

**МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ З ХІМІЇ  
В ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ "ГОМОГЕННІ СИСТЕМИ"  
У МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЇ**

*У статті викладено методику формування предметних компетенцій з хімії у студентів екологічних спеціальностей при вивченні теми "Гомогенні системи" у процесі викладання дисципліни "Хімія з основами біогеохімії". Розроблено компетентнісний зміст лекції, самостійної роботи студентів та лабораторного заняття. Визначено методичні підходи до контролю й оцінювання рівнів сформованості предметних компетенцій з хімії у студентів.*

Запровадження компетентнісного підходу в навчальний процес згідно з проектом Білої книги національної освіти України визнано першочерговим завданням розбудови вищої школи [1]. Це передбачає розробку компетентнісних засад формування предметних компетенцій з навчальних дисциплін у студентів. З цією метою провідними вітчизняними та зарубіжними методистами розроблено загальні теоретичні й методичні засади формування компетенцій, а саме: умови (В. Бондар, А. Грабовий, Т. Григорчук, А. Митяєва, Ю. Пестерева, І. Родигіна, О. Савченко, С. Трубачева та ін.), принципи, методи (С. Белова, А. Вербицький, Е. Зеєр, І. Єрмаков, Т. Кобильник, В. Лобода, А. Митяєва, М. Пироженко, О. Овчарук, Л. Паращенко, О. Пометун, В. Рибальський, І. Родигіна, А. Сидоренко, А. Соломатін, Ю. Сурмин та ін.), етапи (А. Грабовий, К. Платонов, С. Трубачева, П. Хоменко, Г. Циммерман, Г. Удовиченко та ін.) та критерії діагностики (Н. Байдацька, А. Давидов, Е. Клейман, О. Локшина, О. Петрашук, В. Петрук, С. Раков та ін.). Однак методичні розробки компетентнісного вивчення навчальних дисциплін з метою формування на їх змісті предметних компетенцій, зокрема з хімії у студентів екологічних спеціальностей, нині відсутні. Вирішення цього завдання й визначило мету нашого дослідження.

Тема "Гомогенні системи" входить до змістового модуля "Гомогенні та гетерогенні системи". На її вивчення відводиться 7 годин, з них: 2 години – лекція, 4 години – лабораторне заняття, 1 година – самостійна робота.

**Зміст предметних компетенцій з хімії, що формуються в темі "Гомогенні системи":**

1. Використання нормативних навчальних елементів теми (*дійсні розчини, молярна концентрація, молярна концентрація еквівалента, титр, моляльна концентрація, мольна частка, осмос, осмотичний тиск, гіпотонічні, ізотонічні, гіпертонічні розчини, тиск насиченої пари, ебуліоскопія, кріоскопія; Закон Генрі, рівняння Вант-Гоффа, перший і другий закон Рауля*) для розуміння сутності та закономірностей протікання процесів, що відбуваються у природному та техногенному навколишньому середовищі, зокрема: *утворення гомогенних систем та осмотичних явищ.*

2. Володіння методологією хімічної науки як необхідної передумови проведення екологічних досліджень (визначення фонових концентрацій хімічних речовин у водних об'єктах, концентрації елементів у геохімічному ландшафті, показників якості об'єктів природного середовища за їх кількісним складом):

- загальнонауковими методами: висування гіпотез, аналізу й синтезу, абстрагування, узагальнення, моделювання, спостереження, експерименту та ін.
- спеціальними методами: зважування, вимірювання об'ємів рідин, розчинення речовин, визначення густини розчинів ареометром.

3. Виявлення взаємозалежності між складом та властивостями гомогенних систем для пояснення їх значення й характеру впливу на довкілля: *склад розчинів → їх колігативні властивості → біологічне значення → застосування → характер впливу на довкілля.*

4. Володіння технікою хімічного експерименту та застосування сучасного хімічного обладнання (*хімічного посуду, вагів, ареометра*) з метою набуття досвіду, необхідного для вивчення об'єктів і явищ навколишнього середовища.

5. Дослідження процесу розчинення та приготування розчинів як необхідної умови об'єктивної оцінки стану довкілля.

6. Здійснення розрахунків на визначення: *концентрації розчинів (молярної, моляльної, молярної концентрації еквівалента, титру, мольної частки); осмотичного тиску; тиску насиченої пари розчинника над розчином (за першим законом Рауля); пониження температури кристалізації та підвищення температури кипіння розчинів (за другим законом Рауля).*

7. Самостійне теоретичне і практичне здобуття знань про хімічні аспекти довкілля та їх систематизація у вигляді *реферату* як передумова вирішення професійно-практичних завдань.

