

## ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА

УДК 504.378 + 577

**Г. В. ФЕДОРОВА**, канд. хім. наук, доц.  
Одеський державний екологічний університет  
вул. Львівська, №15, м. Одеса, 65016

e-mail: [fedogalavl@gmail.com](mailto:fedogalavl@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-3312-8057>

### ХІМІЧНІ ДИСЦИПЛІНИ В ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ: ІСТОРІЯ ВИКЛАДАННЯ ТА РЕАЛЬНІСТЬ

**Мета.** Огляд історії викладання нормативної дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» та вибірко-вих хімічних дисциплін при підготовці фахівців зі спеціальності 101 «Екологія» з метою 1) звернути увагу до сучасного стану годинного навантаження природознавчих дисциплін хімічного напрямку, що складають базис для підготовки освіченого фахівця-еколога, та 2) пошуку шляхів поліпшення внеску хімічної складової у вищу екологічну освіту в умовах реформування вищої школи України. **Методологічні підходи.** Конкретизація, аналіз, синтез, розкриття причинно-наслідкових зв'язків з декларативним напрямом системних досліджень. **Результати.** У хронологічному порядку проведено аналіз викладання нормативної та вибірко-вих хімічних дисциплін з 1999 по 2018 рр. для спеціальності 101 «Екологія». Показано корисність і важливість хімічної підготовки для формування, як спеціальних, так і інтегрованих компетентностей екологів; висловлюється тривога за третинне скорочення навантаження на нормативну дисципліну «Хімія з основами біогеохімії» і сумнів ефективності її засвоєння здобувачами вищої освіти за цих умов. Пропонуються шляхи вирішення проблеми, що виникла, через зміну підходу у класичному викладанні хімії в реальній обстановці. **Висновки.** У реаліях сьогодення скорочення викладання дисциплін хімічного змісту та усунення них з навчальних програм є невинуватим і регресивним. З підвищенням техногенного навантаження на біосферу необхідність у поширенні та покращенні хімічних знань є очевидною. Для набуття компетентностей, що вимагаються, як варіанти пропонуються введення блок-дисциплін хімічно-екологічного напрямку, хіміко-аналітичних спецкурсів, проведення презентацій та майстер-класів. Саме біогеохімія з її природознавчою інформативністю і прикладною складовою здатна надати фахівцю-екологу сучасний світогляд, професійний кругозір та необхідну компетентісну значимість.

**Ключові слова:** хімія, біогеохімія, екологічна освіта, природничі науки, компетентність, рівні вищої освіти, годинне навантаження

**Fedorova G.V.**

*Odessa State Environmental University, Odessa*

### CHEMICAL DISCIPLINES IN ECOLOGICAL EDUCATION: A HISTORY OF TEACHING AND REALITY

**Purpose.** It is the review of history of teaching of the normative discipline «Chemistry with the Basics of Biogeochemistry» and chemical selective disciplines in the formation of bachelor's and master's degrees of speciality 101 «Ecology» aimed to 1) pay attention to the modern state of the hourly load of natural disciplines of chemical direction, making the basis for the formation of well-educated ecologist; and 2) to find the ways to improve the chemical component in higher ecological education in terms of the reformation of Ukrainian higher school. **Methods.** Specification, analysis, synthesis, identifying cause-effect relationships with the declarative direction of the system researches. **Results.** The analysis of teaching the normative and selective chemical disciplines is conducted for the speciality 101 «Ecology» in chronological order from 1999 to 2018. The usefulness and the importance of the chemical education in forming special and integrated competencies of ecologists have been shown; the article deals with the reduction of hourly load of the normative discipline «Chemistry with the Basics of Biogeochemistry» by one third and provides doubts about the effectiveness of its mastering by applicants of higher education in this context. The teaching of chemical disciplines within the ecological program at the universities of the USA, European Union, Russian Federation and Kazakhstan is discussed too. The most important reasons for training «Chemistry with the Basics of Biogeochemistry» for ecologists are discussed. The ways to solve the problem by changing the approach in the classical teaching of chemistry in the real situation are proposed. **Conclusions.** Conclusions. In today's reality, the reduction in teaching chemical disciplines and exclusion of them from the curriculums are unjustified and regressive. The need to expand and to improve the chemical knowledge of ecologist is obvious amid the increase of technogenic load on the biosphere. The introduction of block-disciplines of the ecological-chemical content, special courses, presentations, master classes was proposed for acquiring the required competencies. It is biogeochemistry with its naturalistic informativity and applied component can provide the ecologist with a modern outlook, professional worldview and necessary competence significance.

