



УДК [37.016:547.673]:37.091.3
DOI <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2025-111-18>

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ НА ПРИКЛАДІ АНТРАХІНОНОВОГО КЛАСУ СПОЛУК

Шупенюк Василь Ігорович,
кандидат хімічних наук,
асистент кафедри хімії середовища та хімічної освіти
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
vasyl.shupeniuk@pnu.edu.ua
orcid.org/0000-0003-3965-2201

Тарас Тетяна Миколаївна,
кандидат хімічних наук,
завідувач кафедри хімії середовища та хімічної освіти
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
taras.tanya.if@gmail.com
orcid.org/0000-0002-5801-1285

Матківський Микола Петрович,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри хімії середовища та хімічної освіти
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
mykola.matkivskyi@pnu.edu.ua
orcid.org/0000-0001-5039-0260

У наш час питання активізації пізнавальної діяльності студентів у навчальному процесі є найважливішим. Це, на нашу думку, пов'язано з розвитком технологій у сфері комунікації, які дозволяють передавати знання з одного носія на інший без їх розуміння; сучасних комп'ютерних програм, що виконують завдання будь-якої складності, тим самим поступово втрачаючи здатність самостійно вирішувати проблеми; впровадженням елементів дистанційного навчання в навчальний процес у вигляді онлайн-лекцій, іспитів на інтернет-платформах тощо, що, у багатьох випадках, призводить до відсутності ентузіазму до навчання. Вивчення органічної хімії у вищому навчальному закладі є для студентів певною проблемою. Це пов'язано з великим обсягом теоретичного матеріалу, різноманітням нових понять, формул, номенклатури та їх зв'язком.

Мета дослідження полягає в розробці та впровадженні активних методів навчання в навчальний процес студентів спеціальностей «Середня освіта (хімія)» та «Середня освіта (природничі науки)» знань про клас антрахінонових сполук з предмета «Органічна хімія»: робота в малих групах, командне навчання і т.д.

Методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури, порівняльний аналіз формувального й підсумкового оцінювання, педагогічний експеримент, а також аналіз отриманих даних.

Результати дослідження: розроблено методичні рекомендації для викладачів органічної хімії щодо активних методів навчання. Описано цілі, завдання та основні методологічні принципи впровадження проблемно-орієнтованого та командно-орієнтованого методів навчання. Наведено ситуаційні завдання для практичних занять та критерії оцінювання всіх дій студентів при вивченні органічної хімії зокрема класу антрахінонових сполук.

Висновки дослідження присвяченні впровадженню активних методів у навчальний процес, роботі в малих групах, командно-орієнтованому навчанню. Тому в курсі «Органічна хімія» така організація освітнього процесу, спонукала б студента працювати над курсом регулярно та сприяла формуванню усвідомленої системної якості знань та творчого мислення.

Ключові слова: проблемно-орієнтоване навчання, робота в малих групах, командно-орієнтоване навчання, критерії оцінювання, зворотний зв'язок.



FEATURES OF STUDYING ORGANIC CHEMISTRY USING THE EXAMPLE OF THE ANTHRAQUINONE CLASS OF COMPOUNDS

Shupeniuk Vasyl Ihorovych,
Candidate of Chemical Sciences,
Assistant Professor of the Department of Environmental Chemistry
and Chemical Education

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

vasyl.shupeniuk@pnu.edu.ua
orcid.org/0000-0003-3965-2201

Taras Tetiana Mykolaivna,
Candidate of Chemical Sciences,
Head of the Department of Environmental Chemistry and Chemical Education

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

taras.tanya.if@gmail.com
orcid.org/0000-0002-5801-1285

Matkivskyi Mykola Petrovych,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Environmental Chemistry
and Chemical Education

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

mykola.matkivskyi@pnu.edu.ua
orcid.org/0000-0001-5039-0260

In our time, the issue of activating students' cognitive activity in the educational process is the most important. This, in our opinion, is due to the development of technologies in the field of communication, which allow transferring knowledge from one medium to another without their understanding; modern computer programs that perform tasks of any complexity, thereby gradually losing the ability to independently solve problems; the introduction of elements of distance learning into the educational process in the form of online lectures, exams on Internet platforms, etc., which, in many cases, leads to a lack of enthusiasm for learning. The study of organic chemistry in a higher educational institution is a certain problem for students. This is due to the large amount of theoretical material, the variety of new concepts, formulas, nomenclature and their connection.

