

2. Снігур Л. І., Федчишин О. М. Формування цифрової компетентності майбутніх вчителів фізики. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (м. Тернопіль, 8 квітня, 2021). 2021. С. 117–120.
3. Федчишин О. М. Діяльність вчителя на уроках фізики з використанням інформаційних технологій та засобів навчання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи : тези доп. Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф.* (м. Тернопіль, 9–10 листопада, 2017) : Т. 2017. С. 244–248.

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ПРИНЦИПІВ «ЗЕЛЕНОЇ ХІМІЇ» В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ І МАГІСТРІВ ПРИРОДНИЧИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Симчак Руслан Васильович

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та методики її навчання,
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
symchak@tnpu.edu.ua

Барановський Віталій Сергійович

кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії та методики її навчання,
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
baranovsky@tnpu.edu.ua

Незважаючи на широку обізнаність про екологічні проблеми та посилення тенденцій до реалізації цілей сталого розвитку, промисловість продовжує використовувати традиційні хімічні процеси та реакції, які сприяють забрудненню, виснаженню ресурсів та загрожують навколишньому середовищу. Впровадження принципів зеленої хімії є перспективним рішенням для пом'якшення негативного впливу на довкілля. Однак широке використання практик зеленої хімії стикається з численними проблемами, серед яких обмежена обізнаність і розуміння серед зацікавлених сторін галузі, технологічні бар'єри, економічні обмеження тощо. Крім того, перехід від традиційних хімічних процесів до «зелених» альтернатив вимагає значних інвестицій, досліджень і співпраці між різними галузями. Зважаючи на це, існує нагальна потреба у підготовці фахівців природничих спеціальностей на основі концепції зеленої хімії.

Зелена хімія (з англ. *green chemistry*) – концепція, що полягає у розробці хімічних продуктів і процесів, які зменшують або усувають використання чи синтез небезпечних речовин. Це світоглядний напрям, який застосовується до всіх галузей хімії, а не до окремої хімічної дисципліни; впроваджує інноваційні рішення реальних екологічних проблем [2, 3].

Екологічні методи застосовуються для синтезу як добре відомих хімічних сполук безпечнішими шляхами, так і абсолютно нових речовин.

У традиційних багатостадійних методиках синтезу використовують токсичні та небезпечні реагенти, розчинники, які утворюють велику кількість відходів, що становлять найбільшу загрозу для здоров'я людини та довкілля. Леткі органічні розчинники у значних кількостях потрапляють у навколишнє середовище шляхом випаровування або неправильної утилізації. Новий підхід до подолання проблеми хімічного забруднення полягає у проведенні хімічних реакцій за відсутності таких сполук, тобто шляхом підбору альтернативних більш безпечних хімічних реагентів.

Практичне застосування принципів концепції зеленої хімії спрямоване на пошук та підбір нових реакцій, опосередкованих технологіями, які забезпечують ефективний вихід цільових продуктів з відновлюваної сировини й зменшують кількість побічних продуктів. Інновації в таких синтетичних реакціях повинні бути екобезпечними та нешкідливими.

Хімічні речовини є невід'ємною частиною природничо-наукової програми підготовки бакалаврів та магістрів природничих спеціальностей, але можуть бути небезпечними для здобувачів освіти, науково-педагогічних працівників та навколишнього середовища зокрема. Зелена хімія спрямована на запобігання забрудненню на етапі проектування хімічного синтезу, на запобігання забрудненню ще до його виникнення [1, 3].

Важливим елементом впровадження концепції сталого розвитку є інтегрування зеленої хімії в освітньо-професійні програми підготовки фахівців природничих спеціальностей. Одним із методів викладання цієї концепції, який використовується на хіміко-біологічному факультеті Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка – є системне вивчення через дослідження кожного із принципів цього напрямку (рис. 1).



Рис. 1. Дванадцять принципів концепції зеленої хімії [1]

Інтегрування напряму зеленої хімії у лабораторні експерименти та навчальні заняття з аналітичної, органічної хімії та неорганічного і органічного синтезу створює безпечніший освітній процес, а також формує підґрунтя для фахової підготовки здобувачів освіти до професійної діяльності. У процесі викладання цих навчальних дисциплін відбувається ознайомлення із концепцією зеленої хімії, її принципами. Зокрема, викладачі організовують дослідницькі проекти для студентів з метою аналізу, вивчення оптимальних умов проведення синтезу, апробацію та впровадження нових підходів у практичне використання.