**Keywords:** chemistry, biogeochemistry, ecological education, natural sciences, competencies, levels of higher education, hourly load

**Федорова Г. В.**

*Одесский государственный экологический университет*

## **ХИМИЧЕСКИЕ ДИСЦИПЛИНЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ: ИСТОРИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ**

**Цель.** Обзор истории преподавания нормативной дисциплины «Химия с основами биогеохимии» и химических дисциплин на выбор при подготовке бакалавров и магистров специальности 101 «Экология» с целью 1) обратить внимание на современное состояние часовой нагрузки естественных дисциплин химической направленности, составляющих базис для подготовки образованного специалиста, и 2) поиска путей улучшения химической составляющей в высшем экологическом образовании в условиях реформирования высшей школы Украины. **Методологические подходы.** Конкретизация, анализ, синтез, раскрытие причинно-следственных связей с декларативным направлением системных исследований. **Результаты работы.** Хронологически последовательно проведен анализ преподавания нормативной и выборочных химических дисциплин с 1999 по 2018 гг. для специальности 101 «Экология». Показаны полезность и важность химической подготовки для формирования специальных и интегрированных компетентностей экологов; высказываются тревога по поводу сокращения на треть часовой нагрузки нормативной дисциплины «Химия с основами биогеохимии» и сомнения эффективности ее усвоения соискателями высшего образования в этих условиях. Предлагаются возможные решения возникшей проблемы путем смены подхода в классическом преподавании химии в реальных условиях. **Выводы.** В реалиях сегодняшнего дня сокращение нагрузки преподавания дисциплин химического содержания и исключение их из учебных программ неоправданно и регрессивно. С повышением техногенной нагрузки на биосферу необходимость в расширении и улучшении химических знаний эколога очевидна. Для приобретения требуемых компетентностей как варианты предлагаются введение блок-дисциплин химико-экологического содержания, спецкурсов, проведения презентаций и мастер-классов. Именно биогеохимия с ее природоведческой информативностью и прикладной составляющей способна дать специалисту-экологу современное мировоззрение, профессиональный кругозор и необходимую компетентносную значимость.

**Ключевые слова:** химия, биогеохимия, экологическое образование, естественные науки, компетентность, уровни высшего образования, часовая нагрузка

### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Хімічні дисципліни для виховання та навчання екологів різних рівнів освіти (бакалаврів та магістрів) є найважливішими сходами пізнання для створення сучасного матеріалістичного світозору справжнього фахівця екологічного наукового напрямку. Знання з хімії здатні створити найважливіші компетентності майбутнього еколога.

Наш світ, навколишня природа, сама людина – це світ речовин, пізнання хімічних властивостей яких, а також можливостей їх перетворень та знання законів хімії з розпізнаванням хімічних і фізичних явищ, що відбуваються в біосфері, є необхідними для освіченого і грамотного еколога як спеціаліста-природознавця.

**Аналіз останніх публікацій.** Зараз, усвідомлюючи актуальність екологізації знань взагалі та дисциплін екологічної освіти, у частоті, розробляються нові підходи до екологічної освіти України [1] з метою підвищення її ефективності, формування особистої і національної екологічної культури. Відчувається необхідність компетентнісного підходу, як при викладанні екології вже в середніх навчальних закладах [2, 3], так і при формуванні фахових компетентностей у ВНЗ-х, для наявності у спеціаліста

певної системи знань, тобто відбувається актуалізація «...спрямованості освітнього процесу на формування й розвиток базових, предметних і ключових компетентностей особистості й, як результат – формування загальної компетентності людини» [3].

Ще на початку 2000-х рр. при розробці третього покоління стандартів вищої освіти для забезпечення якості вищої освіти у рамках проекту Tuning Educational Structures in Europe (TUNING) [4] і для оцінки результатів навчання застосовували компетентністний підхід, який зародився ще у ХХ ст. у Великій Британії. У стандарті розроблено комплекс компетентностей як деякий конгломерат розумінь, усіх одержаних знань, здібностей, навичок та вмінь.

Таким чином, компетентності еколога повинні мати, як теоретичні знання своєї галузі з їх практичним застосуванням, так і компетентності природознавчих дисциплін. Більш того, для професійного визнання важливими, крім компетентностей, є ступені вищої освіти, обсяги навантаження аудиторних занять, завдяки яким будуються рівні та якість знань, та самостійна робота здобувачів вищої освіти. Саме хімічні науки і на теоретичному, і на практичному рівні здатні створити той фундамент знань, на якому

базується вища екологічна освіта, тому обсяг їх навантаження відіграє істотну роль у викладанні хімічних дисциплін. Через це дана праця присвячена огляду історії викладання обов'язкової (нормативної) дисципліни спочатку «Біогеохімії», потім «Хімії з основами біогеохімії» та вибіркового

### Методика дослідження

Методологічну функцію дослідження виконували такі загальні методи пізнання, як конкретизація, аналіз, синтез, розкриття причинно-наслідкових зв'язків з декларативним напрямом системних досліджень. Об'єкт дослідження – нормативні дисцип-

лінарних дисциплін при підготовці фахівців спеціальності 101 «Екологія» з метою звернути увагу до сучасного стану викладання та навантаження природознавчих дисциплін хімічного змісту та ефективності їх засвоєння через змінення підходів до їх викладання.

ліни «Біогеохімія» і «Хімія з основами біогеохімії» в екологічній освіті, а також біосфери як об'єкт вивчення і біогеохімії, і екології. Розглянуто та проаналізовано конкретний період викладання 1999-2018 рр.