The **purpose** of the study is to develop and implement active learning methods in the educational process of students of the specialties "Secondary Education (Chemistry)" and "Secondary Education (Natural Sciences)" of knowledge about the class of anthraquinone compounds in the subject "Organic Chemistry": work in small groups, team learning, etc.

Research **methods**: analysis of scientific and methodological literature, comparative analysis of formative and summative assessment, pedagogical experiment, as well as analysis of the obtained data.

Research **results**: methodological recommendations for teachers of organic chemistry on active teaching methods have been developed. The goals, objectives and basic methodological principles of implementing problem-oriented and team-oriented teaching methods are described. Situational tasks for practical classes and criteria for evaluating all students' actions when studying organic chemistry, in particular the class of anthraquinone compounds, are given.

The **conclusions** of the study are devoted to the implementation of active methods in the educational process, work in small groups, team-oriented learning. Therefore, in the course "Organic Chemistry" such an organization of the educational process would encourage the student to work on the course regularly and contribute to the formation of a conscious systemic quality of knowledge and creative thinking.

Keywords: *problem-based learning, small group work, team-based learning, assessment criteria, feedback.*

Вступ. Впровадження штучного інтелекту (ШІ) та зміни в глобальному освітньому середовищі вимагають переосмислення традиційних підходів до вивчення органічної хімії. Ці проблеми змушують викладачів-органіків переглянути свою діяльність у сучасній ситуації, надати новий акцент навчанню та розробити нові методи оцінювання органічної хімії,

що пропонуються здобувачам для оволодіння знаннями, вміннями та навичками з предмета, що викладається (Гребенюк, 2021). Одним із способів вирішення вищезазначених проблем є глибше впровадження активних методів у процес навчання (Borodina, 2020).

Зі зазначених літературних джерел (Zhunisbekova, 2015, Kamaliev, 2014) можна виді-



лити групу активних методів, таких як проблемне навчання у формі проблемної лекції, створення ситуації для вирішення проблеми (кейс-стаді); при реалізації командно-орієнтованого навчання учні змушені розподіляти ролі та завдання всередині команди; оволодіння предметом, що викладається, шляхом виконання простих експериментальних робіт індивідуально або в невеликих групах, формування науково-дослідних проектів тощо. Активні методи цікаві для учнів, оскільки, виконуючи конкретні завдання, вони можуть проявляти більше самостійності, не бояться дати неправильну відповідь. Типово така ситуація на активних заняттях: здобувачі можуть вільно пересуватися по аудиторії та розмовляти. Додаткова мотивація зумовлена змаганням, яке також неминуче в багатьох іграх та дискусіях (Straumanis, 2005).

Формування творчого типу мислення визнається не тільки особливо відібраним та систематизованим змістом, відповідними методами, засобами та формами навчання, а також власною пізнавальною діяльністю студента, яка має здійснюватись під керівництвом викладача. Для цього кожен студент отримує методичні вказівки у двох частинах до лабораторного практикуму, де зазначені знання та вміння, які має отримати студент щодо органічної хімії; наведено рекомендації щодо організації самопідготовки до заняття та види робіт на занятті (із зазначенням відведеного на цю роботу часу), а також список використаної літератури.

Самопідготовка включає:

1) вивчення теоретичного матеріалу з питань, що визначають обсяг програми за заданою темою;

2) виконання індивідуального практичного завдання. Це допомагає студенту перевірити рівень засвоєння програмного матеріалу та розвиває теоретичне мислення;

3) оформлення протоколу лабораторної роботи. Під час оформлення протоколу лабораторної роботи слід вказати:

- номер і назву лабораторного дослідження;
- короткий опис ходу виконання дослідження;
- хімізм процесу, що відбувається;
- спостережуваний результат;
- висновок.

