

УДК 54.01:546/547:37.091.33

<https://doi.org/10.24959/sphhcj.23.281>

О. С. Криський, І. О. Журавель, А. О. Коваль, О. В. Антоненко, Є. О. Цапко

Національний фармацевтичний університет
Міністерства охорони здоров'я України, м. Харків

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКЛАДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ЗА ВИБОРОМ СТУДЕНТІВ «ХІМІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ЇХ СПОЛУК»

Мета статті – висвітлити актуальність викладання освітньої компоненти за вибором студентів «Хімія елементів та їх сполук» (ОК ХЕС). Цілі ОК ХЕС – формування наукового світогляду, умінь і навичок застосування хімічних законів, вивчення ролі хімічних елементів у біологічних процесах, створення підґрунтя для вивчення спеціальних ОК та майбутньої професійної діяльності.

Матеріали та методи: наукові публікації, законодавчу базу України досліджено за допомогою аналітичного, систематичного, логічного методів та методів викладання.

Результати дослідження. Розглянуто актуальність викладання ОК ХЕС; розкрито та проаналізовано особливості освітнього процесу, зацентровано увагу на важливості відомостей про біологічні та хімічні властивості хімічних елементів та їх неорганічних сполук для майбутніх фахівців фармації. Доведено, що успішність з фундаментальних хімічних дисциплін загалом підвищилась, якщо порівнювати з результатами 20/21 н. р., коли ОК ХЕС не вивчали.

Висновки. Після проходження курсу ОК ХЕС спостерігається підвищення якісної успішності студентів з фундаментальних хімічних дисциплін, що свідчить про важливість цієї складової та ефективність методики її викладання. У результаті вивчення ОК ХЕС студенти розширюють знання і розуміння предметної сфери; навчаються розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру в галузі фармації та критично осмислювати одержані результати; розвивають здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Бажано було б, щоб усі студенти вивчали дві вибіркові ОК – і ОК ХЕС, і ОК «Основи кількісних розрахунків у фармації», бо кожна з них є певною базою для різних ОК, що їх вивчають на старших курсах. Також треба враховувати можливість апробувати навчальні матеріали на вибіркових ОК, які згодом доцільно ввести до програм обов'язкових ОК.

Ключові слова: хімія елементів та їх сполук; методика викладання; біологічна роль; загальна та неорганічна хімія.

O. S. KRYSKIV, I. O. ZHURAVEL, A. O. KOVAL, O. V. ANTONENKO, YE. O. TSAPKO

National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv

TOPICALITY OF TEACHING THE EDUCATIONAL DISCIPLINE OF THE STUDENT'S CHOICE "CHEMISTRY OF ELEMENTS AND THEIR COMPOUNDS"

Aim. To highlight the relevance of teaching the educational component of the student's choice "Chemistry of elements and their compounds" (EC CETC). The aim of the EC CETC course is to form a scientific outlook, skills, and abilities in applying chemical laws, study the role of chemical elements in biological processes, and create the basis for studying special ECs, and future professional activities.

Materials and methods. Scientific publications, the legislative framework of Ukraine; analytical, systematic, logical teaching methods were used.

Results. The relevance of teaching EC CETC has been considered; the peculiarities of the educational process have been shown and analyzed, and the attention has been focused on the importance of information about the biological and chemical properties of chemical elements and their inorganic compounds for future pharmacy specialists. It has been shown that the academic performance in fundamental chemical disciplines generally increased compared to 2020/2021 AY when EC CETC was not studied.

Conclusions. After completing the EC CETC course there is an increase in the quality of the academic performance of students in fundamental chemical disciplines, which indicates the importance of this component and the effectiveness of its teaching methods. As a result of studying EC CETC, students expand their knowledge and understanding of the subject area; learn to solve research and/or innovative problems in the field of pharmacy, critically comprehend the results obtained; develop the ability for abstract thinking, analysis, and synthesis. It would be desirable for all students to study both optional ECs – CETC and "Fundamentals of Quantitative Calculations in Pharmacy" since each of them provides a specific basis for the various specialized ECs studied in senior years. It is also necessary to take into account the possibility of testing educational materials on selective ECs, which should later be introduced into the programs of mandatory ECs.

Key words: chemistry of the elements and their compounds; teaching method; biological role; general and inorganic chemistry.

Постанова проблеми. 2016 року Міжнародна спілка фундаментальної та прикладної хімії (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) офіційно внесла до Періодичної системи чотири нових елементи (113, 115, 117 і 118 – Ніхоній, Московій, Тенесин і Оганесон відповідно), які завершили сьомий період [1]. Роботи щодо синтезу нових елементів тривають [2].

Зі 118 офіційно затверджених на сьогодні хімічних елементів [1] для понад 80 доведено наявність в організмі людини, для понад 60 з них визначено біологічну функцію, а понад 20 є життєво необхідні [3].

Вивчення фармацевтичного застосування неорганічних сполук призвело до створення нового напрямку – медична (фармацевтична) неорганічна хімія, яка досліджує одержання, ідентифікацію, використання хімічних елементів та їх сполук у медицині [4-6].