### Результати та обговорення

Безпосередньо проблема викладання дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» для майбутніх екологів, що навчаються у ВЗО України досі не висвітлювалася, тому інформація, що надається даною працею, має певну новизну.

Навчальну нормативну дисципліну «Біогеохімія» введено для екологічних спеціальностей державних університетів України у 1999 р. До цього часу викладання біогеохімії проводилось на біологічних факультетах державних університетів та в медичних інститутах. Крім біогеохімії, що викладалася на II курсі, на I курсі в обсязі лекцій, практичних і лабораторних занять викладався курс загальної хімії з елементами неорганічної і колоїдної хімії. З 2003 р. для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом підготовки 0708 «Екологія» кваліфікації «Технік-лаборант» дисципліни «Загальна, неорганічна та колоїдна хімія» та «Біогеохімія» було поєднано з уведенням нової дисципліни – «Хімія з основами біогеохімії».

Незважаючи на введення у 2005 р. нового галузевого стандарту вищої освіти для освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст» та «магістр» за напрямом підготовки 0708 «Екологія» зі зміною спеціальності на 7(8).070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища», для рівня вищої освіти «бакалавр» дисципліна «Хімія з основами біогеохімії» зберіглася у повному обсязі.

За розробленими новими освітньо-професійною програмою та освітньо-кваліфікаційною характеристикою з 2011 р. для підготовки бакалаврів кваліфікації 3439 «Організатор природокористування» за на-

прямом 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» в галузі знань 0401 «Природничі науки» у блок змістовних модулів навчальної дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» розділ «Біогеохімія» ввійшов у дуже усиченому вигляді лише як «Геохімічні особливості геосфер земної кори та біосфери» і «Прикладні аспекти геохімічних досліджень та використання геохімічного інструментарію для вирішення екологічних проблем» за шифром 2.08.09 [5].

З 2014 р. після прийняття Закону України «Про вищу освіту» [6] галузеві стандарти вищої освіти замінюються новими стандартами, які також базуються на компетентнісному підході, і визначають вимоги до фахівця, закладені в основу Болонського процесу та в міжнародний Проект Європейської комісії «Гармонізація освітніх структур в Європі» (Tuning Educational Structures in Europe, TUNING) [7, 8].

Відповідно до цього для рівня вищої освіти перший «бакалаврський», ступеня вищої освіти «бакалавр» спеціальності 101 «Екологія» у галузі знань 10 «Природничі науки» як нормативна дисципліна «Хімія з основами біогеохімії» здатна сформулювати такі компетентності:

- знання фундаментальних хімічних законів, теорій та законів, правил і принципів біогеохімії, які полягають в основі природничих фізико-хімічних процесів і універсальних циклічних процесах біогеоміграції;
- розуміння біосфери з позицій нерозділеності її органічної (живої) та неорганічної (косної за В.І. Вернадським) матерії;

- сприйняття унікальності життя на планеті з проявом функцій і геохімічної роботи «живої речовини»;

- здатність розгляду процесів в природі, у т. ч. забруднення компонентів біосфери, їх самоочищення та антропогенну діяльність з позицій хімічних, фізико-хімічних, біогеохімічних та біохімічних перетворень.

Очевидно, що будучі міждисциплінарною наукою біогеохімія здатна брати участь у формуванні компетентностей при вивченні таких наук, як ґрунтознавство, гідрологія, геологія, біологія, науки про Землю та, особливо, екологія.

Більш того, у рамках переліку компетентностей випускника останнього Стандарту вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня за ступенем вищої освіти «бакалавр» спеціальності 101 «Екологія», затвердженого МОН України (наказ №1076 від 04.10.2018 р.) [9], хімія з основами біогеохімії на правах обов'язкової дисципліни бере участь у становленні таких спеціальних компетентностей еколога, як:

K15 – здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук;

K18 – здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю. (Оскільки теми техногенезу, техногенної міграції, техногенних бар'єрів і техноаномалій є програмними складовими дисципліни «Хімія з основами біогеохімії», розділ «Біогеохімія»);

K20 – здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища (оскільки перші навички проведення моніторингу повітря, води, антропогенної діяльності та пасивного біоіндикаційного моніторингу формуються на лабораторних заняттях з дисципліни «Хімія з основами біогеохімії», розділ «Біогеохімія», тема «Основи біоіндикації»);

K21 – здатність обґрунтовувати необхідність та розробляти заходи, спрямовані на збереження ландшафтно-біологічного різноманіття та формування екологічної мережі. (Через те, що перші уявлення про біогеоценози та ландшафти, розкриття сутності поняття «ландшафт», знайомство з працями засновника вчення про ґрунтово-геохімічні ландшафти Б.Б. Полинова та його послідовників В.А. Ковди, О.І. Перельмана, М.А.

Глазовської здобувачі вищої освіти одержують на лекціях з біогеохімії);

K22 – здатність до участі в розробці системи управління та поведження з відходами виробництва та споживання. (Через знання природи речовин і нових синтетичних матеріалів, їх хімічних властивостей, що вивчаються в дисципліні «Органічна геохімія» розділ «Біогеохімія».)

