

АДАПТАЦІЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМ З БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ХІМІЧНИХ, МЕДИЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ДО СУЧАСНИХ ВИМОГ: ІНТЕГРАЦІЯ ІННОВАЦІЙ ТА АКТИВНИХ МЕТОДІВ ВИКЛАДАННЯ

ADAPTATION OF CURRICULA IN BIOORGANIC CHEMISTRY FOR STUDENTS OF CHEMICAL, MEDICAL AND BIOLOGICAL SPECIALTIES TO MODERN REQUIREMENTS: INTEGRATION OF INNOVATIONS AND ACTIVE TEACHING METHODS

Метою статті є аналіз навчальної дисципліни «Біоорганічна хімія» на основі майже тридцятирічного досвіду викладання курсу Біоорганічна хімія авторкою статті на хімічному, медичному, стоматологічному та біологічному факультетах УжНУ, вивчення розвитку біоорганічної хімії та методик її викладання, дослідження адаптації навчальних програм з біоорганічної хімії для студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей до сучасних вимог. Завдання статті – пояснити особливості інтеграції інновацій і проаналізувати активні методи викладання біоорганічної хімії для студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей відповідно до сучасних вимог.

Під час написання статті використано такі методи наукового пошуку: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення – для з'ясування стану розв'язання досліджуваної проблеми в теорії і методиці навчання біоорганічної хімії, визначення теоретичних основ дослідження.

На основі систематизації досвіду авторки у статті представлено результати напрацювання дієвих практик адаптації навчальних програм з біоорганічної хімії для студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей до сучасних вимог, представлених до освіти в Україні. З'ясовано, що застосування комп'ютерних технологій у навчанні біоорганічної хімії сприяє адаптації перебудови змісту та методології навчального процесу хімічних дисциплін. Активне використання технічних засобів дає змогу пришвидшити процес своєчасного набуття знань і вмін студентами хімічних, медичних і біологічних спеціальностей та забезпечує інтеграцію інновацій та активних методів викладання для успішної адаптації майбутнього фахівця до нового інформаційного середовища. В умовах онлайн-навчання, коли студенти навчаються віддалено, особливого змісту набуває кооперативне навчання, у якому більше уваги пропонується приділити груповій роботі. Підтверджено, що застосування інтерактивних засобів онлайн-навчання відкриває студентам можливість саморозвитку через нетрадиційні засоби навчання. Досягнення сучасних технологій створюють нові можливості для хімічної візуалізації.

Ключові слова: біоорганічна хімія, інтеграція, інноваційні методи навчання, активні методи викладання, навчальні програми,

студенти хімічних, медичних та біологічних спеціальностей.

The purpose of the article is to analyze the educational discipline «Bioorganic Chemistry», to study the development of bioorganic chemistry and its teaching methods over the past thirty years, to study the adaptation of bioorganic chemistry curricula for students of chemical, medical and biological specialties to modern requirements. The task of the article is to explain the peculiarities of the integration of innovations and to analyze active methods of teaching bioorganic chemistry for students of chemical, medical and biological specialties in accordance with modern requirements.

In the course of writing the article, the following methods of scientific research were used: analysis, synthesis, comparison, generalization – to clarify the state of solving the researched problem in the theory and methodology of teaching bioorganic chemistry, to determine the theoretical foundations of the study.

Based on the systematization of the authors' experience, the article presents the results of developing effective practices for adapting bioorganic chemistry curricula for students of chemical, medical, and biological specialties to modern requirements for education in Ukraine. It was found that the use of computer technologies in the teaching of bioorganic chemistry contributes to the adaptation of the restructuring of the content and methodology of the educational process of chemical disciplines. The active use of technical means allows to speed up the process of timely acquisition of knowledge and skills by students of chemical, medical and biological specialties and ensures the integration of innovations and active teaching methods for the successful adaptation of the future specialist to the new information environment. In the conditions of online education, when students study remotely, cooperative learning acquires a special meaning, in which it is suggested to pay more attention to group work. It has been confirmed that the use of interactive online learning tools offers students the opportunity for self-development through non-traditional learning tools. Advances in modern technology create new opportunities for chemical imaging.

