



УДК 378:547.076.5(477)

[https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-8\(14\)-883-896](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-8(14)-883-896)

Різак Галина Вікторівна кандидат фармацевтичних наук, доцент кафедри органічної хімії Навчально-наукового інституту хімії та екології, Ужгородський національний університет, м. Ужгород, <https://orcid.org/0000-0002-0230-2366>

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО КУРСУ «МЕТОДОЛОГІЯ ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ» У ПІДГОТОВЦІ МАГІСТРІВ ХІМІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ 102 «ХІМІЯ» ТА 014.06 «СЕРЕДНЯ ОСВІТА. ХІМІЯ»

Анотація. У сучасному світі спостерігаються зміни, які суттєво впливають на завдання й цілі сучасної вищої освіти. Традиційні методи навчання та викладання поступово втрачають актуальність і привабливість, «натомість зростає потреба у впровадженні інтерактивних методів у навчальний процес. Хімічна освіта належить до одного з природничих профілів, тому вимагає конкретних заходів для модернізації. Оскільки органічна хімія як наука вимагає точних пояснень та обов'язкових демонстрацій, вибір правильної методики викладання та використання відповідних підходів стають дуже важливими. Освітній процес має бути побудований так, щоб стимулювати здобувачів освіти до вивчення хімічних наук, забезпечувати практичні дослідження та використання сучасних технологій для більш ефективного засвоєння матеріалу. Головною метою статті було дослідження методик навчання, які стимулюють активність здобувачів освіти, визначення основних підходів до викладання хімічних дисциплін загалом та спеціального курсу «Методологія органічного синтезу» зокрема, а також їхній вплив на підготовку магістрів хімічних спеціальностей. У рамках дослідження були визначені основні підходи до викладання хімічних дисциплін, які сприяють активному залученню здобувачів вищої освіти до навчання і поліпшують якість освіти у відповідних галузях знань. Було охарактеризовано курс «Методологія органічного синтезу», визначено його мету та основні завдання, що потрібно для підбору найбільш ефективних підходів та методів викладання. Проведено аналіз процесу дистанційного навчання та його впливу на підготовку магістрів хімічних спеціальностей, визначено його переваги, зокрема можливість поглибленого засвоєння матеріалу та самоорганізованого навчання. Визначена роль та основні функції інформаційних технологій у процесі викладання спеціального курсу. Проаналізовано певні інтерактивні інструменти (інтерактивні тренажери-



симулятори на платформі PhET (phet.colorado.edu), які варто впроваджувати в освітній процес для кращого засвоєння знань з хімії та отримання досвіду проведення хімічних експериментів. Підбір ефективних сучасних підходів викладання та їх використання допомагає підвищити якість освіти та підготувати висококваліфікованих фахівців відповідних спеціальностей.

Ключові слова: методологія органічного синтезу, утворення зв'язків, перегрупування, елімінування, захисні групи.

Rizak Galina Victorivna Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of the Department of Organic Chemistry of the Educational and Scientific Institute of Chemistry and Ecology, Uzhhorod National University, Uzhhorod, <https://orcid.org/0000-0002-0230-2366>

MODERN APPROACHES TO TEACHING THE SPECIAL COURSE "METHODOLOGY OF ORGANIC SYNTHESIS" IN THE TRAINING OF MASTERS OF CHEMICAL SPECIALTIES 102 CHEMISTRY AND 014 SECONDARY EDUCATION

Abstract. In the modern world, there are changes that significantly affect the tasks and goals of modern higher education. Traditional methods of learning and teaching are gradually losing relevance and attractiveness, while the need to introduce interactive methods into the educational process is growing. Chemical education belongs to one of the natural sciences profiles, therefore it requires specific measures for modernization. Since chemistry as a science requires precise explanations and mandatory demonstrations, choosing the right teaching methodology and using appropriate approaches becomes very important. The educational process of studying chemical sciences should stimulate students to study the subject, provide practical research and the use of modern technologies for more effective learning of the material. The main goal of the article was to study teaching methods that stimulate students to actively participate, to determine the main approaches to teaching chemical disciplines in general and the special course "Methodology of Organic Synthesis" in particular, and their influence on the preparation of master's degrees in chemical specialties. Within the framework of the study, the main approaches to teaching chemical disciplines were determined, which contribute to the active involvement of higher education seekers in learning and improve the quality of education in the relevant fields of knowledge. The course "Methodology of organic synthesis" was characterized, its main tasks and goals were determined, which is necessary for the selection of the most effective teaching methods and approaches. An analysis of the distance learning process and its impact on the preparation of masters in chemical specialties was carried out, its advantages



were determined, in particular, the possibility of in-depth learning of the material and self-organized learning. The role and main functions of information technologies in the process of teaching a special course are determined. Certain interactive tools (interactive simulators on the PhET platform (phet.colorado.edu)) were analyzed, which should be implemented in the educational process of students of higher education for better assimilation of knowledge in the field of chemistry and gaining experience in conducting chemical experiments. Selection of effective modern teaching approaches and their use helps to improve the quality of education and train highly qualified specialists in relevant specialties.