Перші три пункти заповнюються заздалегідь, під час підготовки до заняття, останні два – після виконання дослідження на занятті. У методичних вказівках з кожної теми перераховані теоретичні питання програми, наведені варіанти індивідуальних завдань та лабораторні дослідження з описом методики їх виконання та дотримання заходів безпеки.

Лабораторне заняття складається з наступних традиційних елементів:

1. Практична частина, яка включає фронтальне опитування студентів та вирішення ситуаційних завдань (45 хв).

2. Контроль засвоєння програмного матеріалу, що проводиться письмово (10 хв).

3. Виконання лабораторної роботи, вписування в протокол результатів і висновків, що спостерігаються, захист (30 хв).

4. Підбиття підсумків та завдання до наступного заняття (5 хв).

Така організація самостійної роботи та контролю знань дозволяють поетапно формувати нові знання, що виробляють вміння давати самооцінку своїм знанням, що дозволяє студенту добиватися нового, вищого рівня знань. (Деякі студенти під час підготовки до заняття виконують усі варіанти індивідуальних завдань). Вміння давати самооцінку своїм знанням студент розвиває рефлексивне мислення, самостійність дій та відповідальність у навчанні.

Виклад основного матеріалу, дослідження й отримані результати. Студентів знайомлять із лінійними структурами, за допомогою яких спілкуються хіміки-органіки, на початку типового курсу органічної хімії. Потім їм дають домашні завдання, які використовують ці структури у міру проходження курсу. Студентів знайомлять із механізмами. Їм пояснюють, що стрілки представляють «потік електронів», і показують, як відстежувати розташування атомів і зарядів. Після цього короткого вступу вони присвятили решту курсу вивченню конкретних механізмів.

Будь-які проблеми, що виникають з інтерпретацією студентами механізмів вважаються результатом труднощів з конкретним механізмом, а не труднощів з механізмами загалом. За нашим досвідом, рідко можна знайти викладачів, які присвячують багато часу на заняттях розвитку розуміння причини, чому формалізм виштовхування електронів використовується хіміками-органіками. Студенти часто отримують приховане повідомлення, що це те, що студенти повинні робити, коли вперше вивчають предмет, а не неявне повідомлення про те, що це те, що практикуючі хіміки-органіки роблять регулярно, коли думають про органічні реакції. Проблема проста: потрібен значний час, перш ніж лінійні структури та механізми справді стануть символами для студентів (Іванова, 2017).

Дані інтерв'ю, які ми зібрали в цьому та інших дослідженнях, свідчать про те, що викладачам потрібно витратити більше часу на чітке малювання як лінійних структур, за допомогою яких вони представляють органічні реакції, так і менш конденсованих структур, які показують атоми, зв'язки, і, зокрема, незв'язуючі електрони, що беруть участь у реакції, тим самим звільняючи когнітивний простір для студентів, щоб зосередитися на вивченні концептуальних основ органічної хімії. Лінійні структури важливі, тому що зрештою вони повинні стати символами для студентів. Але повніше зобра-



ження реакції може допомогти учням зосередитися на вивченні хімії, не намагаючись спочатку інтерпретувати значення структур, які малою їхній викладач (Іванова, 2020).

Для досягнення мети було вивчено методологію активних методів, з яких було обрано кілька методів організації практичного заняття по вивченню класу антрахінонових сполук. Одним з них є робота в малих групах або у співпраці (кооперативне навчання, collaborative learning) – це метод об'єднання учнів у мікрогрупи для спільного виконання завдання. Між членами групи розподіляються різні матеріали (частини навчального тексту, різні документи тощо). Щоб засвоїти весь матеріал, необхідно розповісти зміст своєї частини та прослухати текст інших членів групи. Здобувачі працюють у групі лише до того часу, поки не вирішать проблему або не досягнуть певного творчого результату та не виконають поставлену умову. Кількість учнів у мікрогрупах може бути від 3 до 5 осіб.