**Лекційне заняття на тему: "Гомогенні системи". 1. Загальна характеристика гомогенних систем.** На початку лекції викладач актуалізує початковий предметний досвід студентів з теми, сформований у загальноосвітній школі. Розкриває значення теми для вивчення інших дисциплін та майбутньої професії в цілому. При цьому спирається на зміст загальнопредметних (професійних) компетенцій майбутніх фахівців у галузі екології. Дає коротку характеристику предметних компетенцій з хімії, які формуватимуться за змістом теми.

На основі шкільних знань студентів, формулюється поняття гомогенна система, з'ясовується її відмінність від гетерогенної системи. Дається загальна характеристика розчинів як гомогенних систем. Встановлюється відмінність між розчиною речовиною та розчинником. Вводиться поняття розчинності. Перераховуються чинники, що впливають на розчинність речовин.

Залежність розчинності газів від їх парціального тиску пояснюється на основі закону Генрі. Наводиться класифікація речовин за їх розчинністю. При цьому викладач посилається на таблицю розчинності кислот, основ та солей у воді. Він також пояснює правило залежності розчинності від типу хімічного зв'язку речовин, що розчиняються, та розчинника. Встановлюється відмінність у розчинності твердих та газоподібних речовин при підвищенні температури. Пояснення цього матеріалу супроводжується демонстрацією слайдів із зображенням кривих розчинності.

З'ясовується механізм та енергетика розчинення, природа сольватів і гідратів, причина зменшення розчинності газів при нагріванні. Вводиться поняття теплота розчинення речовин.

Далі викладач дає класифікацію розчинів за вмістом в них розчиненої речовини. Він пропонує пояснити механізм утворення перенасичених розчинів. Це вимагає від студентів застосування отриманих знань та інтелектуальних умінь, зокрема: сприйняття і осмислення інформації, висунування гіпотези, аналізу, доведення і спростування, порівняння, знаходження зв'язків, абстрагування та узагальнення. Далі перераховуються способи вираження складу розчинів. Визначення масової частки як одного з виду концентрацій розкривається студентами.

Викладач акцентує увагу на використанні розчинів у практиці екологічних досліджень та пояснює сутність двох способів приготування розчинів.

**2. Колігативні властивості розчинів.** Вивчення теми розпочинається з'ясуванням сутності поняття колігативні властивості. Викладач пояснює, що ці властивості розчинів визначаються їх концентрацією. До них належить осмос, тиск насиченої пари, ебуліоскопія та криоскопія. Оскільки ці властивості розчинів не вивчаються в курсі хімії загальноосвітньої школи, пояснення їх змісту супроводжується актуалізацією міжпредметних знань студентів з фізики.

**2.1. Осмос та його роль в біологічних процесах.** Викладення матеріалу розпочинається стимулюванням інтересу студентів до явища осмосу, шляхом розкриття його значення для живої природи та господарської діяльності людини, а саме у засвоєнні їжі, диханні, обміні речовин, плазмолізі та тургорі клітин, рості й пружності стебел рослин, консервації овочів і фруктів, процесах очистки води тощо.

Далі пояснюється сутність осмосу. Вказується, що це явище припиняється при виникненні осмотичного тиску. Демонструється слайд, на якому зображено прилад для вимірювання осмотичного тиску, та розкривається принцип його роботи.

Викладач пропонує пояснити явище пружності рослинних організмів. Пригадуючи з курсу біології будову клітинних мембран, студенти роблять висновок про осмотичні явища в клітинах. Далі наводяться чинники, що впливають на осмотичний тиск, і формулюється закон Вант-Гоффа.

Технічне застосування осмосу розглядається на прикладі технології опріснення морських і солонуватих вод, демінералізації й очищення стічних вод від поверхнево-активних речовин та інших забруднювачів. З цією метою демонструється слайд із зображенням процесів прямого і зворотного осмосу.

**2.2. Тиск насиченої пари.** До розкриття цього матеріалу залучаються міжпредметні зв'язки хімії з фізикою. Це стосується таких понять, як тиск, випаровування, конденсація, насичена пара, відносне пониження тиску тощо. Спираючись на них, викладач пояснює сутність понять: тиск насиченої пари, пониження та відносне пониження тиску пари розчинника над розчином. Далі формулюється перший закон Рауля для розчинів неелектролітів, наводиться його математичний вираз та пояснюється його використання для визначення молярної маси розчинених речовин. { "закон:Рауля, перший" }

**2.3. Ебуліоскопія. Криоскопія.** Перед з'ясуванням сутності цих процесів викладач зупиняється на їх значенні для живої й неживої природи. Студенти дають відповіді на запитання: що швидше закипить: вода чи розчин цукру у воді? Чому дерева взимку не замерзають, адже температура замерзання води, що утворює рідку фазу цитоплазми їх клітин, дорівнює  $0^{\circ}\text{C}$ ? Робиться висновок про те, що температура кипіння розчинів у порівнянні з температурою кипіння розчинників вища, а температура їх замерзання, навпаки – нижча. На цій основі вводяться поняття про ебуліоскопію й криоскопію та формулюється другий закон Рауля. На слайді демонструються приклади ебуліоскопічних і криоскопічних констант для різних розчинників.