Keywords: methodology of organic synthesis, bond formation, rearrangement, elimination, protective groups.

Постановка проблеми. Сучасна мета закладів вищої освіти – забезпечити здобувачів освіти навичками постійного самонавчання, оволодіння новими знаннями та здатністю до самостійного дослідницького пошуку і креативного підходу до розв’язання складних професійних завдань. Тому університетська підготовка має максимально враховувати майбутні потреби здобувачів освіти в їхньому професійному розвитку і сприяти формуванню рівня професійної та загальної культури, а також компетентності, що дасть змогу досягати високого професіоналізму в будь-якій сфері діяльності. Хімія та її похідні дисципліни є теоретично-експериментальними науками з великим обсягом теоретичного матеріалу та хімічних експериментів, що може знижувати мотивацію здобувачів освіти до навчання. З цієї причини сучасні викладачі стикаються з необхідністю постійного вдосконалення змісту обов’язкових та вибіркових освітніх компонентів, оптимізації навчальних матеріалів, а також застосовують сучасні інтерактивні технології навчання, розробляють та впроваджують нові методики викладання. Для забезпечення ринку праці висококваліфікованими фахівцями потрібно організувати освітній процес відповідно до вимог сучасності та з використанням усіх новітніх технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання викладання дисциплін майбутнім магістрам хімічних спеціальностей було досліджене деякими зарубіжними та вітчизняними науковцями. Так, Т. Рева зосередила свою увагу на структурно-функціональній моделі, що стосується впровадження компетентнісного підходу в освітній процес за фармацевтичними спеціальностями. Компетентнісний підхід передбачає не тільки передачу знань, а й розвиток навичок, умінь та практичних здібностей, які здобувачі освіти зможуть успішно використовувати в своїй професійній діяльності [7].



А. Степанюк досліджувала важливі аспекти формування змісту освіти майбутніх учителів предметів природничої галузі знань. Одним із головних висновків її дослідження є те, що для досягнення високої якості надання освітніх послуг і розвитку майбутніх учителів необхідно використовувати принцип інтеграції, який визначається як об'єднання різних наукових знань і дисциплін в одне ціле [15]. Своєю чергою Л. Філіппова у своїй праці досліджувала формування професійно орієнтованого змісту хімічних дисциплін у процесі підготовки майбутніх провізорів. Авторка наголошує на важливості дидактичного забезпечення викладання хімічних дисциплін, зокрема спеціальних курсів для студентів, що спеціалізуються на кафедрі органічної хімії. Так само це стосується і підготовки фахівців за спеціальностями 102 та 014, де повинні враховуватися сучасні тенденції та досягнення в галузі хімії і освітніх технологій [18].

Н. Душечкіна та її співавтори у своїй роботі досліджували викладання хімічних дисциплін в умовах дистанційного навчання і зазначили декілька вагомих переваг цього процесу, а саме: поглиблене засвоєння та доповнення знань, індивідуальний підхід, розвиток інформаційних та комунікативних компетентностей, формування позитивних якостей особистості. Проте автори також зазначають, що для формування якісних хімічних знань і навичок, необхідних для майбутніх професійних компетентностей, необхідно поєднати дистанційне навчання з традиційним лабораторним практикумом, доповненим ресурсами «віртуальних лабораторій». Такий підхід дасть змогу поєднати теоретичне навчання з практичною роботою, що є важливим елементом професійної підготовки студентів [5]. В. Стинська відзначає, що розроблення та впровадження інноваційних методів викладання є важливими складниками науково-методичної та навчально-методичної роботи викладача в закладі вищої освіти, оскільки це допомагає підтримувати його професіоналізм і педагогічну компетентність на сучасному рівні вимог [16].

Мета статті – дослідження сучасних методів і стратегій викладання курсу «Методологія органічного синтезу» для здобувачів вищої освіти хімічних спеціальностей; характеристика оновлених підходів, які використовуються викладачами.