Значна кількість неорганічних лікарських засобів – це металопрепарати [7], адже іони металів є важливими в багатьох біологічних процесах [8-11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З огляду на зростання кількості інформації щодо біологічної ролі і медичного застосування хімічних елементів та їх сполук у закладах вищої медичної (фармацевтичної) освіти України до переліку освітніх компонент (ОК), визначених освітньою програмою підготовки майбутніх фахівців, які навчаються за спеціальністю 226 Фармація, промислова фармація, було внесено ОК за вибором студентів «Біоактивність неорганічних сполук» [12] або/і «Біогенні елементи» [13, 14], «Сучасна медична хімія» [15] тощо.

Наказом МОН України від 04.11.2022 р. № 981 затверджено стандарт вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація для другого (магістерського) рівня вищої освіти, який набуває чинності з 2023/2024 навчального року [16] і містить, зокрема, перелік обов'язкових компетентностей випускників та очікувані результати навчання, для досягнення яких необхідно володіти й поглибленими знаннями хімічних ОК.

Згідно з освітньо-професійною програмою «Фармація» другого (магістерського)

рівня вищої освіти за спеціальністю 226 Фармація, промислова фармація галузі знань 22 Охорона здоров'я, розробленою робочою (проектною) групою Національного фармацевтичного університету (НФаУ) (Харків) у 2022 році [17], на вивчення обов'язкової ОК «Загальна та неорганічна хімія» відведено 5 кредитів ЄКТС (150 год), з них аудиторне навантаження – 18 год лекцій та 70 год лабораторних занять [18]. Більша частина аудиторної роботи припадає на вивчення загальних хімічних законів (що є цілком логічно, адже вони постають основою для подальшого засвоєння ОК хімічного циклу), і лише 8 год лекцій та 16 год лабораторних занять (у межах вивчення згаданої ОК) передбачають вивчення хімії елементів та їх сполук, що в сучасних умовах розвитку хімічної та фармацевтичної науки є, очевидно, недостатнім.

Раніше [19] було окреслено певні виклики щодо сучасного вивчення хімії в закладах середньої освіти – зменшення кількості годин, відсутність практичної підготовки та обов'язкового зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) для вступу на спеціальності, опанування яких безпосередньо пов'язане з хорошою хімічною підготовкою.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. 2022 року через російську агресію було скасовано проведення ЗНО, а замість нього впроваджено національний мультипредметний тест (НМТ) (законопроект Верховної Ради України № 7132 від 24 березня 2022 р.) [20].

МОН України розробило Порядок проведення у 2022 році НМТ [21] (Наказ МОН України від 12 травня 2022 року № 433), згідно з яким НМТ проводили з трьох навчальних предметів: українська мова, математика та історія України, а решта предметів (зокрема і хімія) вкотре виявились поза увагою.

23 лютого 2023 року Верховна Рада України ухвалила урядовий проєкт Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо державної підсумкової атестації та вступної кампанії 2023 року», згідно з яким у 2022/2023 навчальному році прийом до закладів фахової передвищої та вищої освіти буде організовано (як і у 2022 р.) за особливим порядком [22].

Вступне випробування проходитиме у форматі НМТ, у якому будуть завдання з двох обов'язкових предметів (українська мова і математика) та на вибір вступника ще з одного предмета (історія України, іноземна мова, біологія, фізика або хімія). Вибірковий предмет буде універсальний – з ним можна буде вступити на будь-яку спеціальність, але до результатів НМТ будуть застосовані різні коефіцієнти, які надають цим результатам більшої ваги в разі вступу на ту чи іншу споріднену до предмета спеціальність [23]. Наказ МОН України від 15 березня 2023 року №276 «Про затвердження Порядку прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2023 році» [24] для спеціальності 226 Фармація, промислова фармація визначає вагові коефіцієнти конкурсних предметів додаткового блоку: історія України, іноземна мова – 0,25, біологія, фізика або хімія – 0,5, тобто хімія вкотре не є обов'язковою для вступу на зазначену спеціальність.

Логічно припустити, що визначення вищого вагового коефіцієнта для хімії (навіть якщо порівнювати з фізикою чи біологією) стало б серйозним стимулом приділяти більше уваги підготовці до її складання. Але з багатьох причин, зокрема й описаних нами раніше [19], значна кількість потенційних вступників на спеціальність 226 Фармація, промислова фармація обирають не хімію.

З огляду на можливість вступати на спеціальність 226 Фармація, промислова фармація за результатами складання історії України чи іноземної мови про покращення хімічної підготовки абітурієнтів нічого й казати. Ще цікавіше, що для вступу на спеціальність 226 Фармація, промислова фармація краще здати на менші бали НМТ з історії України чи з іноземної мови, ніж на вищі бали з біології, фізики чи хімії! Здавалось би: що вищий ваговий коефіцієнт, то більший буде конкурсний бал і вищі шанси вступити, якщо складати саме цей предмет. Але у формулі для розрахунку конкурсної бала після множення балів на відповідні коефіцієнти результат ділять на суму цих коефіцієнтів [24], тобто обчислюють середньозважене. Тож, що менша сума вагових коефіцієнтів, то на менше число буде ділитись сума балів і більшим буде результат. У випадку складання української мови

(0,35), математики (0,4) та історії України чи іноземної мови (0,25) сума коефіцієнтів дорівнюватиме 1. У разі складання української мови (0,35), математики (0,4) та біології, фізики, чи хімії (0,5) сума коефіцієнтів дорівнюватиме 1,25. Якщо суму балів поділити на 1,0, то конкурсний бал буде їй дорівнювати, а якщо на 1,25 – залишиться тільки 80 %. І така ситуація спостерігається для всіх спеціальностей, тобто замість того, аби стимулювати вивчення профільних предметів, творці «Порядку прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2023 році» [24] досягають протилежного результату.