Отже, важливість хімії з основами біогеохімії для формування компетентностей еколога є очевидною, оскільки результати її вивчення відбиваються на загальних і спеціальних компетентностях випускників і є складовою інтегральної компетентності [9, розділ IV].

Протягом 2000-х рр. спектр хімічних дисциплін, що викладався екологам, був достатньо різноманітним і корисним для їхнього майбутнього фаху, оскільки, крім «Хімії з основами біогеохімії» (семестри викладання 1–3) на старших курсах викладалися такі хімічні дисципліни, як «Гідрохімія», «Гідрохімічні дослідження водних екосистем», «Радіаційна хімія» (для радіоекологів), «Методи спектроскопії в радіохімії» (для радіоекологів), «Концепції сучасного природознавства», «Гідрометрія та гідрохімія», «Екологічна хімія з основами екотоксикології».

Зараз на 2018-2019 н. р. з цього переліку збереглися, крім обов'язкової «Хімії з основами біогеохімії» у скороченому вигляді, тільки «Екологічна хімія», що викладається екологам-бакалаврам на III році навчання як вибіркова дисципліна.

Що стосується «Хімії з основами біогеохімії», то термін її вивчення з 2017–2018 н. р. скорочено на третину, її вивчають протягом 1 і 2 семестрів; до змісту дисципліни входять загальна хімія з елементами фізичної хімії, колоїдна хімія та, безпосередньо, біогеохімія, тобто як окремий розділ дисципліни, що викладався протягом III семестру, «Біогеохімія» вже не викладається (табл.).

Зрозуміло, що і викладання, і засвоєння дисципліни значно ускладнюються, це ж стосується і погіршення результатів навчання. Біогеохімія як окрема наука стає формальним додатком загальної хімії, а її розділ у розробленій програмі дисципліни – якимось уламком (з 2017 р. з 60 лекційних годин річного навантаження на дисципліну тільки 12 год відводяться на біогеохімію; з 45 год лабораторних занять зараз викону-

## Навантаження нормативної хімічної дисципліни «Біогеохімія» і однойменного розділу дисципліни «Хімія з основами біогеохімії»

Навчальні роки викладання	Кількість годин на семестр дисципліни або розділу «Біогеохімія»			Курс/семестр	Назва нормативної хімічної дисципліни
	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття		
1998-1999 1999-2000	32	17		II / III	Біогеохімія
2000-2001	54	18	18	II / III	Біогеохімія
2001-2002 – 2004-2005	34	17	17	II / III	Біогеохімія
2005-2006 – 2016-2017	34	17	17	II / III	Розділ «Біогеохімія» дисципліни «Хімія з основами біогеохімії»
2017-2018 – 2018-2019	-	-	-	I / I, II	Дисципліна «Хімія з основами біогеохімії»

ються тільки 2 лабораторні роботи – 4 год; з 30 год практичних занять проводяться тільки 2 практичних заняття – 4 год). Наскільки це виправдано?

Для відповіді на це запитання розглянемо 1) предмет, об'єкт і задачі цієї хімічної дисципліни, що вивчається в екологічних ВЗО України та 2) ситуацію з викладанням хімії та біогеохімії в університетах Європи і США, а також країнах колишнього Радянського Союзу.

1. Біогеохімія – це сучасна наукова дисципліна, яка вивчає елементний склад біосферних природних утворень і живих організмів, процеси міграції, акумулювання, розсіювання та розподілу хімічних елементів та їх ізотопів, які відбуваються в біосфері через діяльність живої речовини. Будучи міждисциплінарною наукою, біогеохімія створює нові наукові напрямки. Серед них – «Геохімічна екологія», сучасний розвиток якої на фундаменті біогеохімії, демонструє еволюцію біогеохімічних досліджень та тісний зв'язок їх з такими дисциплінами як «Екологія», «Екологічна геохімія», «Основи біоіндикації та біотестування», «Геохімія ландшафтів», «Прикладна геохімія, петрологія, мінералогія», «Біогеографія з основами екології» з ретельним розглядом біосфери Землі та колообігів елементів, «Геологія та біогеохімія горючих копалин» і т. ін.

Об'єкт вивчення біогеохімії – біосфера як глобальна саморегулююча централізована і стійка система, що має властивості гомеостата; біосфера створює сукупність всіх біогеоценозів планети і розглядається як гігантська екосистема. Засновник біогеохімії – В.І. Вернадський, грандіозність та геніальність

ідей якого про світобудову і було втілено у створену ним науку. Тобто, саме біогеохімія є наукою на стику біології, геології та хімії – того базису, на якому будувалася сучасна екологія. Загальний об'єкт вивчення і біогеохімії, і екології – це біосфера, про її походження, компоненти, особливості і властивості, а також геосфери планети, студент визнає з курсу біогеохімії, що робить біогеохімію тою сходинкою, яка дозволяє при вивченні екології спиратися на отримані знання і розглядати сучасний стан біосфери на новому рівні – захисту навколишнього середовища та прогнозу з можливим відвертанням екологічних криз і катастроф.