Фундаментальним елементом процесу підготовки майбутніх учителів хімії є вміння формувати максимально безвідходний хімічний процес із використанням відновлювальної сировини. Цей принцип слугує основою для інших. Реакції хімічного синтезу, передбачені освітніми програмами, розроблені таким чином, щоб усі вихідні речовини були включені в кінцевий продукт. Перевага надається лабораторним роботам, де використовуються сполуки у ланцюгу перетворення. Хімічний синтез проводиться здебільшого при температурі та тиску навколишнього середовища, що мінімізує енергетичні потреби хімічного процесу та є енергоефективнішим. Зокрема, це забезпечується за допомогою використання каталізаторів. Вони не витрачаються під час хімічних процесів і можуть бути використані багаторазово, не утворюючи відходів. Також за допомогою каталізаторів можна проводити реакції, які не відбуваються за звичайних умов [2, 4]. Структура кінцевих хімічних продуктів повинна бути такою, щоб після виконання своїх функцій вони легко розпадалися до нешкідливих речовин, які не забруднюють навколишнє середовище.

На заняттях з аналітичної хімії здобувачі освіти проводять моніторинг хімічних процесів, аналіз речовин з метою запобігання утворення токсичних матеріалів, отримання аналітичних даних та контролю забруднення навколишнього середовища у режимі реального часу. Це дозволяє запобігти викиду небезпечних і забруднюючих речовин внаслідок непередбачуваних реакцій. Реагенти, які використовуються для проведення хімічних процесів є неотруйними, не вибухо- та пожежонебезпечними.

Таким чином, провадження концепції зеленої хімії в освітній процес сприяє практичній підготовці фахівців у хімічній галузі, відповідає тенденціям світового ринку та зумовлює екологізацію суспільства загалом.

Хімічні процеси та синтези, які є основним напрямком зеленої хімії, мають вагомі переваги порівняно з традиційними методами. Наприклад, зменшення токсичних викидів у навколишнє середовище, реакції, що не утворюють побічних продуктів, більш оптимальні процеси, що, зменшують виробничі витрати (витрати на переробку, зберігання відходів та несприятливий вплив на здоров'я людини).

Підготовка бакалаврів та магістрів природничих спеціальностей на засадах концепції зеленої хімії сприятиме розв'язанню екологічних проблем

національного, регіонального та глобального масштабу, що розвиває конкурентоспроможність країни в глобальній економіці. Використання концепції зеленої хімії у підготовці фахівців передбачає оновлення освітніх програм, розробку практичних занять та лабораторних робіт, організацію дослідницьких проєктів, використання екологічно чистих матеріалів та інтеграцію з іншими дисциплінами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 12 принципів зеленої хімії. *Group Product Portal*. URL: <https://www.products.pcc.eu/uk/blog/чого-нас-навчають-12-принципів-зеленої-х/> (дата звернення: 10.05.2024).
2. Тихомірова Ф. А. Зелена хімія: нова хімічна філософія. *Вісник ОНУ. Хімія*. 2014. Т. 20, № 2. С. 93–100.
3. Ratnani S., Mahilkar Sonkar S., Kumari R. Strategies for sustainable organic synthesis. *Journal of the Iranian Chemical Society*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s13738-022-02687-5>.
4. Warner J. The natural evolution of green chemistry. *Green Chemistry Letters and Reviews*. 2007. Vol. 1, no. 1. P. 1–2. URL: <https://doi.org/10.1080/17518250701642910>.

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ДО ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ ПРОПЕДЕВТИЧНИХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗНАНЬ

Гладюк Микола Миколайович

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії і методики її навчання, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

nnglad@gmail.com

Гладюк Тетяна Володимирівна

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри педагогіки і методики початкової та дошкільної освіти, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

gladuk63@tnpu.edu.ua

У складних умовах війни продовжується реформування загальноосвітньої школи України. Відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти [1], який вступив в дію з 1 вересня 2022 року, учні 5-6 класів навчаються за новими освітніми програми і підручниками.

Однією з освітніх галузей, виділених у Державному стандарті базової середньої освіти, є природнича освітня галузь.

Важливим компонентом шкільної природничої освіти є її фізико-хімічна складова. Обсяг інформації фізичних та хімічних знань постійно зростає, а інтерес учнів до вивчення основ цих наук знижується. Учні сприймають фізику та хімію як важкі предмети. У 2023 році лише 3% майбутніх вступників у заклади вищої освіти для Національного мультипредметного тесту обрали фізику та хімію.