Через гостру необхідність ґрунтовних хімічних знань студентів спеціальності 226 Фармація, промислова фармація в НФаУ, спочатку на кафедрі неорганічної та фізичної хімії, а згодом – загальної хімії, студенти вивчають ОК «Хімія елементів та їх сполук» (ОК ХЕС), яка є розширеним варіантом ОК «Біоактивність неорганічних сполук» і, окрім інформації про біологічну дію елементів та їх сполук, знайомить студентів з додатковими даними щодо одержання та хімічних властивостей їхніх деяких представників.

Формулювання цілей статті. Метою пропонуваної роботи є висвітлення актуальності викладання ОК ХЕС в НФаУ.

Мета ОК ХЕС – формування наукового світогляду, умінь і навичок застосування хімічних законів, вивчення ролі хімічних елементів у біологічних процесах, створення підґрунтя для вивчення спеціальних ОК та майбутньої професійної діяльності.

Основне завдання ОК ХЕС – навчити студентів використовувати відомості про біологічні та фізико-хімічні властивості хімічних елементів та їх сполук для розв'язання конкретних задач у галузі фармації, відповідно до сучасних викликів.

Матеріали та методи: наукові публікації, законодавчу базу України досліджено за допомогою аналітичного, систематичного, логічного методів та методів викладання.

Викладення основного матеріалу дослідження. ХЕС – ОК за вибором студентів у системі вищої фармацевтичної освіти, знання якої необхідні для ефективної діяльності фахівців у галузі фармації. Вона розширює й поглиблює наукові знання про біологічні й хімічні властивості хімічних елементів та

їх неорганічних сполук, а також визначає шляхи розв'язання прикладних задач у галузі фармації.

Знання ОК дають можливість майбутнім фахівцям оволодіти сучасними уявленнями про способи одержання, хімічні властивості, біологічну активність та механізми дії неорганічних речовин, які використовують у медичній та фармацевтичній практиці, з біомолекулами, а також про їх біотрансформації в організмі людини.

ОК ХЕС базується на основі знань хімії та біології в обсязі програми середньої освіти та інтегрується з органічною, аналітичною, фізичною і колоїдною, фармацевтичною і токсикологічною хімією, фармакогнозією та технологією ліків; закладає основи вивчення цих ОК й передбачає формування умінь застосовувати одержані знання для вивчення спеціальних ОК та в професійній діяльності.

Предметом вивчення ОК ХЕС є:

- визначення можливості, напрямку та взаємозв'язку хімічних процесів за участю простих речовин і їх неорганічних сполук та явищ, що їх супроводжують у живих системах;
- закономірності між хімічним складом, будовою неорганічних речовин та їхніми біологічними властивостями і функціями в організмі, а також зв'язок «структура-дія» і використання у медицині та фармації.

У процесі вивчення ОК ХЕС студенти ознайомлюються з:

- класифікацією хімічних елементів за їх вмістом в організмі та біологічною роллю;
- сучасними даними про роль елементів та їх неорганічних сполук у біологічних процесах;
- застосуванням фізіологічно активних речовин на основі неорганічних, координаційних і металоорганічних сполук у медицині як лікарських препаратів, біоматеріалів, біозондів, радіофармацевтичних препаратів;
- механізмами токсичності екзогенних сполук металів – ксенобіотиків, підходами до детоксикації та пошуку детоксикувальних агентів для розв'язання конкретних задач у галузі фармації, відповідно до вимог сучасності.

У результаті вивчення ОК ХЕС студенти мають:

знати:

- життєво необхідні та біогенні елементи, їх положення у Періодичній системі, розміри атомів та іонів, електронні конфігурації атомів і здатність утворювати певні форми сполук;
- основні особливості, структуру та функції металопротеїнів;
- типи взаємодії металів з білками, нуклеїновими кислотами, вуглеводами, ліпідами та іншими природними сполуками;
- найважливіші лікарські препарати неорганічної природи, які застосовують у медичній практиці;
- токсичність деяких екзогенних неорганічних та елементоорганічних сполук і способи їх детоксикації;

вміти:

- трактувати загальні закономірності, що лежать в основі застосування простих речовин та їх неорганічних сполук у фармації та медицині;
- застосовувати теоретичні основи загальної та неорганічної хімії і набуті експериментальні навички під час вивчення профільних дисциплін;
- класифікувати елементи за їхнім вмістом в організмі: органогени, макроелементи, мікроелементи, ультрамікроелементи; визначати зв'язок токсичності елементів та їх сполук з електронною будовою та формою сполук;

володіти:

- навичками хімічного мислення;
- методами використання основних понять і законів хімії, результатів самостійного пошуку, аналізу та синтезу інформації з різних джерел для розв'язання прикладних задач;
- технологіями самостійної діяльності й самоконтролю, узагальнювання та систематизації інформації для розв'язання типових завдань професійної діяльності.