Іншим методом, подібним до методології роботи в малих групах, є метод командного навчання (Team-based learning, TBL). Метою такого уроку є ефективний розподіл ролей у команді. Щоб успішно виконати задане завдання або проблему кожен член команди повинен виконувати свою роль та робити свій внесок у досягнення мети. Кількість відібраних команд може сягати 10 студентів. Відмінність від вищезазначеного методу полягає в тому, що студенти повинні знати та бути підготовленими до теоретичного матеріалу уроку. Практичні заняття на основі TBL базуються на тому, що студенти можуть спиратися лише на свої знання та вміння з предмета, не використовуючи інші джерела. Робота разом або в групі: вміння слухати та довіряти іншим, ставити один одному запитання, приймати думки інших та позитивно ставитися до них; сприяє розвитку комунікативних навичок, таких як вміння вирішувати суперечки, керувати командною роботою, досягати домовленостей та працювати в команді. Командно-орієнтоване навчання визнано одним із найкращих методів обговорення реальних, складних клінічних ситуацій у підготовці вчителів хімії (Левченко, 2019).

Під час проведення таких занять можуть виникати труднощі через індивідуальні особливості поведінки студентів, тому викладач повинен враховувати це під час створення системи оцінювання, заснованої на стимулюванні пізнавальної діяльності. Під час уроку студенти можуть поводитися надто пасивно, кілька студентів виконують всю роботу, тоді як решта проявляють мінімальну участь, деякі студенти бояться або не хочуть щось робити самостійно, вважаючи за краще лише слухати лекцію або відповідати на запитання на практичному

занятті. Враховуючи всі переваги активних методів та пов'язані з ними труднощі, впровадження нових сучасних методів навчання дає кращі результати, ніж традиційні методи.

Студенти спеціальностей «Середня освіта (хімія)» та «Середня освіта (біологія)» вивчають органічну хімію на 2-му курсі. Виходячи з тематичного плану предмета «Органічна хімія», було обрано кілька тем, для яких можна використовувати активні методи навчання. По-перше, для викладання хімічних властивостей спиртів було обрано один із проблемних методів навчання – роботу в малих групах. По-друге, найбільш підходящим методом викладання структури, хімічних властивостей та біологічного значення антрахінонових сполук, на нашу думку, є командно-орієнтований метод навчання. Цей активний метод навчання добре підходить для потоку великих груп студентів. Розроблені методичні рекомендації щодо практичних занять з тем «Хімічні властивості спиртів та фенолів» та «Антрахінонові сполуки» включають:

- проведення лабораторних дослідів та завдань теоретичного рівня;
- розподіл годин практичних занять;
- план уроку та організаційна структура (хронометраж);
- критерії оцінювання;
- зворотний зв'язок.

Успішне проведення занять, заснованих на використанні методів активного навчання, базується на позитивній взаємодії всіх членів групи або групи, об'єднаних спільною метою. Для цього вчителю необхідно ретельно продумати всі етапи занять, розглянути питання організації праці, починаючи від правильного вибору аудиторії та обладнання, знайти потрібні слова для мотивації, створити чітку систему оцінювання індивідуальної та групової роботи здобувачів (Шевченко, 2020). Всі ці моменти дуже важливі та вимагають серйозного та глибокого вивчення вчителем, оскільки від їх правильного виконання залежить успішне досягнення мети.

Для роботи в малих групах під час проведення практичного заняття на тему «Хімічні властивості спиртів та фенолів» були розроблені такі ситуаційні завдання:

Завдання 1. До виробничої аптеки надійшли такі лікарські речовини: етиловий спирт, гліцерин, тимол, ізоаміловий спирт. Через безвідповідальну доставку тари, в якій зберігалися лікарські речовини, було втрачено зовнішній герметичний папір. У якій тарі зберігається етиловий спирт та тимол? Складіть рівняння реакції. Назвіть тип реакції та її характеристики.