Key words: bioorganic chemistry, integration, innovative teaching methods, active teaching methods, educational programs, students of chemical, medical and biological specialties.

УДК 577.1:378.147:542+61+57
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/69.2.27>

Різак Г.В.,
канд. фарм. наук,
радник директора Фонду
на громадських засадах
Благодійного Фонду підтримки освіти,
науки та науково-технічної діяльності

Постановка проблеми. У галузі біоорганічної хімії за останні тридцять років відбувається стрімкий прогрес і формування нових аспектів, що змушує науковців не лише оновлювати навчальні

програми, але й адаптувати їх до сучасних вимог. Ця адаптація об'єднує в собі інтеграцію інновацій і впровадження активних методів викладання для студентів хімічних, медичних і біологічних

спеціальностей, щоб забезпечити високий рівень підготовки фахівців у цій галузі хімії.

Багато навчальних програм залишаються застарілими та нездатними відтворити останні досягнення в галузі біоорганічної хімії, що може призвести до відставання студентів від сучасних тенденцій і прогресу в науці.

Адаптація навчальних програм з біоорганічної хімії повинна враховувати відмінність сучасних студентів за рівнем підготовки, інтересами та викликами, з якими вони стикаються в навчальному процесі, та створювати однакові можливості для їх розвитку. Біоорганічна хімія впливає на різні аспекти життя, включаючи медицину, біотехнології й екологію, тому навчальні програми для студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей повинні готувати їх до викликів сучасності, надаючи їм знання та навички, необхідні для вирішення складних задач у цих галузях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Створення навчальних програм для студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей у закладах вищої освіти є об'єктом пильної уваги науковців, оскільки потребує постійної адаптації до сучасних вимог. Н. Величко зазначає, що хімічні знання необхідні для розуміння молекулярних основ процесів життєдіяльності, особливостей участі різноманітних хімічних сполук в обміні речовин й енергетичних процесах здорового організму, а також для діагностики порушень метаболізму в разі патологічних станів патологічних станів. Н. Величко разом зі співавторами в дослідженні [1, с. 144–146] розглядають досвід викладачів кафедри біомедичних дисциплін, який свідчить про те, що основним стимулом у вивченні хімічних дисциплін є формування зацікавленості, яка базується на конкретних прикладах використання знань і методів у клінічній практиці. О. В. Анікіна зі співавторами в дослідженні [2, с. 147] здійснили аналіз навчальних планів закладів вищої іноземної освіти, який дав змогу констатувати дещо інший підхід до формування змісту практичної підготовки. Науковців зацікавила освітня програма «B.A. in Chemistry Education» університету Меріленда – University of Maryland (USA), «Chemistry Major & ChemFlex Option» Массачусетського технологічного інституту (USA) та «Chemistry. F100» Оксфордського університету – University of Oxford (GB). У навчальних планах цих університетів – лідерів хімічної освіти у світі, значну увагу приділяють саме практичній підготовці на кожному курсі з метою постійного вдосконалення вмінь і навичок використання класичних хімічних операцій і дій під час реалізації навчального дослідження та майбутнього професійного поля. У статті О. С. Євдоченко [3, с. 30] здійснено теоретичний аналіз системного підходу у формуванні професійної компетентності майбутніх хіміків на сучасному

етапі розвитку освіти в Україні. Проблема професійно орієнтованого навчання хімічних дисциплін майбутніх фахівців фармацевтичної галузі розглянула Л. Філіппова [4, с. 97]. Слід погодитися з результатами дослідження Н. Маланюк [5, с. 113–115], що інноваційні методи позитивно впливають на вдосконалення освітнього процесу та підвищують ефективність підготовки майбутніх фахівців до професійної діяльності. Українські та зарубіжні науковці порівнювали аспекти впровадження інноваційних методів для організації навчання студентів хімічних і фармацевтичних спеціальностей. У науковій роботі О. Гойстер, А. Гудзенка, О. Гузенко [6, с. 196–200] проаналізовано загальні питання методики навчання хімії. Автори Т. Попова, Р. Бачинський, Т. Поліщук у дослідженні [7, с. 102–103] розкрили ефективність застосування інноваційних методів навчання під час вивчення біологічної хімії.