На кафедрі загальної хімії НФаУ створено комплекс навчально-методичного забезпечення ОК ХЕС, який містить матеріали, необхідні студентам для якісного засвоєння зазначеної ОК [25, 26].

На вивчення ОК ХЕС відведено 90 годин (3 кредити ECTS), з яких 10 годин лекцій

і 30 годин практичних занять (6 тем). У структурі є 2 змістових модулі (ЗМ): ЗМ 1. Хімія *s*-, *p*-елементів, і ЗМ 2. Хімія *d*-елементів.

Під час вивчення кожної теми студенти спільно, разом із викладачем, розглядають типові завдання, а потім самостійно виконують індивідуальні завдання з подальшим обговоренням результатів.

Значно полегшує засвоєння ОК ХЕС використання навчального посібника для аудиторної та самостійної роботи [27], у якому наведено відомості про вміст в організмі, біологічну роль, основні джерела надходження, токсичну дію та використання у фармації та медицині деяких хімічних елементів та їх сполук.

Практичні заняття з ОК ХЕС відбуваються у формі семінарів, де викладач організовує дискусію навколо попередньо визначених тем, до яких студенти готують виступи на підставі індивідуально виконаних завдань.

У структурі семінару з ОК ХЕС можна окремити такі структурні елементи:

1. Вступ: мотивація навчання, активізація опорних знань.
2. Оголошення теми і мети заняття, порядку проведення.
3. Поступовий розгляд визначених питань у вигляді виступів, обговорень, рецензій, відповідей та доповнень до них.
4. Підведення викладачем або студентами загального підсумку заняття.
5. Визначення завдання, мотивація навчальної діяльності на наступні заняття.

На першому занятті з ОК ХЕС викладач розподіляє між студентами кожної академічної групи теми індивідуальних завдань на весь період вивчення і визначає, на яких семінарах їх обговорюватимуть.

Кожен доповідач готує презентацію за планом:

1. Положення елемента в Періодичній системі, електронна формула та електронна родина.
2. Топографія в організмі.
3. Біологічна роль.
4. Джерела надходження в організм.
5. Біологічні процеси в разі нестачі.
6. Біологічні процеси в разі надлишку.
7. Токсичність.
8. Використання у медицині і фармації.

На усний виступ з презентацією відведено до 10 хв. Виступ не бажано переривати або виправляти, робити це варто лише в разі грубих помилок. Після виступу кожен студент та викладач мають можливість задати питання доповідачу. Далі відбувається обговорення доповіді, під час якого студенти висловлюють власну думку про викладений матеріал, зазначають сильні та слабкі сторони, доповнюють. Дискусія, до якої залучаються всі учасники семінару, повинна бути творчою, доказовою, коректною та навчальною. Студенти, окрім знань з теми, навчаються вільно, творчо висвітлювати питання, винесені на заняття, а не просто читати текст.

Наприкінці семінару викладач підводить підсумки, оцінює роботу студентів на занятті, зупиняється на питаннях, які були неточно, неправильно або недостатньо висвітлені, роз'яснює дискусійні питання, дає завдання і поради щодо подальшого вивчення наступних питань, розкриває основні перспективи наукової розробки обговорених питань.

На кожному занятті викладач характеризує та оцінює підготовлені презентації, усні доповіді та виступи студентів, а також їхню участь у дискусії, вміння формулювати та відстоювати свою позицію тощо.

Під час вивчення ОК ХЕС згідно зі Стандартом вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація для другого (магістерського) рівня вищої освіти [16] студенти набувають таких компетенцій:

інтегральна – здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері фармації;

загальні:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Знання та розуміння предметної сфери; розуміння професійної діяльності.

Спеціальні (фахові, предметні) (ФК):

ФК01. Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі фармації/промислової фармації у широких або мультидисциплінарних контекстах.

ФК02. Здатність збирати, інтерпретувати та застосувати дані, необхідні для професійної діяльності, здійснення досліджень та реалізації інноваційних проєктів у галузі фармації.

ОК ХЕС сприяє формуванню інтегративних кінцевих програмних результатів навчання (ПРН):

ПРН01. Мати та застосовувати спеціалізовані концептуальні знання у галузі фармації та суміжних галузях з урахуванням сучасних наукових здобутків.

ПРН07. Збирати необхідну інформацію щодо розроблення та виробництва лікарських засобів, використовуючи фахову літературу, патенти, бази даних та інші джерела; систематизувати, аналізувати й оцінювати її, зокрема, з використанням статистичного аналізу.

ПРН09. Формулювати, аргументувати, зрозуміло і конкретно доносити до фахівців і нефахівців, зокрема й до здобувачів вищої освіти, інформацію, що базується на власних знаннях і професійному досвіді, основних тенденціях розвитку світової фармації та дотичних галузей.

Пандемія COVID-19 (з 2020) внесла певні корективи в освітній процес, який було оперативно переведено на використання дистанційних технологій навчання на платформах MOODLE (робота офлайн) та ZOOM (онлайн) [28], що стало особливо актуальним після повномасштабного вторгнення росії в Україну (2022). Тому деякі компоненти комплексу навчально-методичного забезпечення ОК ХЕС автори використали для створення навчальних матеріалів на

порталі центру дистанційних технологій навчання НФаУ [25, 26].