Завдання 2. До виробничої аптеки надійшли такі лікарські речовини: етиловий спирт, гліцерин, тимол, ізоаміловий спирт. Через нена-



лежне постачання тари, в якій зберігалися лікарські речовини, було втрачено зовнішній герметичний папір. У якій тарі зберігається ізоаміловий спирт та гліцерин? Напишіть рівняння реакції та назвіть продукти. Вкажіть тип реакції. За якими ознаками можна визначити утворений продукт?

Завдання 3. До виробничої аптеки надійшли такі лікарські речовини: етиловий спирт, гліцерин, тимол, ізоаміловий спирт. Через неналежне постачання тари, в якій зберігалися лікарські речовини, було втрачено зовнішній герметичний папір. Необхідно визначити, в якій тарі зберігаються гліцерин та тимол? Напишіть рівняння реакції та назвіть продукти. Вкажіть тип реакції. За якою ознакою можна визначити утворений продукт?

Ситуаційні завдання для проведення командно-орієнтованого навчання з теми «клас Антрахінонових сполук»: Завдання 1. Ревінь (румбумбар) складається зі складних антрахінонових сполук та їх глікозидів. Основними компонентами ревеню (*Rheum L.*) є реїн та емодин $C_{15}H_{10}O_5$ (рис. 1А). Назвіть ці дві кислоти згідно з номенклатурою IUPAC. Враховуючи, що дані сполуки мають глюко-

зиди, запишіть структурну і просторові формули їх глюкозидних форм (приклад, рис. 1Б).

Завдання 2. Багато біологічно активних речовин побудовано на основі структурного скелета антрахінону, і наразі хімічна модифікація їх є однією з найбільш швидко розвиваючих галузей органічного синтезу. У 1901 році німецький хімік Фріца Ульмана вперше описав хімічну реакцію, в якій два арилгалогеніди з'єднуються в диарильну сполуку за допомогою каталітичної кількості міді. Наведіть умови для проведення нуклеофільного заміщення бромом на ароматичні та аліфатичні амінопохідні в антрахіноновому ряду. Яке практичне значення для антрахінонів має дана реакція?

Завдання 3. Наведено схему:

Напишіть рівняння реакції, визначте продукти взаємодії та механізми реакції. У таблиці наведено критерії оцінювання для кожного студента:

В кінці уроку надається зворотний зв'язок у вигляді письмових відповідей на такі питання:

1. Чи було достатньо необхідної літератури для виконання завдання?

2. Висловіть свою думку щодо пройденого проблемно-орієнтованого та командно-орієн-

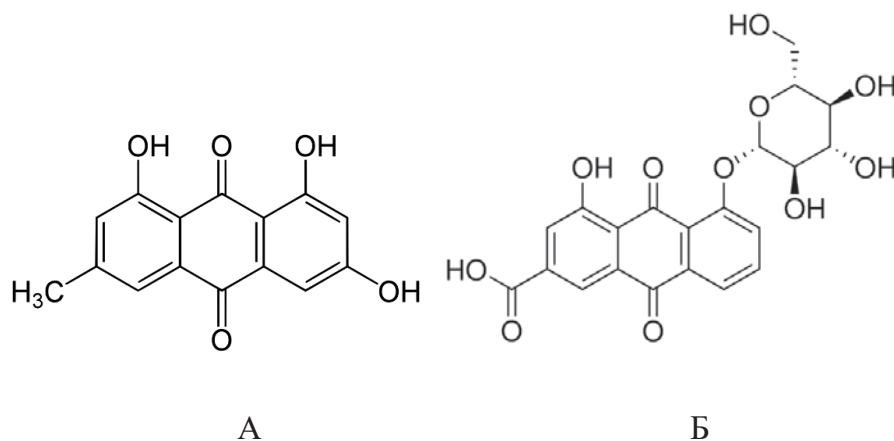
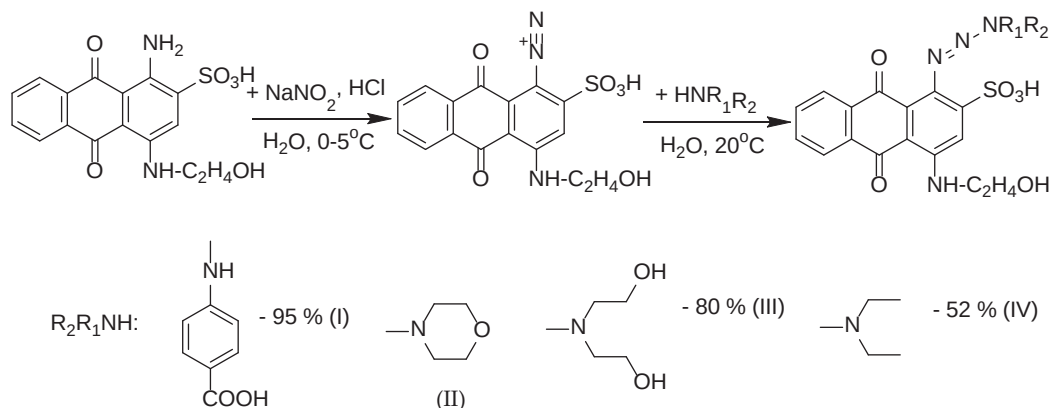