Дослідження щодо впровадження принципів інноваційної методики у викладання хімічних дисциплін було сферою діяльності С. Большаніної, Т. Диченко [8, с. 142–144]. Специфіку організації навчання студентів дисципліні «Органічна хімія» під час війни й обґрунтування реалізації технології змішаного навчання досліджували науковці О. Бондарчук, А. Стецьків й А. Дмитрів [9, с. 254–256]. Методику викладання дисциплін хімічного спрямування в умовах дистанційного навчання більш детально аналізували Т. Дюжикова, В. Арестенко, Ю. Ніколаєва [10, с. 118–120]. Питання імплементації практико-орієнтованого підходу в процес якійсної підготовки майбутніх фармацевтів цікавила науковців Н. Безносюк, А. Блажко [11, с. 124–126]. У статті Г. Різак проаналізовано підходи до визначення інноваційного методу, сформульовано його характерні ознаки та здійснено класифікацію інноваційних методів викладання органічної хімії залежно від виду занять [12, с. 31–35].

Деякий узагальнений досвід щодо напрацювання дієвих практик адаптації навчальних програм з хімії для студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей до сучасних вимог, представлених до освіти в Україні, наведено в Таблиці 1.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Специфіку використання інноваційних й активних методів викладання біоорганічної хімії для студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей недостатньо вивчено в науково-педагогічній літературі. Наявні навчальні програми з біоорганічної хімії в сучасних умовах не дають змоги використати всі доступні можливості для практичного застосування теоретичних знань у реальних ситуаціях. Залишаються невирішеними завдання реалізації механізмів, що сприяють більш ефективній підготовці студентів

Адаптація навчальних програм з біоорганічної хімії до сучасних вимог

Джерело	Підходи
Величко Н. В., Федорова Г. О., Селезньова І. І.	Основним стимулом у вивченні хімічних дисциплін є формування зацікавленості, яка базується на конкретних прикладах використання знань і методів у клінічній практиці
Анічікіна О. В., Романишина Л. М., Авдєєва О. Ю., Камінський О. М., Чайка М. В.	Вивчення й упровадження зарубіжного досвіду, зокрема, освітніх програм «B.A. in Chemistry Education» університету Меріленда – University of Maryland (USA), «Chemistry Major & ChemFlex Option» Массачусетського технологічного інституту (USA) та «Chemistry. F100» Оксфордського університету – University of Oxford (GB)
О. Бондарчук, А. Стецьків, А. Дмитрів	Важливість удосконалення організації навчання студентів дисципліни «Органічна хімія» під час війни за допомогою реалізації технологій змішаного навчання
Г. Різак	Інноваційні методи викладання органічної хімії спрямовані на підвищення ефективності освітнього процесу та характеризуються активністю, технологічністю, наявністю зворотного зв'язку, альтернативністю, сучасністю, використанням інформаційно-комунікаційних технологій навчання (ІКТ) та підвищенням зацікавленості до навчання

Джерело: власна розробка автора

хімічних, медичних і біологічних спеціальностей до якісного вивчення біоорганічної хімії в сучасних умовах.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є аналіз навчальної дисципліни «Біоорганічна хімія», вивчення розвитку біоорганічної хімії та методики її викладання за останні тридцять років, дослідження адаптації навчальних програм з біоорганічної хімії для студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей до сучасних вимог. Завдання статті – пояснити особливості інтеграції інновацій і проаналізувати активні методи викладання біоорганічної хімії для студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей відповідно до сучасних вимог.

Виклад основного матеріалу дослідження. Біоорганічна хімія є однією з найважливіших дисциплін у загальнотеоретичній підготовці студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей, перебуває в тісному зв'язку з біохімією, молекулярною біологією, фармакологією, біофізикою й іншими медико-біологічними дисциплінами. Прикінцева мета вивчення курсу біоорганічної хімії полягає у формуванні знань про закономірності хімічної поведінки основних класів природних органічних сполук у взаємозв'язку з їх будовою, для використання цих знань як основи під час вивчення процесів, що відбуваються в живому організмі. Біоорганічна хімія є базою для подальшого вивчення біологічної хімії та патологічної фізіології.