Для дослідження можливого впливу вивчення ОК ХЕС на засвоєння студентами фундаментальних хімічних дисциплін, що їх вивчають на другому курсі, ми порівняли результати якісної успішності студентів, які вивчали та не вивчали згадану ОК за вибором (табл.).

ОК ХЕС студенти фармацевтичного факультету НФаУ вивчають починаючи з 21/22 н. р. З таблиці видно, що успішність з фундаментальних хімічних дисциплін загалом підвищилась проти результатів 20/21 н. р., коли ХЕС не вивчали – у 21/22 н. р. на 2,9, 9,2, 0,5 % та у 22/23 н. р. на 8,2, 11,4, 4,0 % з фізичної та колоїдної, аналітичної та органічної хімії відповідно. Усі згадані навчальні роки освітній процес відбувався в дистанційному або змішаному режимі (карантин, військовий стан), тому можна вважати, що вплив форми навчання на його результати не є значний.

Зростання якісної успішності з ОК «Аналітична хімія» у 21/22 (на 4,5 %) та у 22/23 (0,6 %) н. р. (табл.) у студентів, які вивчали ОК ХЕС (проти тих, які вивчали іншу вибірку ОК) можна пояснити тим, що ОК «Аналітична хімія» широко використовує відомості про хімічну поведінку (зокрема кислотно-основні та окисно-відновні властивості, здатність до комплексоутворення

Таблиця

ЯКІСНА УСПІШНІСТЬ СТУДЕНТІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ НФаУ З ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ВИВЧЕННЯМ ОК ХЕС

Навчальний рік	Разом студентів	Вивчали ОК ХЕС	ОК	Середній бал		
				на курсі	вивчали ОК ХЕС	не вивчали ОК ХЕС
20/21*	121	–	Аналітична хімія	76,9	–	–
			Органічна хімія	71,9	–	–
			Фізична та колоїдна хімія	74,0	–	–
21/22	81	46	Аналітична хімія	77,3	78,8	75,4
			Органічна хімія	78,5	77,0	80,4
			Фізична та колоїдна хімія	76,1	78,1	74,6
22/23	70	39	Аналітична хімія	80,0	80,2	79,7
			Органічна хімія	80,4	77,7	83,8
			Фізична та колоїдна хімія	80,1	76,9	84,8

Примітка: * ОК ХЕС не передбачена освітньо-професійною програмою 20/21 н. р.

тощо) та ідентифікацію елементів та їх сполук.

Аналізуючи дані таблиці щодо ОК «Органічна хімія», варто зазначити, що студенти її вивчають в одному семестрі з ОК ХЕС і вивчення останньої на результати ОК «Органічна хімія» майже не впливає. Для покращення засвоєння ОК «Органічна хімія» в навчальній і робочій програмах ОК ХЕС було б доцільно приділити більше уваги вивченню хімічного зв'язку (на прикладі атома Карбону) та загальних відомостей про кислотно-основні властивості речовин, що буде враховано під час їх переопрацювання.

Щодо ОК «Фізична та колоїдна хімія», то у 21/22 н. р. спостерігали підвищення якісної успішності на 4,7 %, а у 22/23 н. р. – зниження на 10,3 % (табл.). На нашу думку, для успішного засвоєння ОК «Фізична та колоїдна хімія» більше значення має інша ОК за вибором студентів, яку вивчають на кафедрі загальної хімії НФаУ, – «Основи кількісних розрахунків у фармації» [19], де відпрацьовують навички математичних підходів до опису хімічних явищ і процесів, що їх широко використовує ОК «Фізична та колоїдна хімія».

Щодо впливу ОК ХЕС на засвоєння профільних ОК («Фармацевтична хімія»,

«Токсикологічна хімія», «Фармакогнозія» та «Технологія ліків»), то про нього говорити ще рано, адже студенти, які вивчали ОК ХЕС, тільки розпочали їх вивчення.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Після вивчення курсу ОК ХЕС спостерігаємо підвищення якісної успішності студентів з фундаментальних хімічних дисциплін, що свідчить про важливість цієї складової та ефективність методики її викладання.

У результаті вивчення ОК ХЕС студенти розширюють знання і розуміння предметної сфери; навчаються розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі фармації та критично осмислювати одержані результати; розвивають здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Бажано було б, щоб усі студенти вивчали дві вибіркові ОК – і ОК ХЕС, і ОК «Основи кількісних розрахунків у фармації», тому що кожна з них є певною базою для різних ОК, які вивчають на старших курсах. Також, на нашу думку, варто враховувати можливість апробувати навчальні матеріали на вибіркових ОК, які згодом доцільно ввести до програм обов'язкових ОК.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Перелік використаних джерел інформації