Виклад основного матеріалу. На сучасному етапі підготовка магістрів за спеціальностями 102 «Хімія» та 014.06 «Середня освіта. Хімія» перебуває в процесі розвитку та вдосконалення. Після залучення здобувачів освіти до обговорення відповідних освітніх програм було виокремлено 3 чинники, врахування яких у комплексі допоможе підвищити рівень якості надання освітніх послуг:

- використання інтеграційно-системного підходу в процесі конструювання змісту навчальних дисциплін;



- впровадження контекстного навчання, за якого особлива увага повинна приділятися не лише формуванню твердих навичок, а й розвитку м'яких навичок (soft-skills);

- організація дослідницької діяльності (STEM-освіта), що сприятиме більш глибокому розумінню предметів та підготує студентів до подальшої професійної діяльності [14].

Навчальна дисципліна «Методологія органічного синтезу» є курсом вибору професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр». Метою вивчення навчальної дисципліни «Методологія органічного синтезу» є пізнання основних сучасних методів та загальних підходів до цілеспрямованого синтезу складних органічних сполук. Забезпечити оволодіння студентами фундаментальних основ методології органічної хімії, зокрема, стратегією і тактикою органічного синтезу, методами утворення зв'язків Карбон-елемент; вміння досліджувати будову цільової сполуки з точки зору ретросинтетичного підходу; формування здібностей експериментатора та спонукання до самостійної роботи студента з метою активізації його пізнавальної та практичної діяльності [15].

Основними завданнями вивчення дисципліни «Методологія органічного синтезу» є

- засвоєння кожним студентом наступних основних розділів: методи утворення різних зв'язків між атомами Карбону а також між Карбоном та такими елементами, як Гідроген, Оксиген, Нітроген, Сульфур, галогени;

- засвоїти методи синтезу, які базуються на перегрупуваннях, реакціях елімінування та захисті функціональних груп;

- при проведенні практичних та лабораторних робіт студент повинен засвоїти номенклатуру та ізомерію органічних речовин;

- отримати навички синтезу та дослідження органічних сполук [18; 8].

Цей спеціальний курс викладається у формі таких занять, як:

- лекція;
- лабораторне/практичне заняття;
- консультація.

Л. Філіпповою були запропоновані підходи, які мають спиратися на теоретичні засади вивчення хімічних дисциплін на фармацевтичних спеціальностях, але які повністю підходять для викладання спеціального курсу «Методологія органічного синтезу» магістрам спеціальностей 102 «Хімія» та 014.06 «Середня освіта. Хімія»:

- 1) історико-філософський підхід, який базується на спільності походження, генетичній єдності явищ, об'єктивній єдності світу;



2) інтегративний підхід, який передбачає розгляд кожного елемента навчального матеріалу з точки зору цілісності системи професійно орієнтованих знань;

3) синергетичний підхід, який полягає у створенні нових знань та появі нової якості в процесі інтеграції на основі поєднання системи знань з різних фахових, хімічних або природничих дисциплін;

4) системний підхід, який зосереджений на формуванні системи знань та розглядає спільні властивості об'єктів, їхнє походження, зв'язки, структуру та зіставлення;

5) методологічні принципи науковості та розвитку, що є основою для проблемного підходу, який забезпечує розвиток когнітивної компетентності, логічного та критичного мислення;

6) структурний підхід, який передбачає структурування навчального матеріалу з урахуванням професійної спрямованості та значущості;

7) принцип об'єктивності, який дає змогу досліджувати і враховувати чинники, що обумовлюють потребу професійно орієнтованого навчання хімічних дисциплін [21].

Оскільки предмет курсу «Методологія органічного синтезу» безпосередньо пов'язаний з органічною хімією, сприйняття матеріалу та розуміння його важливості для майбутніх фахівців є критично важливим. Застосування історико-філософського, інтегративного, синергетичного, системного підходів та методологічних принципів науковості до викладання цього курсу може сприяти більш глибокому розумінню матеріалу та зв'язку з іншими хімічними дисциплінами.

Структурний підхід допоможе організувати навчальний матеріал, виокремивши інваріантне ядро фундаментальних знань про органічний синтез, яке має залишатись актуальним протягом тривалого часу, та варіативну оболонку, яка може враховувати нові тенденції та інновації в галузі.

Важливу роль у викладанні спеціального курсу «Методологія органічного синтезу» відіграють інформаційні технології, які забезпечують високий рівень якості освітнього процесу та допомагають студентам ефективніше засвоювати матеріал. Особливо це актуально в умовах дистанційного навчання, яке набуло поширення в Україні останніми роками.