Вивчення біоорганічної хімії за програмою ЗВО проводиться згідно з типовою програмою і навчальним планом, на основі яких розроблено робочу програму. Курс складається з лекційних годин, лабораторно-практичних робіт і годин для самостійної позааудиторної роботи студентів. Практичне заняття з біоорганічної хімії складається з двох частин. На початку практичного

заняття викладач висвітлює актуальність теми, мотивує студентів до її вивчення. На другому етапі відбувається виконання практичної роботи [13, с. 3–4].

Метою вивчення курсу біоорганічної хімії студентами хімічних, медичних та біологічних спеціальностей є формування знань, закономірностей хімічної поведінки основних класів природних органічних сполук. Біоорганічна хімія покликана озброїти майбутніх спеціалістів знаннями молекулярних основ процесів життєдіяльності, виробити у них логіку хімічного мислення та вміння орієнтуватися в класифікації, будові та властивостях великого числа органічних сполук, які виступають в ролі метаболітів, низькомолекулярних біорегуляторів та лікарських засобів [14, с. 4].

Базу теоретичних досліджень та методичні вказівки для адаптації навчальних програм з біоорганічної хімії можна знайти в роботі Різак Г.В. [14].

Інформаційні виклики часу та внесені корективи в освітній процес, зумовлені пандемією COVID-19 і карантинними обмеженнями, показали, що інформаційні технології можуть лише доповнити традиційні технології навчання, а додаткові переваги мають лише під час вивчення окремих дисциплін – це здебільшого вибіркові дисципліни хімічного напрямку, які студенти вивчають на старших курсах. Водночас необхідно констатувати, що в умовах дистанційної освіти повноцінної альтернативи практикуму, виконаному в лабораторії, немає. Не маючи можливості живого спілкування із суб'єктами освітнього процесу, викладач подає новий матеріал із використанням онлайн-сервісів і платформ, забезпечує тексти й відео для вивчення, а також робить навчальний матеріал максимально доступним і зрозумілим, для стимулювання інтересу студентів. Усіма цими можливостями володіють технології доповненої реальності за умови їх грамотного використання

в освітньому процесі, однак, вони не можуть забезпечити набуття студентами хімічних, медичних і біологічних спеціальностей мануальних навичок роботи з реактивами, посудом, приладами й обладнанням.

Застосування комп'ютерних технологій під час вивчення хімії обґрунтовано в роботах А. Аспіцької, С. Дендербера і О. Ключнікова, Г. Мальченко і О. Каретнікова, М. Тукало та ін. В освітньому процесі актуалізувалися не лише перегляди відеозаписів дослідів, а й проведення віртуальних дослідів за допомогою різноманітних програм («Цікава хімія AR», ARchemy тощо).

Використання інформаційних технологій під час вивчення хімічних дисциплін може принципово змінити методи роботи викладача, а також може викликати зміни в результатах розуміння студентами матеріалу, які очікує отримати викладач. Найширше використання комп'ютерних технологій під час вивчення хімічних дисциплін дає змогу розширити можливості викладача, підвищити якість навчання студентів хімічних, медичних і біологічних спеціальностей.

Інформаційні технології можна назвати універсальними засобами вивчення біоорганічної хімії, адже їх можна використовувати на різних етапах заняття:

- під час викладання основної наукової інформаційної частини;
- під час закріплення матеріалу;
- під час контролю знань (рис. 1).

Під час використання комп'ютерної технології змінюються практично всі принципи проведення занять: від логіки дидактичних прийомів до принципів формування мотивації. Якщо ще десять років тому викладач хімічних, медичних і біологічних дисциплін у ролі інформатора, лектора, оповідача міг досягнути успіху, то тепер цю перевагу

від нього впевнено забирають телеекран, радіо, комп'ютер. Працювати на заняттях за старою схемою «розповідь – засвоєння – перевірка» у сучасних реаліях стало не результативно. Використання комп'ютерних технологій дає змогу студентів розібратися в будь-якій темі з біоорганічної хімії незалежно від рівня своїх знань. Для цього необхідно правильно й чітко сформулювати питання і знайти інформаційні джерела, які здатні суттєво допомогти у вивченні матеріалу [4, с. 180–181].

