Л., Маркова О. В. Формування педагогічної майстерності майбутнього тренера за освітніми компонентами «біомеханіка» і «біохімія». *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2022. Вип. 205. С. 193-200.
Turchak, A. L., Markova, O. V. (2022). Formuvannia pedahohichnoi maisternosti maibutnoho trenera za osvitynimy komponentamy «biomekhanika» i «biokhimiia» [Formation of pedagogical skills of the future trainer according to the educational components «biomechanics» and «biochemistry»]. *Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky – Scientific notes. Series: Pedagogical sciences*. Issue 205. 193–200 [in Ukrainian].
 11. Шепель Л. С. Біохімія фізичних вправ та спорту : (за вимогами кредитно-модульної системи) : програма навч. дисципліни. Одеса : ПНПУ ім. К. Д. Ушинського, 2010. 12 с.
Shepel, L. S. (2010). Biokhimiia fizychnykh vprav ta sportu : (za vymohamy kredytno-modulnoi systemy) [Biochemistry of physical exercises and sports: (according to the requirements of the credit-module system)] : prohrama navch. dystsypliny. Odesa : PNPu im. K. D. Ushynskoho [in Ukrainian].

12. Шинковська І. Л., Заєць І. П. Особливості дистанційного навчання в системі вищої освіти. Збірник статей учасників п'ятнадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього» 2022. Ч. I. С. 51-53.
 Shynkovska, I. L., Zayets, I. P. (2022). Osoblyvosti dystantsiinoho navchannia v systemi vyshchoi osvity [Peculiarities of distance learning in the higher education system]. Zbirnyk statei uchashnykiv piatnadtsiatoi vseukrainskoi praktychno-piznavalnoi konferentsii «Naukova dumka suchasnosti i maibutnoho». Part I. 51–53 [in Ukrainian].

Tsyhura Halyna

ORCID 0000-0002-2998-7537
 ResearcherID AAC-3508-2019
 Scopus-Author ID 58672752900

PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor
 Department of Biological basis of physical education, health and sports
 T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»
 (Chernihiv, Ukraine) E-mail: zygura.g@ukr.net

Tolochnyi Victor

ORCID 0000-0002-0463-4073
 Researcher ID AAC-6825-2020

Senior Lecturer,
 T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»
 (Chernihiv, Ukraine) E-mail: tolvikne@gmail.com

INTERACTIVE SOFTWARE FOR VISUALIZATION OF TEACHING MATERIAL IN THE DISCIPLINE «BIOCHEMISTRY»

The article describes the advantages of using visual teaching aids when teaching the discipline «Biochemistry». The optimal options for interactive software for use in the educational process of training future specialists in physical culture and sports are presented. The advantages of the Mozaik Education platform are presented.

Objective. To identify the optimal options for interactive software for studying biochemistry by future specialists in physical culture and sports.

Methodology. The work was carried out on the basis of systemic (for the formation of students' systematic thinking), competency-based and synergistic approaches, taking into account the cooperation of the teacher and the student in the process of professional training of future specialists in physical culture and sports. General logical methods of analysis, synthesis, systematization and generalization of information were used.

Scientific novelty. A detailed analysis of scientific and methodological literature and interactive software available for use via the Internet made it possible to identify the most optimal options for studying the discipline «Biochemistry» by future specialists in physical education and sports.

Conclusions. For better motivation to study, perception, understanding and memorization of theoretical material, it is advisable to use visual interactive teaching aids. Such visual materials activate students' cognitive interest, expand the boundaries of their understanding of chemical processes in the human body, facilitate the assimilation of educational material in biochemistry, ensuring the formation of both general and professional competencies. From a wide range of software presented on the Internet, the following programs can be recommended for studying biochemistry by students of physical education faculties: PyMOL, BioRender, Mozaik Education. The most convenient and easy-to-use interactive software is Mozaik Education, which, in addition to its main functions: visualization of models of macromolecules, microscopic structure of the cell, biochemical processes in the cell, etc., has a Ukrainian-language interface, suitable for distance, blended and face-to-face learning; works on PCs, tablets, smartphones, interactive whiteboards; is available online without installation (via a browser).

Keywords: biochemistry, computer technologies, interactive programmable learning tools, distance learning, future specialists in physical culture and sports.

Стаття надійшла до редакції 22.01.2025

Рецензент: доктор педагогічних наук, професор **Гаркуша С. В.**