Інформаційні технології відкривають низку важливих специфічних можливостей, які за умови правильного використання можуть стати ефективними при вивченні та викладанні хімічних дисциплін і спеціальних хімічних курсів [6]:

- використання віртуального світу дає змогу проводити хімічні експерименти без ризику для здоров'я здобувачів освіти;



- показ складних хімічних експериментів під час лекцій або використання відеофільмів з експериментами, які містять шкідливі та вибухонебезпечні хімічні реакції;
- демонстрація складних моделей у різних проекціях;
- застосування інтерактивних методів для обробки та дослідження об'єктів;
- наближення освітнього процесу до сфери практичної діяльності.

Для реалізації таких можливостей у майбутньому можуть бути використані комп'ютерні та мультимедійні засоби, як-от «Віртуальна хімічна лабораторія» або «Досліди з хімії» [16]. Вони дадуть змогу компенсувати відсутність хімічного обладнання проведенням віртуальних дослідів за комп'ютером і сприяють розвитку творчих здібностей студентів, активізують їхню пізнавальну діяльність і підвищують мотивацію до навчання. Унікальним інструментом для вивчення хімічних наук загалом та спеціального курсу «Методологія органічного синтезу» зокрема є безкоштовні інтерактивні тренажери-симулятори на платформі Phet.colorado.org [1]. Ці тренажери надають студентам унікальну можливість набути практичного досвіду із здійснення хімічних експериментів та інтерактивного моделювання органічних синтезів. Використання інтерактивних тренажерів допомагає студентам краще зрозуміти хімічні процеси, їх взаємодії та динаміку. Ці інтерактивні засоби сприяють активній участі студентів у навчальному процесі, покращують засвоєння матеріалу та забезпечують більш глибоке розуміння тематики курсу. Дистанційні курси визнаються як найкращий інноваційний інформаційний продукт для викладання окремих хімічних дисциплін. Вони не призначені для заміни очних занять, але є їхнім логічним продовженням, що збагачує та уточнює програмні знання здобувачів вищої освіти. Визначення змісту, структури та формату дистанційних курсів з хімічних дисциплін здійснюється на основі платформи Moodle (<https://e-learn.uzhnu.edu.ua/>), а в майбутньому може здійснюватися на основі SCORM (Sharable Courseware Object Reference Model), який визначає стандарти для створення, поширення та використання навчального контенту, щоб забезпечити якість та ефективність навчання студентів [3].

Основні принципи викладання хімічних дисциплін, зокрема спеціального курсу «Методологія органічного синтезу», в умовах дистанційного навчання наведені на рисунку 2.



Рис. 2. Принципи викладання «Методології органічного синтезу» в умовах дистанційного навчання

Джерело: [3].

Головні сучасні підходи до викладання спеціального курсу та їх характеристика представлені в таблиці 1.

Таблиця 1
Сучасні підходи викладання спеціального курсу «Методологія органічного синтезу»

Підхід	Характеристика
Використання інтерактивних методів під час освітнього процесу	До основних інтерактивних методів належать робота над проєктами, ведення дискусій, рольові ігри, робота в групах тощо. Такі методи дають студентам можливість більш активно співпрацювати та краще розуміти матеріал
Використання віртуальних лабораторій та симуляцій	Під час вивчення нового матеріалу зі спеціального курсу такий підхід дає змогу відтворювати хімічні експерименти та реакції без спеціального обладнання
Проблемне навчання	Під час навчання реальні проблеми використовуються як освітній інструмент. Цей підхід сприяє розвитку критичного мислення, творчого підходу та вміння застосовувати теоретичні знання на практиці
Використання інтерактивних онлайн-ресурсів	Використання цифрових підручників, інтерактивних тестів надає студентам можливість отримувати підтримку у вивченні матеріалу.

Джерело:[5].



Важливим у вивченні хімічних дисциплін є також упровадження компетентнісного підходу, оскільки він не лише орієнтований на засвоєння знань, умінь, способів практичної діяльності майбутніх фахівців, а й впливає на якість надання компетентних послуг під час професійної діяльності [5].

Активним методом навчання спеціального курсу «Методологія органічного синтезу» є метод проєктів, який сприяє формуванню критичного та творчого мислення здобувачів вищої освіти, що є пріоритетними напрямками їхнього розвитку. Зазвичай робота над проєктом відбувається в певній послідовності [7]:

- формування мети та завдання проєкту, визначення його актуальності, розподіл завдань між учасниками проєкту;
- дослідження проблеми та опрацювання інформаційних джерел;
- підготовка презентації результатів проєкту;
- захист проєкту;
- оцінка результатів виконання.