У сучасних умовах багато здобувачів вищої освіти внаслідок загрози життю, бойових дій і тимчасової окупації окремих територій вимушено емігрували в межах України або за кордон. У такій ситуації перед навчальними закладами постала необхідність оперативних рішень стосовно того, як організувати освітній процес та як поєднати традиційні й інноваційні моделі й технології для організації взаємодії всіх його учасників.

Комплексний підхід до вирішення сучасних проблем, що виникають під час вивчення біоорганічної хімії, має враховувати міждисциплінарні зв'язки хімічних, медичних і біологічних спеціальностей навчальних дисциплін і дотримання принципів фундаментальності навчання органічної хімії з метою формування в студентів розуміння про єдність матеріального світу загалом і хімічних процесів та явищ зокрема. Реалізувати ці завдання доцільно за допомогою структури хмарного середовища, елементами якої є: база даних навчального контенту, база даних ситуаційних завдань, база даних сценаріїв навчання, база сценаріїв контролю, база онлайн-курсів, блок імітаційного моделювання біологічних і фізіологічних процесів й об'єктів, електронні ресурси кафедр, електронний журнал [15; 16, с. 44–46]. Платформа Moodle дозволяє впроваджувати ці елементи і справлятися з викликами дистанційного навчання.

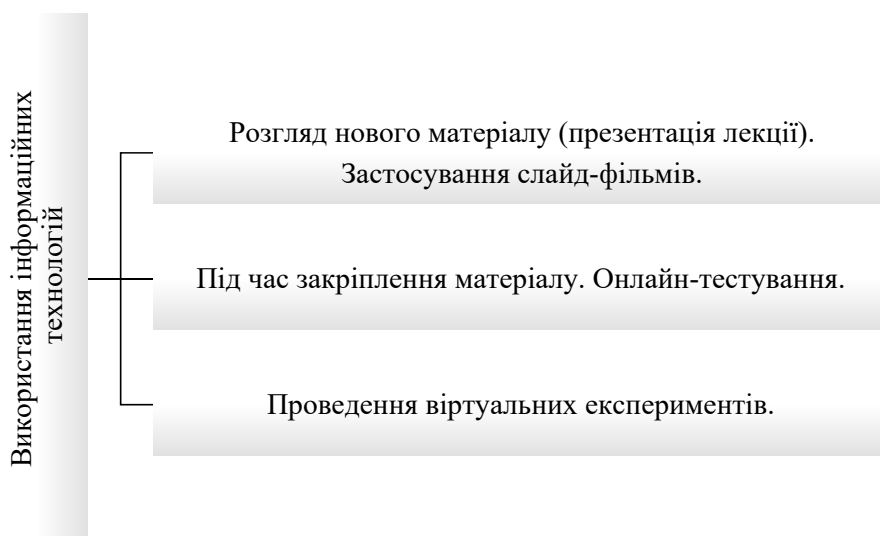


Рис. 1. Можливості використання інформаційних технологій у навчанні біоорганічної хімії [4, с. 180]

Більш поширене змішане навчання завдяки цифровим технологіям дає змогу поєднати традиційне навчання з елементами електронного (e-learning), дистанційного (online-learning) та мобільного (m-learning) навчання, і саме воно стало підґрунтям для виникнення однієї з форм електронного навчання «перевернутого навчання» (f-learning).

У освіті останнім часом активно використовується «перевернуте навчання»: лекції – онлайн, а практичні заняття – офлайн. Проведення експериментальної частини практичної роботи офлайн у сучасних, устаткованих усім необхідним обладнанням лабораторіях, сприяє творчій самореалізації та набуттю практичних навичок, найбільш необхідних у воєнний період. За відсутності можливості проведення офлайн-занять практичну частину навчальних програм з біоорганічної хімії доцільно проводити в синхронному й асинхронному режимах онлайн-заняття. При цьому синхронний режим слід використати для консультацій, закріплення знань, обговорень найбільш складних питань.