У кінці лекції викладач узагальнює питання, які розглядалися, та проводить когнітивне інструктування студентів щодо їх самостійної роботи.

**Самостійна робота студентів** передбачає формування усіх структурних елементів предметних компетенцій, зокрема: ціннісних орієнтацій (інтересу, мотивів, установок), предметних знань (на основі опрацювання лекційного матеріалу та вивчення тем, які не розглядалися на лекції), інтелектуальних умінь по розв'язуванню розрахункових задач і вправ (за прикладами розв'язування задач та завданнями домашньої роботи), особистісних рис (самостійності, наполегливості, креативності й критичності мислення тощо), а також ознайомлення з інструкцією хімічного експерименту на лабораторному занятті.

На самостійне опрацювання виносяться матеріал про: гіпотонічні, ізотонічні й гіпертонічні розчини, їх значення в живому організмі та неживій природі; склад природних джерел води; осмотичні явища в рослинних і тваринних організмах; чинники, що впливають на осмотичний тиск; біологічне та господарське значення осмосу; осмос та обмін речовин в рослинних і тваринних організмах. За цим матеріалом студенти виконують індивідуальні завдання у формі рефератів.

У процесі самостійної роботи студенти використовують такі дидактичні засоби: навчальний посібник "Хімія з основами біогеохімія" [2], завдання для самоконтролю [3], робочий журнал (частина 1) [4], щоденники власних досягнень.

Підготовка студентів до усного контролю з теми відбувається за завданнями когнітивного інструктування. Складання письмового контролю вимагає від студентів знань та інтелектуальних умінь з розв'язування розрахункових задач і вправ. Ці вміння формуються у студентів шляхом: 1) ознайомлення з відомими способами розв'язання типових задач; 2) самостійного розв'язування задач за зразком і нестандартних задач; 3) виконання завдань та вправ з теми з подальшою перевіркою правильності їх виконання [3]; 4) розв'язування домашньої контрольної роботи.

**Лабораторне заняття на тему: "Приготування розчинів методами розчинення наважки та розведення"**. На лабораторному занятті завершується вивчення теми "Гомогенні системи". Його проведення має на меті: формування ціннісних орієнтацій, експериментальних умінь та особистісних рис студентів; закріплення предметних знань та інтелектуальних умінь; інтеграцію ціннісних орієнтацій, предметних знань, умінь та особистісних рис у предметні компетенції з хімії; контроль та оцінювання рівня сформованості у студентів предметних компетенцій.

На початку лабораторного заняття викладач акцентує увагу студентів на змісті предметних компетенцій з хімії та їх значенні для майбутнього фаху. Далі закріплюються і контролюються предметні знання й інтелектуальні вміння студентів. Цей вид діяльності здійснюється у формі роботи студентів у складі малих гетерогенних груп. Їх керівники організують роботу в групах за планом: 1) перевірка теоретичних знань з теми; 2) використання знань для розв'язування розрахункових задач екологічного змісту на визначення концентрації розчинів та виявлення взаємозалежності між складом і властивостями гомогенних систем для пояснення їх значення й характеру впливу на довкілля; 3) оцінювання керівником групи знань та вкладу кожного із членів групи в загальну справу. Діяльність за другим пунктом плану відбувається за завданнями:

**Задача № 1.** Зберігання добрива – амоній нітрату на відкритому місці, а не у складському приміщенні, призвело до згубних наслідків. Під час зливи 15 тонн добрива розчинилося в дощовій воді і було змито у найближчу водойму об'ємом 7000 м<sup>3</sup>. Чи виживе риба у цій водоймі, якщо гранично допустима масова частка амоній нітрату у воді становить 0,08 %?

**Задача № 2.** Осмотичний тиск є однією з головних характеристик ґрунтового розчину. Він регулює процес використання вологи кореневою системою рослин і залежить не лише від структури ґрунту, а й від його температури. Рослини можуть використовувати воду з ґрунтового розчину, яка утримується ґрунтом із силою меншою за 15 атм. Обчисліть осмотичний тиск ґрунтового розчину (атм) при температурі 34<sup>0</sup> С, якщо температура його замерзання дорівнює –0,585<sup>0</sup> С, а криоскопічна стала води становить 1,86<sup>0</sup> С. Зробіть висновок про можливість використання води рослинами.