1. Periodic Table of Elements / IUPAC. URL: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>.
2. On the discovery of new elements (IUPAC/IUPAP Report) : Report of the 2017 Joint Working Group of IUPAC and IUPAP / S. Hofmann et al. *Pure and Applied Chemistry*. 2020. Vol. 92, No. 9. P. 1387–1446. DOI: 10.1515/pac-2020-2926.
3. Maret W., Blower P. Teaching the chemical elements in biochemistry: Elemental biology and metalomics. *Biochemistry and molecular biology education : a bimonthly publication of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology*. 2022. Vol. 50, No. 3. P. 283–289. DOI: 10.1002/bmb.21614.
4. Hanif M., Yang X., Tinoco A. D., Plažuk D. Editorial : New Strategies in Design and Synthesis of Inorganic Pharmaceuticals. *Frontiers in chemistry*. 2020. Vol. 8. Article 453. DOI: 10.3389/fchem.2020.00453.
5. Miranda V. Medicinal inorganic chemistry: an updated review on the status of metallodrugs and prominent metallodrug candidates. *Reviews in Inorganic Chemistry*. 2022. Vol. 42, No. 1. P. 29–52. DOI: 10.1515/revic-2020-0030.
6. Yanping W., Shumeng L., Yuncong C., Weijiang H., Zijian G. Recent advances in noble metal complex based photodynamic therapy. *Chem. Sci*. 2022. Vol. 13. P. 5085–5106. DOI: 10.1039/D1SC05478C.
7. Din M., Ali F., Intisar A. Metal based drugs and chelating agents as therapeutic agents and their antimicrobial activity. *Revue Roumaine de Chimie*. 2019. Vol. 64. P. 5–17. DOI: 10.33224/rch.2019.64.1.01.
8. Glazer E. C., Casini A. Metals in Medicine. *Eur. J. Inorg. Chem*. 2022. Vol. 2022, Issue 6. DOI: 10.1002/ejic.202101093.
9. Raphael L., Axia M., Dariusz Ś., Eszter B. Medicinal inorganic chemistry – challenges, opportunities and guidelines to develop the next generation of radioactive, photoactivated and active site inhibiting metal-based medicines. *Chem. Soc. Rev*. 2022. Vol. 51. P. 7715–7731 DOI: <https://doi.org/10.1039/D2CS00407K>.
10. Charushin V. N., Titova Y. A., Milaeva E. R. Chemical Elements in Medicine. *Her. Russ. Acad. Sci*. 2020. Vol. 90. P. 229–238. DOI: 10.1134/S1019331620020112.

11. Brown T. Medicinal Inorganic Chemistry-Challenges, Opportunities and pointers to Develop consequent Generation of Photoactivated and Situation Inhibiting Metal-Based Medicines. *Ind. Chem.* 2022. Vol. 8 (5). P. 204. DOI: 10.4172/2469-9764.1000204.
12. Перелік освітніх програм, що реалізуються в НФаУ / НФаУ. URL: <https://nuph.edu.ua/osvitni-programi/>.
13. Освітньо-професійна програма «Фармація» другого (магістерського) рівня вищої освіти. ВНМУ. URL: [https://www.vnmu.edu.ua/downloads/other/OPP_farm_2022_proekt\(1\).pdf](https://www.vnmu.edu.ua/downloads/other/OPP_farm_2022_proekt(1).pdf).
14. Освітня програма «Фармація» другого рівня вищої освіти. URL: https://www.tdmu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/06/OP-Farmatsiya-2022-23_compressed.pdf.
15. Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасна медична хімія». УжНУ. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/38258>.
16. Про затвердження стандарту вищої освіти зі спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація» для другого (магістерського) рівня вищої освіти : Наказ МОН № 981 від 04.11.2022 р. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2022/11/11/226-Farmatsiya.promyslova.farmatsiya.mahistr-981-04.11.2022.pdf>.
17. Освітньо-професійна програма «Фармація» другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 226 «Фармація, промислова фармація». НФаУ. URL: <https://nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/05-opp-farmacija-410-r.pdf>.
18. Загальна та неорганічна хімія. Робоча програма підготовки другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація». URL: <https://pharmel.kharkiv.edu/moodle/mod/resource/view.php?id=287306>.
19. Сучасні підходи до викладання навчальної дисципліни за вибором студентів «Основи кількісних розрахунків у фармації» / М. Ю. Голік та ін. *Соціальна фармація в охороні здоров'я*. 2022. Т. 8, № 3. С. 13–19. DOI: 10.24959/sphhcj.22.262.
20. ВРУ прийнято рішення щодо ЗНО та ДПА – 2022 / МОН України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/vru-prijnyato-rishennya-shodo-zno-ta-dpa-2022>.
21. Про затвердження Порядку проведення у 2022 році національного мультипредметного тесту : Наказ МОН від 12.05.2022 № 433 / МОН України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0545-22#Text>.
22. У 2023 році вступники до закладів вищої освіти складатимуть НМТ / МОН України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/u-2023-roci-vstupniki-do-zakladiv-vishoyi-osviti-skladatimut-nmt>.
23. Основне про національний мультипредметний тест / УЦОЯО. URL: <https://testportal.gov.ua/osnovne-pro-nmt-2023/>.
24. Про затвердження Порядку прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2023 році : Наказ МОН від 15.03.2023 № 276 / МОН України. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/vstup-2023/15.03.2023/Nakaz.MON.276.vid.15-03-2023.pdf>.
25. Матеріали для самостійної роботи ЗВО з освітньої компоненти «Хімія елементів та їх сполук». НФаУ. URL: <https://pharmel.kharkiv.edu/moodle/course/view.php?id=3130>.
26. Матеріали для онлайн навчання «Хімія елементів та їх сполук» / НФаУ. URL: <https://pharmel.kharkiv.edu/moodle/course/view.php?id=3773>.
27. Левітін Є. Я., Ведерникова І. О., Коваль А. О., Криський О. С. Біоактивність неорганічних сполук : навч. посіб. для аудит. та самост. роботи здобувачів вищої освіти. Харків : НФаУ, 2017. 83 с.
28. Koval A. O., Kryskiv O. S., Koval V. A. Distance learning and quarantine in the COVID-19 pandemic period. *Modern science: problems and innovations* : Abstracts of II International Scientific and Practical Conference, Stockholm, Sweden, 3-5 May 2020. Stockholm, 2020. P. 419–423.