Інтеграція інновацій та активних методів викладання об'єднує використання онлайн-дошок «Padlet», «Linoit», сайтів для створення динамічних презентацій Power Point, Prezi.Next, Canva, сервісів для подачі навчального відео – YouTube, Windows Live Movie Maker, для оцінювання знань – Google форми, Online Nest Pad, LearningApps.org, WordWall тощо. Сучасний викладач із біоорганічної хімії повинен володіти інформацією про популярні сайти, канали, девайси, блоги для дидактичного забезпечення занять, що забезпечить гнучкість в організації заняття в нових реальних умовах [6, с. 196–197].

Розглядаючи перспективи змін у програмі з біоорганічної хімії необхідно пам'ятати, що якість навчання визначатиметься тим, наскільки впевнено й вільно відчуває себе студент під час спілкування з учасниками освітнього процесу. В умовах онлайн-навчання, коли студенти навчаються віддалено, особливого змісту набуває кооперативне навчання, у якому більше уваги пропонують приділити груповій роботі. Застосування інтерактивних засобів онлайн-навчання відкриває студентам можливість саморозвитку через нетрадиційні засоби навчання. Зокрема, онлайн-платформа BACON (Biology And Chemistry Online Notes, <https://learnbacon.com>), яка поєднує поняття хімії з медициною та сучасною культурою; додаток для смартфонів Backside Attack – ресурс, схожий на гру, який може допомогти студентам вивчити нюанси нової концепції через розважальний та інтерактивний формати; QR Chem (<https://QRChem.net>) – ресурс, який дає змогу студентам візуалізувати будь-яку хімічну структуру миттєво й без потреби в наборі фізичних моделей. Цей модуль

має форму презентацій на основі слайдів із вбудованими QR-кодами, які посилаються на тривимірні структури та надають цікаву інформацію молекул [16, с. 5790].

Досягнення сучасних технологій створюють нові можливості для хімічної візуалізації. Технології віртуальної реальності (VR) і доповненої реальності (AR) дають змогу створювати захоплюючі середовища для навчання у трьох вимірах [17, с. 5790]. Протягом останніх кількох років усе більшої популярності в лабораторіях і в дослідних інститутах набуває використання технологій адитивного виробництва, таких як 2D-і 3D-друк, що може бути підґрунтям для подальших досліджень у цьому напрямі [18, с. 129–130].

Висновки. Застосування комп'ютерних технологій у навчанні біоорганічної хімії сприяє адаптації перебудови змісту та методології навчального процесу хімічних дисциплін. Активне використання технічних засобів дає змогу пришвидшити процес своєчасного набуття знань і вмінь студентами хімічних, медичних і біологічних спеціальностей і забезпечує інтеграцію інновацій та активних методів викладання для успішної адаптації майбутнього фахівця до нового інформаційного середовища. В умовах онлайн-навчання, коли студенти навчаються віддалено, особливого змісту набуває кооперативне навчання, у якому більше уваги пропонують приділити груповій роботі. Застосування інтерактивних засобів онлайн-навчання дає змогу студентам займатися саморозвитком через нетрадиційні засоби навчання. Досягнення сучасних технологій створюють нові можливості для хімічної візуалізації.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Федорова Г. О., Селезньова І. І. Технології навчання здобувачів освіти медичного ВНЗ у процесі вивчення хімічних дисциплін. *“Topical aspects of modern scientific research”*: The 6th International scientific and practical conference (22–24 February 2024). CPN Publishing Group. Tokyo, Japan, 2024. P. 144.
2. Анічкіна О. В., Романишина Л. М., Авдєєва О. Ю., Камінський О. М., Чайка М. В. Практична підготовка майбутніх хіміків як ефективний засіб формування професійної компетентності. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2022. Вип. 84. С. 146–151. ISSN 1992-5786.
3. Євдоченко О. С. Системний підхід у формуванні професійної компетентності майбутніх хіміків. *Компетентнісні засади освітньо-виховного процесу в умовах ціложиттєвого навчання*. 2019. Вип. 3. С. 29–34.
4. Філіппова Л. В. Комп'ютерні технології під час вивчення біохімії *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2021. Вип. 46, Том 2. URL: <http://ir.lib.rugnu.com/handle/123456789/2815> (дата звернення : 13.03.2024).