Під час проведення групової навчальної діяльності викладач перевіряє й оцінює домашні завдання студентів. Після завершення роботи в групах розв'язки задач № 1 і 2 аналізуються та в разі потреби виносяться на дошку. Далі проводиться індивідуальний тестовий контроль [2].

Потім викладач актуалізує шкільні знання студентів про правила техніки безпеки в хімічній лабораторії та проводить інструктаж щодо виконання лабораторного експерименту. Передусім він зосереджує увагу на важливості умінь приготування розчинів різними способами для майбутніх фахівців у галузі екології. Зупиняється також і на необхідності формування в них відповідних особистісних рис. Студенти знайомляться з двома способами приготування розчинів – методом розчинення наважки та методом розведення. Викладач пояснює, що перший метод використовується для твердих, а другий – для рідких речовин або їх концентрованих розчинів. Студенти пригадують правила зважування, вимірювання об'єму рідин та розчинення речовин.

Викладач демонструє процес визначення густини розчинів за допомогою ареометра. Він організує роботу студентів у парах. Кожна пара отримує власне завдання, наприклад: приготувати 8 % розчин натрій хлориду та розвести його до 5% розчину; зробити необхідні розрахунки, узагальнення, висновки та оформити звіт роботи. Функції викладача під час проведення лабораторного експерименту зводяться до організаційних, консультативних та контролюючих.

**Інструкція виконання лабораторного експерименту студентами:**

*Обладнання та реактиви:* натрій хлорид, вода, набір ареометрів, ваги, склянки, мірні циліндри, скляні палички.

*Мета:* оволодіти методами приготування розчинів та способами здійснення відповідних розрахунків.

**Дослід 1. Приготування розчину натрій хлориду об'ємом 100 мл заданої концентрації методом розчинення наважки.** Отримайте у викладача завдання на приготування розчину з певною масовою часткою солі та здійсніть розрахунки: а) за таблицею знайдіть густину розчину з заданою концентрацією; б) обчисліть: масу даного розчину; масу натрій хлориду, що міститься в цій масі розчину; масу води та її об'єм.

**Експеримент:** зважте на терезах розраховану масу солі, перенесіть її в колбу, долийте необхідний об'єм води, виміряний мірним циліндром. За допомогою ареометра виміряйте густину приготовленого розчину. Розчин збережіть для проведення дослідів 2.

**Обчислення:** Обчисліть масову частку солі в приготовленому розчині, відносну похибку, молярну концентрацію, молярну концентрацію еквівалента та титр солі в приготовленому розчині.

**Дослід 2. Приготування розчину натрій хлориду об'ємом 100 мл заданої концентрації методом розведення.** Обчисліть об'єм вихідного розчину (див. дослід 1) і об'єм води, необхідні для приготування розчину за правилом діагоналей або законом еквівалентів для розчинів.

**Експеримент:** відміряйте розрахований об'єм вихідного розчину та долийте до мітки 100 мл дистильованою водою. Виміряйте густину розчину за допомогою ареометра.

**Обчислення:** Обчисліть масову частку солі в приготовленому розчині, відносну похибку, молярну концентрацію, молярну концентрацію еквівалента та титр солі в приготовленому розчині.

У процесі лабораторного експерименту з метою приготування розчинів у студентів формуються не лише експериментальні вміння, а також ціннісні орієнтації й такі особистісні риси, як акуратність, економність та обережність у поводженні з хімічними реактивами, самостійність, організованість й ін. Проведення необхідних розрахунків вимагає від них інтелектуальних умінь, наполегливості, креативності мислення, здатності до предметного спілкування і колективної взаємодії.

Після завершення експериментальної роботи студенти роблять необхідні розрахунки та узагальнення, формують висновки, складають звіт роботи й заповнюють карту самоаналізу володіння предметними компетенціями з хімії, що формуються в темі (табл. 1).

Таблиця 1.