Важливим складником науково-методичної роботи викладача закладу вищої освіти є впровадження інноваційних методів викладання. З метою надання кваліфікованої інформаційної, науково-методичної та дидактичної підтримки викладачам, котрі прагнуть упроваджувати інноваційні форми та методи роботи [17]. Авторкою статті розроблено робочі навчальні програми спецкурсу для двох спеціальностей – 102 Хімія 014.06 Середня освіта. Хімія та підготовлено навчальний посібник для хімічних спеціальностей, який сприяє підвищенню ефективності занять із спеціального курсу та стимулює інтерес і мотивацію здобувачів вищої освіти [12; 9].

Відповідно до навчальної програми, основними темами вивчення курсу «Методологія органічного синтезу» є:

- Утворення зв'язку Карбон-Гідроген;
- Утворення зв'язку Карбон-галоген;
- Утворення зв'язку Карбон-Оксиген;
- Утворення зв'язку Карбон-Сульфур та інші.

Відповідно до навчального посібника та програми спецкурсу, під час проведення лекції на тему «Утворення зв'язку Карбон-Карбон», важливими аспектами є [9]:

- 1) Обґрунтування важливості вивчення відповідного зв'язку в органічній хімії;
- 2) Огляд механізмів утворення відповідного зв'язку, пояснення різних способів та розгляд основних елементів, що використовуються у таких реакціях [13];
- 3) Аналіз основних прикладів зв'язків між Карбоном;



4) Огляд останніх досліджень та сучасних методів формування зв'язку Карбон-Карбон, які дозволяють досягати більшої ефективності та селективності в синтезі органічних сполук.

Під час проведення ряду лекцій на тему «Утворення зв'язку Карбон-Гетероатом» її основними акцентами будуть [11]:

- 1) Пояснення того, що таке гетеро атоми [19];
- 2) Визначення їх основних властивостей;
- 3) Методи утворення зв'язку Карбон-Гетероатом [20];
- 4) Застосування в синтезі органічних сполук;
- 5) Наведення практичних прикладів.

Саме ці акценти допоможуть магістрам хімічних спеціальностей покращити розуміння утворення відповідних зв'язків, а також розвинути критичне мислення та практичні навички в органічному синтезі.

Авторка висловлює щире подяку професору, доктору хімічних наук Чундаку Степану Юрійовичу та доцентці, кандидатці хімічних наук Галла-Бобик Світлані Василівні за рецензування навчального посібника, а також академіку НАН України, професору, доктору хімічних наук, доктору фармацевтичних наук, професору кафедри органічної хімії НФаУ Черниху Валентину Петровичу та професору, доктору хімічних наук Шемчуку Леоніду Антоновичу, професору кафедри органічної хімії НФаУ за багаторічну допомогу та науково-педагогічні консультації.

Висновки. Спеціальний курс «Методологія органічного синтезу» є обов'язковим складником професійної підготовки фахівців магістерського рівня вищої освіти спеціальностей 102 «Хімія» та 014.06 «Середня освіта. Хімія». Тому підбір методів викладання курсу та організація освітнього процесу є надзвичайно важливим завданням для забезпечення якісної підготовки майбутніх фахівців у галузі хімії та середньої освіти.

Дослідження сучасних підходів до викладання спеціального курсу «Методологія органічного синтезу», зокрема лекції на теми, які визначені навчальною програмою, розробленою авторкою, засвідчило, що використання програм Google Meet, Google Disc, система електронного навчання Moodle, визначення основних акцентів, на які варто в першу чергу звернути увагу магістрам дозволяє здобувачам освіти застосовувати отримані знання для вирішення нових задач, знати методологію та організацію наукового дослідження, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач органічної хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.

Два інші підходи - використання віртуальних лабораторій і симуляцій та проблемне навчання - допомагають забезпечити усвідомлення специфіки органічного синтезу та хімічних процесів, підвищують мотивацію студентів



до активної участі в освітньому процесі та сприяють глибокому розумінню тематики курсу.

Перспективи подальших досліджень полягають у порівнянні різних інтерактивних підходів, як-от використання інтерактивних тренажерів-симуляторів, віртуальних лабораторій, ігрових елементів тощо, для визначення найбільш ефективних методів покращення засвоєння матеріалу та розвитку пізнавальних здібностей здобувачів вищої освіти.