5. Маланюк Н. М. Інноваційні педагогічні технології в професійній освіті *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2020. № 70, Т. 3. С. 113–118. URL: http://pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2020/70/part_3/23.pdf (дата звернення : 13.03.2024).
6. Гойстер О., Гудзенко А. З досвіду провадження сучасних освітніх технологій навчання хімії здобувачів медичної освіти в умовах воєнного стану. Огляд. *Ukrainian Educational Journal*. 2023. № 4. С. 195–206. URL: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-4-195-206> (дата звернення: 13.03.2024).
7. Попова Т.М., Бачинський Р.О., Поліщук Т.В. Інноваційні методи навчання при вивченні біологічної хімії. *Медична та клінічна хімія*. 2020. Т. 22. № 2. С. 100–104. URL: [10.11603/mcch.2410-681X.2020.v.i2.11367](https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681X.2020.v.i2.11367) (дата звернення: 13.03.2024).
8. Большаніна С. Б., Диченко Т. В., Чайченко Н. Н. Застосування платформи MIX для організації змішаного навчання загальної хімії здобувачів інженерних спеціальностей. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 75. № 1. С. 138–152. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.2577> (дата звернення: 13.03.2024).
9. Бондарчук О., Стецьків А., Дмитрів А. Змішане навчання дисципліни «Органічна хімія» в умовах війни: нові виклики та випробування. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 7(21). С. 254–262. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-7\(21\)-254-262](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-7(21)-254-262) (дата звернення: 13.03.2024).
10. Дюжикова Т., Арестенко В., Ніколаєва Ю. Особливості викладання дисциплін хімічного спрямування в умовах дистанційного навчання в закладах вищої освіти. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка*. 2022. № 1(28). С. 118–123. URL: <http://magazine.mdpu.org.ua/index.php/nv/issue/view/122/29> (дата звернення: 13.03.2024).
11. Безносок Н.С., Блажко А.В., Блажко О.А. Реалізація професійно орієнтованого навчання хімії в підготовці майбутніх учителів трудового навчання та технологій. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2019. № 67. Т. 1. С. 124–128. DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2019.67-1.25> (дата звернення: 13.03.2024).
12. Різак Г. Інноваційні методи викладання органічної хімії: вплив на зрозуміння та зацікавленість студентів хімічних та фармацевтичних спеціальностей. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. № 4. 2023. С. 30–38, DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-4-4> (дата звернення: 13.03.2024).
13. Крамаренко І. С. Особливості викладання біоорганічної хімії іноземним студентам у медичних вищих закладах освіти. *Інновації в освіті: сучасні методики та їх практичне застосування*: Матеріали II науково-практичної конференції (м. Харків, 19–20 червня 2020 р.). Херсон: Видавництво «Молодий вчений», 2020. URL: https://www.researchgate.net/publication/377443246_OSOBLIVOSTI_VIKLADANNA_BIOORGANICNOI_HIMII_INOZEMNIM_STUDENTAM (дата звернення: 13.03.2024).
14. Біоорганічна хімія: навч.-метод. посіб. / уклад. Різак Г.В. Ужгород: ФОП Сабов А.М., 2023. 736 с.
15. Підгурська В. О., Г. В. Сакалова. Удосконалення лабораторного практикуму з органічної хімії відповідно до умов сьогодення. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук*. 2022. № 2. URL: <https://doi.org/10.31652/2786-5754-2022-2-56-67> (дата звернення: 13.03.2024).
16. Іванькова, Н.А., Строїтелева, Н.І., Дмитрієв, В.С. Особливості організації дистанційного навчання з медичної інформатики на базі хмарних сервісів. *«Інформаційні системи та технології в медицині» (ICM-2020): III Міжнародна науково-практична конференція зб. наук. пр.* (Харків, 26–27 листопада 2020). 44–46.
17. Ippoliti F.M., Charia J.V., Garg N.K. Advancing global chemical education through interactive teaching tools. *Chem. Sci.* 2022. Vol. 13. P. 5790–5796.
18. Нікітченко Л. Біологічний експеримент у теорії і методиці шкільної біологічної освіти. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук*. 2023. № 4. С. 29–36. URL: <https://doi.org/10.31652/2786-5754-2023-4-29-36> (дата звернення: 13.03.2024).