**Карта самоаналізу володіння предметними компетенціями (ПК) з хімії, що формуються в темі "Гомогенні системи"**

| № ПК з хімії   | Не володію або володію на низькому рівні (1-59 балів) | Володію посередньо (60-74 балів) | Володію (75-89 балів) | Добре володію (90-100 балів) |
|--|---|----------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1...   |   |                                  |                       |                              |
| <b>Середній бал (суму всіх балів за кожну ПК з хімії поділити на 7)</b>  |   |                                  |                       |                              |
| <b>Середній бал за однобальною шкалою (середній бал поділити на 100)</b> |   |                                  |                       |                              |

Захист звіту роботи проводиться студентами в індивідуальному порядку. Загальна оцінка рівня сформованості у студентів предметних компетенцій з хімії з цієї теми складається з балів, отриманих за всі види навчальної діяльності: 1) розв'язання домашнього завдання; 2) виконання контрольного тесту; 3) участь у складі малих гетерогенних груп; 4) виконання лабораторного дослідів (на основі спостережень за практичною діяльністю студентів, виявлення ціннісних орієнтацій та особистісних рис, оформлення та захисту звіту роботи); 5) написання реферату; 6) самоаналізу (рефлексивної діяльності).

Бали, що присвоюються студентам за кожний вид навчальної діяльності, вираховуються за трьома критеріями: ціннісно-орієнтаційним, когнітивним та практичним. Це відбувається з використанням вимірників рівнів сформованості предметних компетенцій з хімії.

Результати оцінювання студентів з теми (табл. 2) переносяться в щоденник власних досягнень і дублюються в журналі успішності й обліку навчальних занять викладача.

**Оцінювання рівня сформованості ПК з хімії за змістом теми "Гомогенні системи"**

|  | Домашнє завдання (1 бал) | Контрольний тест (2 бали) | Групова робота (1 бал) | Лабораторний експеримент (2 бали) | Реферат (1 бал) | Самоаналіз (1 бал) |
|--|--------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------|
| Бали   |                          |                           |                        |                                   |                 |                    |
| <b>Сума балів (максимум 8)</b>   |                          |                           |                        |                                   |                 |                    |
| <b>Оцінка (сума балів : 8; результат порівняти із шкалою оцінювання якості засвоєння навчальних вимог до підготовки студентів у вищій школі)</b> |                          |                           |                        |                                   |                 |                    |

Після завершення цієї роботи викладач підводить підсумки формування предметних компетенцій з хімії у студентів та націлює їх на виконання самостійної роботи по підготовці до наступного лабораторного заняття.

Наведена у статті методика викладання теми "Гомогенні системи" сприятиме впровадженню компетентнісного підходу у вищу екологічну освіту. Перспективу подальших досліджень вбачаємо у створенні методичних підходів до формування предметних компетенцій з хімії у студентів-екологів при вивченні всіх тем дисципліни "Хімія з основами біогеохімії".

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ**

1. Біла книга національної освіти України : (проект) [Електронний ресурс] / Акад. пед. наук України ; ред. В. Г. Кремень. – К., 2009. – 185 с. – Режим доступу : <http://www.ukraine3000.org.ua/img/forall/Ped.pdf>.
2. Заблоцька О. С. Хімія з основами біогеохімії : Навч. посіб. для студентів екологічних спеціальностей. – Житомир : Вид-во "Житомирський національний агроекологічний університет", 2009. – 428 с.
3. Заблоцька О. С. Завдання для самоконтролю студентів-екологів з дисципліни "Хімія з основами біогеохімії" (змістовий модуль "Органічна хімія") : навчальний посібник для студентів напряму 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" / О. С. Заблоцька. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені І. Франка, 2009. – 36 с.
4. Заблоцька О. С. Робочий журнал з дисципліни "Хімія з основами біогеохімії": Частина I (для студентів екологічних спеціальностей). – Житомир : Вид-во Житомирського державного університету імені Івана Франка, 2009. – 28 с.

Матеріал надійшов до редакції 08.12. 2009 р.

***Заблоцька О. С. Методика формування предметних компетенцій по хімії в процесі преподавання теми "Гомогенные системы" у будущих специалистов в отрасли экологии.***

*В статье изложено методика формирования предметных компетенций по химии у студентов-экологов при изучении темы "Гомогенные системы" в процессе преподавания дисциплины "Химия с основами биохимии". Разработано компетентностное содержание лекции, самостоятельной работы и лабораторного занятия. Определены методические подходы к контролю и оцениванию уровня сформованности предметных компетенций по химии у студентов.*

***Zablotska O. S. Methods of would-be Ecologists' Subject Competencies Development of in the Course of "The Homogenous Systems" Issues Teaching.***

*In the article the author suggests methods of students-ecologists' subject competencies development while learning "The Homogenous Systems" issues as a unit of "Chemistry with basic biogeochemistry" subject. The competencies-oriented content of a lecture, an independent and laboratory work is worked out. Some methodical approaches towards a level development control and evaluation of students' subject competencies in chemistry are defined.*