References

1. IUPAC. (2023). Periodic Table of Elements. Available at: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>.
2. Hofmann, S., Dmitriev, S., Fahlander, C., Gates, J., Roberto, J., Sakai, H. (2020). On the discovery of new elements (IUPAC/IUPAP Report): Report of the 2017 Joint Working Group of IUPAC and IUPAP. *Pure and Applied Chemistry*, 92 (9), 1387–1446. doi: 10.1515/pac-2020-2926.
3. Maret, W., Blower, P. (2022) Teaching the chemical elements in biochemistry: Elemental biology and metallomics. *Biochem Mol Biol Educ*, 50 (3), 283–289. doi: <https://doi.org/10.1002/bmb.21614>.
4. Hanif, M., Yang, X., Tinoco, A. D., Plažuk, D. (2020). Editorial: New Strategies in Design and Synthesis of Inorganic Pharmaceuticals. *Frontiers in chemistry*, 8, 453. doi: <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00453>.

5. Miranda, V. (2022). Medicinal inorganic chemistry: an updated review on the status of metallodrugs and prominent metallodrug candidates. *Reviews in Inorganic Chemistry*, 42 (1), 29-52. doi: <https://doi.org/10.1515/revic-2020-0030>.
6. Yanping, W., Shumeng, L., Yuncong, C., Weijiang, H., Zijian, G. (2022). Recent advances in noble metal complex based photodynamic therapy. *Chem. Sci.*, 13, 5085-5106. doi: <https://doi.org/10.1039/D1SC05478C>.
7. Din, M., Ali, F., Intisar, A. (2019). Metal based drugs and chelating agents as therapeutic agents and their antimicrobial activity. *Revue Roumaine de Chimie*, 64, 5-17. doi: <https://doi.org/10.33224/rch.2019.64.1.01>.
8. Glazer, E. C., Casini, A. (2022). Metals in Medicine. *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2022 (6). doi: <https://doi.org/10.1002/ejic.202101093>.
9. Raphael, L., Axia, M., Dariusz, Ś., Eszter, B. (2022). Medicinal inorganic chemistry – challenges, opportunities and guidelines to develop the next generation of radioactive, photoactivated and active site inhibiting metal-based medicines. *Chem. Soc. Rev.*, 51, 7715–7731 doi: <https://doi.org/10.1039/D2CS00407K>.
10. Charushin, V. N., Titova, Y. A., Milaeva, E. R. (2020). Chemical Elements in Medicine. *Her. Russ. Acad. Sci.*, 90, 229–238. doi: <https://doi.org/10.1134/S1019331620020112>.
11. Brown, T. (2022). Medicinal Inorganic Chemistry-Challenges, Opportunities and pointers to Develop consequent Generation of Photoactivated and Situation Inhibiting Metal-Based Medicines. *Ind Chem.*, 8, 204. doi: 10.4172/2469-9764.1000204.
12. NUPh. (2022). Perelik osvithnikh prohran, shcho realizuiutsia v NFaU. Available at: <https://nuph.edu.ua/osvitni-programi/>.
13. Osvitno-profesiina prohrama "Farmatsiia" druhoho (mahisterskoho) rivnia vyshchoi osvity. (2022). VNMU. Available at: [https://www.vnmu.edu.ua/downloads/other/OPP_farm_2022_proekt\(1\).pdf](https://www.vnmu.edu.ua/downloads/other/OPP_farm_2022_proekt(1).pdf).
14. Osvitnia prohrama "Farmatsiia" druhoho rivnia vyshchoi osvity. (2022). TNMU. Available at: https://www.tdmu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/06/OP-Farmatsiya-2022-23_compressed.pdf.
15. Robocha prohrama navchalnoi dystsypliny "Suchasna medychna khimiia". UzhNU. Available at: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/38258>.
16. MON. (2022). Nakaz No. 981 vid 04.11.2022 roku "Pro zatverdzhennia standartu vyshchoi osvity zi spetsialnosti 226 Farmatsiia, promyslova farmatsiia dlia druhoho (mahisterskoho) rivnia vyshchoi osvity". *mon.gov.ua*. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2022/11/11/226-Farmatsiya.promyslova.farmatsiya.mahistr-981-04.11.2022.pdf>.
17. NUPh. (2022). Osvitno-profesiina prohrama "Farmatsiia" druhoho (mahisterskoho) rivnia vyshchoi osvity za spetsialnistiu 226 Farmatsiia, promyslova farmatsiia. Available at: <https://nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/05-opp-farmacija-410-r.pdf>.
18. NUPh. (2022). Zahalna ta neorhanichna khimiia. Robocha prohrama pidhotovky druhoho (mahisterskoho) rivnia vyshchoi osvity spetsialnosti 226 Farmatsiia, promyslova farmatsiia. Available at: <https://pharmel.kharkiv.edu/moodle/mod/resource/view.php?id=287306>.
19. Golik, M. Yu., Levitin, Ye. Ya., Kryskiv, O. S., Koval, A. O., Antonenko, O. V., Kovalska, O. V. (2022). Modern approaches to teaching the educational discipline of student's choice "Fundamentals of quantitative calculations in pharmacy". *Social Pharmacy in Health Care*, 8 (3), 13–19. doi: <https://doi.org/10.24959/sphhcj.22.262>.
20. VRU pryiniato rishennia shchodo ZNO ta DPA – 2022. Available at: <https://mon.gov.ua/ua/news/vru-prijnyato-rishennya-shchodo-zno-ta-dpa-2022>.
21. MON. (2022). Nakaz vid 12.05.2022 No. 433 "Pro zatverdzhennia Poriadku provedennia u 2022 rotsi natsionalnoho multypredmetnoho testu". *zakon.rada.gov.ua*. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0545-22#Text>.
22. U 2023 rotsi vstupnyky do zakladiv vyshchoi osvity skladatymut NMT. Available at: <https://mon.gov.ua/ua/news/u-2023-roci-vstupniki-do-zakladiv-vishoyi-osviti-skladatymut-nmt>.
23. Osnovne pro natsionalnyi multypredmetnyi test. Available at: <https://testportal.gov.ua/osnovne-pro-nmt-2023/>.
24. MON. (2023). Nakaz vid 15.03.2023 No. 276 "Pro zatverdzhennia Poriadku pryomu na navchannia dlia zdobuttia vyshchoi osvity v 2023 rotsi". *mon.gov.ua*. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/vstup-2023/15.03.2023/Nakaz.MON.276.vid.15-03-2023.pdf>.
25. Materialy dlia samostiinoi roboty ZVO z osvithnoi komponenty "Khimiia elementiv ta yikh spoluk". Available at: <https://pharmel.kharkiv.edu/moodle/course/view.php?id=3130>.