Розвиток в екології таких законів біогеохімії, як закон мінімуму Лібіха (тріада родючості), закон Шелффорда, закон біогеохімічного колообігу, єдності організму та середовища з провідною роллю живої речовини, закон константності біосфери, закон ноосфери Вернадського, закон необхідної різноманітності Ешбі [10], а також основних закономірностей, правил та принципів біогеохімії, створює природознавчий кругозір фахівця-еколога.

Майбутній компетентний еколог на основі знань з біогеохімії придбає навички класифікувати речовини живої та косної природи, розпізнавати забруднюючі речовини за класами пріоритетності і небезпеки; одержує уявлення про біогеохімічне районування і дослідження аномалій певних територій з встановленням біогеохімічних провідників та їхніх наслідків – біогеохімічних ендемії; опановує методи лабораторного та експрес-аналізу, прийомів біоіндикації для польових екологічних досліджень і моделю-

вання можливих природних процесів за умов забруднення навколишнього середовища. Розглядання єдності неорганічної матерії планети з безперервною діяльністю живої речовини – процесами дихання, споживання, метаболізму речовин органічного світу, дозволяє студентові зрозуміти дійсну природу речей у Всесвіті та сформуванню сучасний матеріалістичний світогляд.

Також при розгляді предмета та задач біогеохімії є очевидним вищий ступінь екологізації цієї науки через тісне переплетіння проблем обох дисциплін.

Отже, включення біогеохімії у матрицю найважливіших природознавчих дисциплін екологічної освіти формує не тільки базис фахової підготовки, але й виховує загальну екологічну культуру громадянина.

2. Звернемося до європейських та американських закладів вищої екологічної освіти. Після вивчення декількох хімічних дисциплін на бакалавріаті біогеохімія вивчається у програмі магістерського рівня «Вода та довкілля» на першому році навчання у Копенгагенському університеті (Данія) з виконанням модуля з біогеохімії [11]; в університетах м. Саутгемптон, м. Дерби, м. Халл, м. Ньюкасл, у Бірбекському університеті Лондона та ін. (Велика Британія) вивчається геохімія [12], крім неї в університеті Саутгемптона викладають «Морську біогеохімію» [13].

В університеті Нова Горіца (Словенія) майбутні екологи вивчають комплекс хімічних дисциплін, серед яких «Хімія», «Геохімія», «Колоїдна хімія довкілля», «Біохімія», «Екотоксикологія», «Токсикологія і канцерогени», «Зелена хімія». [14]. У Федеральному технологічному інституті м. Цюрих (Швейцарія) для програм «Environmental sciences» та «Earth Science» викладають біогеохімію та геохімію, відповідно, крім того як спецкурс вивчається дисципліна за назвою «Біогеохімічні процеси у водних системах» [15]; вивчення сполучення атмосферних процесів та біогеохімічних циклів за назвою дисципліни «Atmospheric Sciences and Biogeochemical cycles» («Науки про атмосферу та біогеохімічні цикли», 120 кредитів) відбувається в університеті Лунда, м. Лунд (Швеція) [16]; за назвою «Soils and Biogeochemistry» («Ґрунти і біогеохімія») її викладають в університеті Каліфорнії, м. Деніс (США) [17]; як «Geochemistry of Earth» («Геохімію землі», 20 кредитів) її ви-

вчають в університеті Східної Англії (м. Норвіч, Велика Британія) [18].

В Орегонському державному університеті викладається «Екологія океану та біогеохімія» [19], безпосередньо «Хімію з основами біогеохімії» («Chemistry with the Fundamental of Biogeochemistry»), викладають у Вісконсинському університеті м. Медісон, обидва у США, де також на факультеті «Civil and Environmental Engineering» створена група «The Environmental Biogeochemistry» [20]. Крім того, в цих закладах для інженерів-екологів у повному обсязі читають аналітичну, загальну та неорганічну, органічну та колоїдну хімію, гідрохімію («Hydrochemistry») та «Chemistry of water», відповідно); курси «Токсикологічна та біохімічна оцінка якості води» («The Toxicological and Biological Estimate of the water quantity»), «Екологічна хімія» («Ecological Chemistry») і «The Ecological and Environmental Chemistry»), «Індустріальна та екологічна хімія» («The Industrial and Ecological Chemistry»), «Геохімія ландшафтів» («Geochemistry of Landscapes»).

Навіть такий короткий огляд свідчить про повноцінне оволодіння молоддю Європи та США, що готується стати екологами, хімічними науками і основами біогеохімії, що вказує на велику увагу до хімічних дисциплін.