Рис. 1. А) емодин, Б) реїн-8-глікозид





Таблиця 1

Критерії оцінювання

№	Критерії оцінювання	Варі, %
1	Участь у груповій роботі (активність, виконання доручених ролей, участь у вирішенні ситуативних завдань, комунікативність)	1–30
2	Правильно виконувати методики лабораторних експериментів	1–30
3	Використання навчальної літератури (самостійно або за допомогою вчителя)	1–30
4	Повне засвоєння програмного матеріалу у формі індивідуального тестування (матеріал вивчається самостійно або за допомогою викладача)	1–30

тованого навчання, чи активізувало це заняття процес навчання?

3. Чи вважаєте ви критерії оцінювання знань правильними?

На основі розроблених методик активних методів були проведені практичні заняття зі студентами 2-го курсу спеціальності Середня освіта «Хімія» та Середня освіта «Біологія». Хочу зазначити, що більшість студентів активно брали участь у запропонованій грі, проявили дух змагання та бажання досягти найвищих результатів. Найважливішим був зворотний зв'язок, у якому студенти висловлювали свою думку щодо нових методів навчання. На їхню думку, такий активний підхід сприяє засвоєнню навчального матеріалу, створює інтерес до предмета, що викладається. Критерії оцінювання сприймаються як об'єктивні та зрозумілі для студента. На завершення можна сказати, що практичні заняття особливо про антрахінони, засновані на активних методах навчання, є більш ефективними, стимулюють пізнавальну діяльність та викликають інтерес до тем, що вивчаються, та предмета загалом.

Організація викладання органічної хімії за модульно-рейтинговою системою отримала схвалення у студентів. Неодноразове анкетування показало, що 95% потоку вважають, що такий метод навчання є більш ефективним, сприяє осмисленому вивченню дисципліни. Регулярний поточний контроль та поетапне складання іспиту стимулюють роботу студента, привчають виконувати всі види завдань якісно й у термін, а бальна система дозволяє більш об'єктивно оцінити їхню працю та активізує пізнавальну діяльність.

Висновки

1. Розроблено методичні рекомендації для вчителів щодо проведення активних методів навчання: робота в малих групах як один із проблемно-орієнтованих методів навчання з теми «Хімічні властивості спиртів та фенолів»; з теми «клас антрахінонових сполук» – командно-орієнтоване навчання (Team-based learning).

2. Використовуючи розроблені методичні рекомендації, проведено практичні заняття зі студентами 2-го курсу спеціальностей

Середня освіта «Хімія» та Середня освіта «Біологія».