26. Materialy dlia onlain navchannya "Khimiiia elementiv ta yikh spoluk". Available at: <https://pharmel.kharkiv.edu/moodle/course/view.php?id=3773>.
27. Levitin, Ye. Ya., Vedernyukova, I. O., Koval, A. O., Kryskiv, O. S. (2017). *Bioactivity of inorganic compounds: a manual for classroom and independent work of student*. Kharkiv : NUPh, 83.
28. Koval, A. O., Kryskiv, O. S., Koval, V. A. (2020). Distance learning and quarantine in the COVID-19 pandemic period. *Modern science: problems and innovations : Abstracts of II International Scientific and Practical Conference, Stockholm (3-5 May 2020)*. (pp. 419–423). Stockholm.

Відомості про авторів:

Криськів О. С., кандидат фармацевтичних наук, доцент кафедри загальної хімії, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України (<https://orcid.org/0000-0003-0274-2430>).
E-mail: Oleg.Kryskiv@gmail.com

Журавель І. О., докторка хімічних наук, професорка, завідувачка кафедри загальної хімії, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України (<https://orcid.org/0000-0001-6558-1916>).
E-mail: genchem@nuph.edu.ua

Коваль А. О., кандидатка фармацевтичних наук, доцентка кафедри загальної хімії, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України (<https://orcid.org/0000-0001-9491-0459>).
E-mail: genchem@nuph.edu.ua

Антоненко О. В., кандидатка фармацевтичних наук, доцентка кафедри загальної хімії, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України (<https://orcid.org/0000-0002-0369-6520>).
E-mail: genchem@nuph.edu.ua

Цапко Є. О., кандидат фармацевтичних наук, доцент кафедри загальної хімії, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України (<https://orcid.org/0000-0003-0735-1797>).
E-mail: genchem@nuph.edu.ua

Information about authors:

Kryskiv O. S., Candidate of Pharmacy (Ph.D.), associate professor of the General Chemistry Department, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine (<https://orcid.org/0000-0003-0274-2430>). E-mail: Oleg.Kryskiv@gmail.com

Zhuravel I. O., Doctor of Chemistry (Dr. habil.), professor, head of the General Chemistry Department, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine (<https://orcid.org/0000-0001-6558-1916>). E-mail: genchem@nuph.edu.ua

Koval A. O., Candidate of Pharmacy (Ph.D.), associate professor of the General Chemistry Department, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine (<https://orcid.org/0000-0001-9491-0459>). E-mail: genchem@nuph.edu.ua

Antonenko O. V., Candidate of Pharmacy (Ph.D.), associate professor of the General Chemistry Department, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine (<https://orcid.org/0000-0002-0369-6520>). E-mail: genchem@nuph.edu.ua

Tsapko Ye. O., Candidate of Pharmacy (Ph.D.), associate professor of the General Chemistry Department, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine (<https://orcid.org/0000-0003-0735-1797>). E-mail: genchem@nuph.edu.ua

Надійшла до редакції 15.01.2023 р.