Зараз в університетах Росії підготовку з біогеохімії здійснюють не тільки для екологічних спеціальностей, але й для хімічних [21], біохімічних, спеціальності «Агрохімія і агроґрунтознавство», «Природокористування», а також за напрямками «Географія», «Біологія», «Ґрунтознавство», «Агроекономіка» [22]. Підготовка за напрямом «Екологія», «Екологія та природокористування» включає програму з «Біогеохімії» у кількості 108 годин, «Регіональні аспекти біогеохімії» (72 год.), крім того, для спеціальності «Агроекологія» викладається «Геохімія біосфери» (54 год.), для спеціалістів-радіоекологів – «Біогеохімічні цикли радіонуклідів», «Геохімія природних радіонуклідів» «Геохімія техногенних радіонуклідів», серед вибіркової дисципліни вивчаються наближені до біогеохімії «Вчення про біосферу та стійкий розвиток людства», «Вчення про біосферу», «Хімічні елементи в біосфері» [23].

В університетах Казахстану бакалаври природознавства зі спеціальності «Екологія» крім обов'язкової «Хімії» вивчають як обов'язковий компонент дисципліни «Біоге-

охімія та екотоксикологія» та «Вчення про навколишнє середовище» [24].

Це теж підтверджує серйозність підходу до викладання біогеохімії у країнах колишнього Радянського Союзу.

Таким чином, тривога та занепокоєння, пов'язані зі скороченням навантаження на обов'язкову хімічну дисципліну з перспективою низької результативності від її викладання, не позбавлені підстав. Очевидно, що сучасна зміна освітньої парадигми на зменшення навантаження природознавчих дисциплін хімічного напрямку може привести до неефективності освітнього процесу та зниження професійних компетентностей бакалаврів і магістрів. Скорочення аудиторних годин або повна ліквідація хімічних дисциплін небезпечні нестачею хімічних знань при вирішенні сучасних проблем екології, що унеможливило головну задачу екологічної освіти – створення дійсних фахівців, та обмежує їхній освітній рівень.

Сучасні установки вищої екологічної освіти вимагають від студентів оволодіння всіма видами творчої праці – дослідницького, наукового та інноваційного секторів. Саме ці напрямки майбутньому фахівцю-екологу закладає хімія з її експериментальною базою лабораторних робіт екологічної спрямованості та практичних занять, на яких вирішуються практичні біогеохімічні проблеми з техногенезу за його показниками із застосуванням інноваційних досягнень сучасності. Крім того, теоретичні концепції біогеохімії прискорюють досягнення головної мети екології – розуміння взаємодії енергії і матерії в біосфері.

Отже, в умовах реформування освіти слід обережно підходити до скорочення на-

вантаження природознавчих дисциплін, що особливо стосується хімії з основами біогеохімії. Розгляд компетентностей сучасних екологів вимагає: а) рішення питань з годинним навантаженням нормативних хімічних дисциплін і розширення діапазону вибіркового;

б) введення блок-дисциплін біогеохімічно-екологічного напрямку;

в) додавання спецкурсів з проблем промислової хімії, утилізації сміття і відходів, хімії вугілля- та нафтозабруднення, якості середовища мешкання; оцінки техногенного забруднення у світовому, регіональному та локальному масштабах;

г) проведення презентацій за питаннями енергії, ультразвуку, мікрохвиль, молекулярної гастрономії та штучної їжі, синтетичних матеріалів, у т. ч. будівельних і тих, що мають пам'ять;

д) організація майстер-класів з обговоренням відкриття нових молекулярних структур та їх екологічною перспективою, використанням пестицидів нового покоління та наслідками їх дії, екології генетично модифікованої продукції, прикладних біоіндикаційних досліджень з біоіндикаторами різних типів і різних областей застосування і т. ін.

Саме біогеохімія з її природознавчою інформативністю і прикладною складовою здатна надати фахівцю-екологу сучасний світогляд, професійний кругозір та необхідну компетентнісну значимість. Великий внесок до цих позицій привносять загальна хімія, усі ін. хімічні науки (особливо, аналітична і органічна хімія) та вибіркові спецкурси, що поєднують екологію та хімію («Екотоксикологічна хімія», «Екологічна хімія», «Хімічна екологія», «Екологічна геохімія» і т. ін.).

### Висновки

1. Здійснено аналіз викладання біогеохімії у вищій екологічній освіті протягом 1999-2018 рр. Показано реалії сьогодення з не виправданим скороченням годинного навантаження дисциплін хімічного змісту.

2. У переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, і хімія, і екологія визначаються однією галуззю знань 10 Природничі науки [22], що підкреслює їх єдність і взаємодію в навчальному процесі.

Оскільки роль екології зростає з підвищенням техногенного навантаження, тиском забруднень з боку хімічних вироб-

ництв, то еколог, який бачить в хімічній промисловості, взагалі в хімії, свого головного ворога, ворога благополуччю біосфери, повинен досконало пізнати та вивчити його, тому що сучасне народне господарство неможливе без пестицидів, добрив, синтетичних будівельних матеріалів, продуктів органічного синтезу з їх небезпечністю забруднення компонентів біосфери при неграмотному застосуванні та можливими виробничими аваріями.