Література:

1. Анічкіна О. В., Авдєєва О. Ю. Використання інтерактивного моделювання при викладанні хімії в закладах вищої освіти. *Інноваційна педагогіка*. 2022. № 1(48). С. 38–41. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/34401> (дата звернення: 26.07.2023).
2. Ведута В.В., Федько Н.Ф. Органічний синтез : навчально-методичний посібник для аудиторної та позааудиторної роботи студентів першого (бакалаврського) рівня освіти зі спеціальності 014 Середня освіта (Хімія). Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2021. 160 с. URL: <dspace.onu.edu.ua> (дата звернення: 31.07.2023).
3. Горбатюк Н. М. Метод проектів та його роль у процесі навчання хімії. *XII Менделєєвські читання : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф., (Полтава, 27-28 лютого 2019 р.)*. Полтава, 2019. С. 75–76. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/123456789/10969/1/конференція.pdf> (дата звернення: 26.07.2023).
4. Григоренко О. О., Шабликіна О. В. Сучасні методи органічного синтезу підручник для студ. хім. ф-ту. Київ: ВПЦ «Київський університет». 2020. 572 с.
5. Душечкіна Н. Ю., Давискиба В. В., Сорока М. В. Сучасні підходи до викладання хімічних дисциплін в умовах дистанційного навчання. *Інноваційна педагогіка*. 2021. № 38. С. 131–138. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/handle/123456789/14493> (дата звернення: 26.07.2023).
6. Ковальова С. О., Петровська В. В. Модернізація хімічної освіти в умовах дистанційного навчання. *The 4 th International scientific and practical conference- «Modern problems of science, education and society»*, (June 19-21, 2023). Kyiv, 2023. P. 375–380. URL: <https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modernproblems-of-science-education-and-society-19-21-06-2023-kiyiv-ukrayina arhiv/> (дата звернення: 26.07.2023).
7. Практикум з органічної хімії / В. Г. Лендел та ін. Ужгород, 1998. 185 с.
8. Рева Т. Д. Структурно-функціональна модель реалізації компетентнісного підходу у навчанні хімічних дисциплін майбутніх магістрів фармації. *Тенденції розвитку вищої освіти*. 2019. № 2(158). С. 42–48. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vnuchkpn_2019_2_9.pdf (дата звернення: 26.07.2023).
9. Різак Г. В. Біоорганічна хімія: навчально-методичний посібник. Ужгород: кафедра органічної хімії ДВНЗ «УжНУ», 2023. 315 с.
10. Різак Г.В. Курс лекцій з фармацевтичної хімії для студентів мед. ф-ту спец. «Фармація». Книга 1. Ужгород: В-ФОП Сабов А.М. 2022. 194 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/52585/1/%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%201.pdf> (дата звернення: 31.07.2023).
11. Різак Г.В. Курс лекцій з фармацевтичної хімії для студентів мед. ф-ту спец. «Фармація». Книга 2. Ужгород: В-ФОП Сабов А.М. 2022. 284 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/52602/1/%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%202.pdf> (дата звернення: 31.07.2023).



12. Різак Г.В. Курс лекцій з фармацевтичної хімії для студентів мед. ф-ту спец. «Фармація». Книга 3. Ужгород: В-ФОП Сабов А.М. 2022. 196 с.
13. Різак Г.В. Методологія органічного синтезу. Навчальний посібник для студентів хімічних спеціальностей. Ужгород: кафедра органічної хімії ДВНЗ «УжНУ». 2023. 387 с.
14. Різак Г.В. Фармацевтичний аналіз лікарських речовин органічної природи : навчальний посібник з фармацевтичної хімії для студентів медичного факультету спеціальності «фармація». Ужгород: кафедра органічної хімії ДВН «УжНУ», 2023. 97 с.
15. Сновида М. П., Чорна Н. З. Впровадження сучасних інтерактивних технологій навчання в навчальному процесі при викладанні дисциплін природничого циклу. *Актуальні питання сучасної науки* : зб. наук. праць III всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Бережани, 6 квітня 2020 р.). Бережани, 2020. С. 255–263. URL: <https://www.academia.edu/download/pdf#page=255> (дата звернення: 26.07.2023).
16. Степанюк А. В. Інтеграційно-системний підхід як основа проєктування підготовки магістрів спеціальності Середня освіта (Природничі науки). *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи*: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Тернопіль, 26-27 травня 2022 р.). Тернопіль, 2022. С. 210–214. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15534/1/67_Steraniuk_Steraniuk.pdf (дата звернення: 26.07.2023).
17. Стинська В. В., Прокопів Л. М. Інноваційні методики викладання дисциплін у ЗВО в процесі магістерської підготовки. *Гірська школа Українських Карпат*. 2020. № 22. С. 145–149. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/9851> (дата звернення: 26.07.2023).
18. Фростовська Т. О., Бохан Ю. В. Методичні аспекти викладання дисципліни «Фізична і колоїдна хімія» для майбутніх вчителів хімії. *Наукові записки*. 2022. № 204. С. 264–268. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-204-264-268> (дата звернення: 26.07.2023).
19. Черних В.П., Шемчук Л.А., Різак Г.В. Методичні вказівки з органічної хімії. Харків. 2011. 85 с.
20. Corey E.J., Cheng X. *The Logic of Chemical Synthesis*. 1989. John Wiley, New York.
21. Filippova L. The influence of modern requirements on the teaching of chemical disciplines by masters of pharmacy. *SWorldJournal*. 2021. № 4(7). P. 102–107. DOI: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2021-07-04-061> (дата звернення: 26.07.2023).
22. Smith M. B. *Organic Synthesis*. N.Y.: Academic Press. 2016. 1083 p.