3. Отримано відгуки від студентів, які виявили великий інтерес до впровадження активних методів навчання в навчальний процес.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гребенюк Р.М. Формувальне оцінювання якості освіти в Україні: роль та перспективи розвитку. Педагогіка і психологія. 2021. № 45 (3). С. 122–135.
2. Borodina in interdisciplinary K.M. practice Team at training a medical university// Baltic Humanitarian Journal. 2020. №3(32).-p.48-50.
3. The use of active teaching methods in the educational process of the university / Zh. A. Zhunisbekova, N. Sh. Abdramanova, A. A. Akimbaev // International Journal of Experimental Education. – 2015. – No. 3 (part 3) – p. 279-282.
4. Kamaliev M.A., Shahieva A.M., Nurbakyt A.N. Innovative technologies and methods of teaching students of the Medical University // Bulletin of the Kazakh National Medical University. 2014., №2(4), p. 210.
5. Straumanis A. R. Organic chemistry: a guided inquiry. Houghton Mifflin, MA., 2004.
6. Іванова Т.В. Формувальне оцінювання як засіб підвищення ефективності навчального процесу. Педагогічна освіта: теорія і практика. 2017. № 1 (45). С. 12–24.
7. Іванова Т.П. Вплив формувального оцінювання на розвиток когнітивних та метакогнітивних навичок учнів у контексті освітніх реформ в Україні. Педагогічні науки. 2020. № 50 (4). С. 78–92.
8. Левченко В.В. Методи оцінювання в освітньому процесі: від традицій до інновацій. Науковий вісник Університету. 2019. № 3 (34). С. 56–68.
9. Шевченко Т.В. Формувальне оцінювання як інструмент розвитку критичного мислення учнів. Освітні стратегії. 2020. № 12 (2). С. 45–58.

REFERENCE:

1. Hrebenuk R.M. (2021). Formuvalne otsiniuvannia yakosti osvity v Ukraini: rol ta perspektyvy rozvytku [Formative assessment of the quality of education in Ukraine: role and prospects for development]. *Pedahohika i psykholohiia* – Pedagogy and Psychology. 2021. № 45 (3). S. 122–135 [in Ukrainian].
2. Borodina K.M. (2020). Team training in interdisciplinary practice at a medical university// Baltic Humanitarian Journal. №3(32).-p.48-50.



3. Zhunisbekova Zh. A., Abdramanova N. Sh., Akimbaev A. A. (2015). The use of active teaching methods in the educational process of the university. *International Journal of Experimental Education*, 3 (part 3) – p. 279-282.

4. Kamaliev M.A., Shahieva A.M., Nurbakyt A.N. (2020). Innovative technologies and methods of teaching students of the Medical University. *Bulletin of the Kazakh National Medical University*.

5. Straumanis A. R. (2004). *Organic chemistry: a guided inquiry*. Houghton Mifflin, MA.

6. Ivanova T.V. (2017). Formuvalne otsiniuvannia yak zasib pidvyshchennia efektyvnosti navchalnoho protsesu [Formative assessment as a means of increasing the effectiveness of the educational process]. *Pedahohichna osvita: teoriia i praktyka* – Pedagogical education: theory and practice, № 1 (45). S. 12–24.

7. Ivanova T.P. (2020). Vplyv formuvalnoho otsiniuvannia na rozvytok kohnityvnykh ta metakohnityvnykh navychok uchniv u konteksti osvitnikh reform v Ukraini [The impact of formative assessment on the development of cognitive and metacognitive skills of students in the context of

educational reforms in Ukraine]. *Pedahohichni nauky – Pedagogical sciences*, № 50 (4). S. 78–92.

8. Levchenko V.V. (2019). Metody otsiniuvannia v osvitnomu protsesi: vid tradytsii do innovatsii [Assessment methods in the educational process: from traditions to innovations]. *Naukovyi visnyk Universytetu* – Scientific bulletin of the University, № 3 (34). S. 56–68.

9. Sotchenko R.K., Nogaeva A.N., Vlassova L.M. (2022). On the introduction of active learning methods in Studying organic chemistry. *Medicine and ecology*, (3):64–67. (In Kazakh)

10. Shevchenko T.V. (2020). Formuvalne otsiniuvannia yak instrument rozvytku krytychnoho myslennia uchniv [Formative assessment as a tool for developing students' critical thinking]. *Osvitni stratehii* – Educational strategies, № 12 (2). S. 45–58.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 29.07.2025

Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 28.08.2025
Дата публікації: 30.09.2025