3. Саме біогеохімія як міждисциплінарна наука дозволяє екологам вирішити головну задачу – створення збалансованих

екологічно безпечних відносин між людиною і природою, досягнення гармонійного розвитку суспільства на методологічній основі екологічної освіти з широкою екологізацією всіх наукових дисциплін і оволодіння екологічним мисленням людства всіх сфер діяльності.

4. Інформаційна революція В.І. Вернадського в природознавстві передбачає засвоєння та глибоке осмислення біогеохімічних ідей з метою реалізації знань на практиці, в науковій сфері, при прогнозуванні розвитку екологічних ситуацій щодо недопущення екологічних криз. Саме біогеохімія, від якої зараз екологічна освіта так легко відмовляється, може дати фахівцю ту необхідну екологічну зрілість, що формує сучасний світогляд спеціаліста високої кваліфікації.

5. Через аналіз викладання біогеохімії та хімії у США, країнах ЄС та колишнього

Радянського Союзу пропонується запровадження підходу та досвіду зарубіжної вищої школи до викладання хімічних дисциплін в екологічних програмах системи освіти України.

6. З метою підвищення ефективності хімічної складової екологічної освіти і компетентності здобувачів вищої освіти пропонується збільшити годинне навантаження нормативних хімічних дисциплін і розширити діапазон вибіркового; ввести блок-дисципліни біогеохімічно-екологічного напрямку; додати спецкурси з різноманітних сучасних екологічних проблем хімічного змісту; проводити презентації за останніми досягненнями хімічної науки та майстер-класи з обговоренням екологічних перспектив прикладних хімічних досліджень і синтезу нових речовин для народного господарства.

### Література

1. Койнова І.Б. Нові підходи до екологічної освіти в Україні. *Вісник Харківського Національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія Екологія*, 2017 (16), 150-154.
2. Некос А.Н., Цехмістрова Ю.В. Компетентнісний підхід особисто-орієнтованого напрямку при викладанні екології в середніх навчальних закладах. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2016. № 1-2 (25), 88-93.
3. Рудь М.В. Компетентнісний підхід в освіті. *Вісник Львівського Національного університету. Серія : Педагогічна*, 2006 (21, ч. 1), 73-81.
4. UR Bologna Seminar Using Learning Outcomes. Edinburg, 1-2 July 2004. URL: [www.bologna-bergen2005.no](http://www.bologna-bergen2005.no)
5. Галузевий стандарт вищої освіти (ГСВО) МОН України. Освітньо-професійна програма підготовки бакалавра. *Видання офіційне : Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України*, 2011. 41 с.
6. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 №1556-VII. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18/>
7. Project Tuning Educational Structures in Europe (TUNING). URL: [www.unideusto.org/tuningeu/](http://www.unideusto.org/tuningeu/)
8. Методичні рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти. *Наказ Міністерства освіти і науки України №600 від 01 червня 2017 р.* –URL: <https://mon.gov.ua/app/vishcha-osvita>
9. Стандарт вищої освіти України. *Наказ МОН України №1076 від 04.10.2018 р. Видання офіційне: Міністерство освіти і науки України, Київ, 2018.* URL: Список НПА <https://www.mon.gov.ua/npa> або <https://www.mon.gov.ua/storage/app/uploads/public/5bb/626/82a/5bb62682ac919819553374>
10. Федорова Г.В. Біогеохімія : навч. посібник. Одеса : ТЕС, 2015. С.16-23. (284.)
11. University of Copenhagen. URL: <https://www.studies.ku.dk/masters/water-and-environment/program/structure>
12. Highest ranking unis for Environmental Science degree United-Kingdom. URL: <https://www.whatuni.com/search/subject>
13. University of Southampton. URL: <https://www.southampton.ac.uk> або <http://www.il.ru/higher/university/38>
14. University of Nova Horica (Slovenia). URL: <http://www.ung.si/en/study/school-of-environmental-sciences/faculty>
15. ETH Zurich/ URL: <http://www.usnews.com/education>
16. University of Lund (Sweden). URL: <https://www.lunduniversity.lu.se>
17. University of Davis (USA). URL: <https://www.uc.davis.edu/interest-groups/agriculturel-and-environmental-sciences-graduate-programs>
18. University of East Anglia (Great Britain). URL: <http://www.uea.ac.uk/env/courses/bsc-environmental-earth-sciences.underground-degrees>
19. University of Oregon (USA)/ URL: [chemoc.coas.oregonstate.edu](http://chemoc.coas.oregonstate.edu)
20. University of Wisconsin-Madison (USA). URL: [www.biogeochem.engr.wisc.edu](http://www.biogeochem.engr.wisc.edu)
21. Казанский федеральный университет (РФ). URL: <https://edu.kpfu.ru>



22. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М. : Издательский центр «Академия», 2003, 342.
23. Радиоэкология – программа профиля бакалавриата 1.05.03.06 Экология и природопользование. URL: [msk.postupi.online>programma/748](http://msk.postupi.online>programma/748)
24. Естественные науки | Специальности бакалавриата | Статьи и обсуждение вопросов образования Казахстана | Образовательный сайт Казахстана | Ent 2017 URL: [https://www.google.com/search?q=testent.ru>publ>estestvennye\\_nauki](https://www.google.com/search?q=testent.ru>publ>estestvennye_nauki)