References:

1. Anichkina, O. V., & Avdieieva, O. Yu. (2022). Vykorystannia interaktyvnoho modeliuвання pry vykladanni khimii v zakladakh vyshchoi osvity [The use of interactive modeling in teaching chemistry in institutions of higher education]. *Innovatsiina pedahohika – Innovative pedagogy*, 1(48), 38-41. Retrieved from <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/34401> [in Ukrainian].
2. Veduta, V.V., & Fedko, N. F. (2021). *Orhanichniy syntez : navchalno-metodychnyi posibnyk dlia audytornoї ta pozaaudytornoї roboty studentiv pershoho (bakalavrskoho) rivnia osvity zi spetsialnosti 014 Serednia osvita (Khimiiia)* [Organic synthesis: educational and methodological manual for classroom and extracurricular work of students of the first (bachelor) level of education in the specialty 014 Secondary education (Chemistry)]. Odesa : Odes. nats. un-t im. I.I. Mechnykova – Odesa Mechnikov National University, 160. Retrieved from dspace.onu.edu.ua [in Ukrainian].
3. Horbatiuk, N. M. (2019). Metod proektiv ta yoho rol u protsesi navchannia khimii [The project method and its role in the process of teaching chemistry]. *XII Mendelievski chytannia – XII Mendeleev readings: a collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 75–76). Poltava. Retrieved from <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/123456789/10969/1/konferentsiia.pdf> [in Ukrainian].



4. Hryhorenko, O. O., & Shablykina, O. V. (2021). *Suchasni metody orhanichnoho syntezu* [Modern methods of organic synthesis, a textbook for students of the Faculty of Chemistry]. Kyiv: VPTs «Kyivskiy universytet» [in Ukrainian].
5. Dushechkina, N. Yu., Davyskyba, V. V., & Soroka, M. V. (2021). Suchasni pidkhody do vykladannia khimichnykh dystsyplin v umovakh dystantsiinoho navchannia [Modern approaches to teaching chemical disciplines in distance learning conditions]. *Innovatsiina pedahohika – Innovative pedagogy*, 38, 131–138. Retrieved from <https://dspace.udpu.edu.ua/handle/123456789/14493> [in Ukrainian].
6. Kovalova, S. O., & Petrovska, V. V. (2023). Modernizatsiia khimichnoi osvity v umovakh dystantsiinoho navchannia [Modernization of chemical education in distance learning conditions]. «*Modern problems of science, education and society*» The 4 th International scientific and practical conference (pp. 375–380). Kyiv. Retrieved from <https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichnakonferentsiya-modernproblems-of-science-education-and-society-19-21-06-2023-kiyiv-ukrayina-arhiv/> [in Ukrainian].
7. Lendiel, V. H., Chekrii, H. S., Baloh, I. M., Dobosh, A. A., Mano, N. P., & Rizak, H.V. (1998). *Praktykum z orhanichnoi khimii* [Workshop on organic chemistry]. Uzhhorod. [in Ukrainian].
8. Reva, T. D. (2019). Strukturno-funktsionalna model realizatsii kompetentnisnoho pidkhodu u navchanni khimichnykh dystsyplin maibutnikh mahistriv farmatsii [A structural-functional model of the implementation of the competence approach in the teaching of chemical disciplines of future masters of pharmacy]. *Tendentsii rozvytku vyshchoi osvity – Development trends of higher education*, 2(158), 42–48. Retrieved from http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vnuchkpn_2019_2_9.pdf [in Ukrainian].
9. Rizak, G.V. (2023). *Bioorhanichna khimiia* [Bioorganic chemistry]. Uzhhorod: Department of Organic Chemistry, SHEI UzhNU [in Ukrainian].
10. Rizak, H.V. (2022). *Kurs leksii z farmatsevychnoi khimii dlia studentiv med. f-tu spets. «Farmatsiia Knyha 1.»* [Course of lectures on pharmaceutical chemistry for students of medical faculty, specialty "Pharmacy". Book 1.] Uzhhorod: V-FOP Sabov. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/52585/1/%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%201.pdf> [in Ukrainian].
11. Rizak, H.V. (2022). *Kurs leksii z farmatsevychnoi khimii dlia studentiv med. f-tu spets. «Farmatsiia». Knyha 2* [A course of lectures on pharmaceutical chemistry for students of medical faculty specializing in pharmacy. Book 2.]. Uzhhorod: V-FOP Sabov A.M. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/52602/1/%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%202.pdf> [in Ukrainian].
12. Rizak, H.V. (2022). *Kurs leksii z farmatsevychnoi khimii dlia studentiv med. f-tu spets. «Farmatsiia». Knyha 3.* [A course of lectures on pharmaceutical chemistry for students of medical faculty specializing in pharmacy. Book 3]. Uzhhorod: V-FOP Sabov A.M. [in Ukrainian].
13. Rizak, H.V. (2023). *Metodohiia orhanichnoho syntezu. Navchalnyi posibnyk dlia studentiv khimichnykh spetsialnostei* [Methodology of organic synthesis. Study guide for students of chemical specialties]. Uzhhorod: Department of Organic Chemistry, SHEI UzhNU [in Ukrainian].
14. Rizak, H.V. (2023). *Farmatsevychnyi analiz likarskykh rehovyn orhanichnoi pryrody. Navchalnyi posibnyk z farmatsevychnoi khimii dlia studentiv medychnoho fakultetu spetsialnosti «farmatsiia»* [Pharmaceutical analysis of medicinal substances of organic nature: a textbook on pharmaceutical chemistry for students of the School of Medicine, specialty "Pharmacy". Uzhhorod: Department of Organic Chemistry of the SHEI "UzhNU" [in Ukrainian].