### References

1. Koinova, I.B. (2017). Novi pidkhody do ekologichnoi osvity v Ukraini [New approaches environmental to the education in Ukraine]. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv national university series «Ecology»*, (16), 150-154 [In Ukrainian].
2. Nekos, A.N., Tsekhmistrova Yu.V. (2016). Kompetentnisnyi pidkhid osobysto-orientovanoho napriamu pry vykladanni ekolohii v serednikh navchalnykh zakladakh [The competence approach of personally oriented direction during teaching ecology in schools]. *Man and Environment. Issues neoecology*, (1-2(25)), 88-93 [In Ukrainian].
3. Rud, M.V. (2006). Kompetentnisnyi pidkhid v osviti. [The competitive approach in education]. *Visnyk Lviv National university series «Pedagogical»*, (21(1)), 73-81 [In Ukrainian].
4. UR Bologna Seminar Using Learning Outcomes. (2004). Edinburg, 1-2 July. Available at: [www.bologna-bergen2005.no](http://www.bologna-bergen2005.no) [In English].
5. Haluzevyi standart vyshchoi osvity (HSVO) Ministerstva osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy. Osvitno-profesiina prohrama pidhotovky bakalavra . [The Branch Standart of Higher Education of Department of education and science, young people and sport of Ukraine. The educational and professional bachelor's program]. (2011). Ministerstvo osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy. Kyiv, 41 [In Ukrainian].
6. Zakon Ukrainy «Pro vyshchu osvitu». (2017). [The Law of Ukraine «On Higher Education»] vid 01.07.2014 №1556-VII. Available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/lows/show/1556-18/> [In Ukrainian].
7. Project Tuning Educational Structures in Europe (TUNING). URL: [www.unideusto.org/tuningeu/](http://www.unideusto.org/tuningeu/) [In English].
8. Metodychni rekomendatsii shchodo rozroblennia standartiv vyshchoi osvity. (2017). [Metodical recommendations about the development of Standarts of Higher Education of Ukraine]. Available at: <https://mon.gov.ua>app>vishcha-osvita> [In Ukrainian].
9. Standart vyshchoi osvity Ukrainy (2018). [Standart of Higher Education]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Kyiv. Available at: <https://www.mon.gov.ua>npa> abo [https://www.mon.gov.ua/storage/app/uploads/public/5bb/626/82a/5bb62682ac\\_919819553374](https://www.mon.gov.ua/storage/app/uploads/public/5bb/626/82a/5bb62682ac_919819553374) [In Ukrainian].
10. Fedorova, H.V. (2015). Biogeokhimiia [Biogeochemistry]. Odessa : TES, 16-23. (284). [In Ukrainian].
11. University of Copenhagen. Available at: <https://www.studies.ku.dk/masters/water-and-environment/program/> structure [In English].
12. Highest ranking unis for Environmental Science degree United-Kingdom. Available at: <https://www.whatuni.com>search>subject> [In English].
13. University of Southampton. Available at: <https://www.southampton.ac.uk/http://www.il.ru/higher/university/38> [In English].
14. University of Nova Horica (Slovenia). Available at: <http://www.ung.si/en/study/school-of-environmental-sciences/faculty> [In English].
15. ETH Zurich. Available at: <http://www.usnews.com>education> [In English].
16. University of Lund (Sweden). Available at: <https://www.lunduniversity.lu.se> [In English].
17. University of Davis (USA). Available at: <https://www.uc.davis.edu/interest-groups/agriculturel-and-environmental-sciences-graduate-programs> [In English].
18. University of East Anglia. Available at: <http://www.uea.ac.uk/env/courses/bsc-environmental-earth-sciences.underground-degrees> [In English].
19. University of Oregon (USA). Available at: [chemoc.coas.oregonstate.edu](http://chemoc.coas.oregonstate.edu) [In English].
20. University of Wisconsin-Madison (USA). Available at: [www.biogeochem.engr.wisc.edu](http://www.biogeochem.engr.wisc.edu) [In English].
21. Kazan Federal university (RF). Available at: <https://edu.kpfu.ru> [In Russian].
22. Dobrovol'skiy, V.V. (2003). Osnovy Biogeokhimiia : uchebnik [The Fundamental of Biogeochemistry : textbook]. M. : Izdatelskiy centr «Akademiya», 342 [In Russian].
23. Radioekologiya programma profilya bakalavriata 1.05.03.06 Ekologiya i prirodopol'zovanye. Available at: [msk.postupi.online>programma/748](http://msk.postupi.online>programma/748) [In Russian].
24. Obrazovatel'nyj sait Kazakhstana (2017). Available at: [https://www.google.com/search?q=testent.ru>publ>estestvennye\\_nauki](https://www.google.com/search?q=testent.ru>publ>estestvennye_nauki) [In Russian].

Надійшла до редколегії 15.11.2018