15. Snovyda, M. P., & Chorna, N. Z. (2020). Vprovadzhennia suchasnykh interaktyvnykh tekhnolohii navchannia v navchalnomu protsesi pry vykladanni dystsyplin pryrodnychoho tsykladu [Implementation of modern interactive learning technologies in the educational process when teaching the disciplines of the natural cycle]. *Aktualni pytannia suchasnoi nauky : zb. nauk. prats III vseukrainskoi naukovopraktychnoi internet-konferentsii – Current issues of modern science: a collection of scientific works of the 3rd All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference.* (pp. 255–263). Berezhan. Retrieved from <https://www.academia.edu/download/pdf#page=255> [in Ukrainian].

16. Stepaniuk, A. V. (2022). Intehratsiino-systemnyi pidkhid yak osnova proiektuvannia pidhotovky mahistriv spetsialnosti Serednia osvita (Pryrodnychi nauky) [The integration-system approach as a basis for the design of master's training in the Secondary Education (Natural Sciences) specialty]. *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv fizyky, khimii, biolohii ta pryrodnychyykh nauk u konteksti vymoh Novoi ukrainskoi shkoly : materialy IV Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii – Training of future teachers of physics, chemistry, biology and natural sciences in the context of the requirements of the New Ukrainian School: materials of the 4th International Scientific and Practical Conference.* (pp. 210–214). Ternopil. Retrieved from http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15534/1/67_Stepaniuk_Stepaniuk.pdf [in Ukrainian].

17. Stynska, V. V., & Prokopiv, L. M. (2020). Innovatsiini metodyky vykladannia dystsyplin u ZVO v protsesi mahisterskoi pidhotovky [Innovative methods of teaching disciplines in higher education institutions in the process of master's training]. *Hirska shkola Ukrainy Karpats – Mountain School of the Ukrainian Carpathians*, 22, 145–149. Retrieved from <http://hdl.handle.net/123456789/9851> [in Ukrainian].

18. Frostovska, T. O., & Bokhan, Yu. V. Metodychni aspekty vykladannia dystsypliny «Fizychna i koloidna khimii» dlia maibutnikh vchyteliv khimii [Methodical aspects of teaching the discipline "Physical and colloidal chemistry" for future chemistry teachers]. *Naukovi zapysky – Academic notes*, 204, 264–268. Retrieved from <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-204-264-268> [in Ukrainian].

19. Chernykh, V.P., Shemchuk, L.A., & Rizak, H.V. (2011). *Metodychni vказivky z orhanichnoi khimii* [Guidelines for organic chemistry]. Kharkiv. [in Ukrainian].

20. Corey, E.J., & Cheng, X. (1989). *The Logic of Chemical Synthesis*. John Wiley, New York.

21. Filippova, L. (2021). The influence of modern requirements on the teaching of chemical disciplines by masters of pharmacy. *SWorldJournal*, 4(7), 102-107. Retrieved from <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2021-07-04-061> [in Ukrainian].

22. Smith, M. B. (2016). *Organic Synthesis*. N.Y.: Academic Press.