

## ХІМІЧНА СКЛАДОВА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТИ СТУДЕНТІВ ЕКОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ НАВЧАННЯ

*Подано модернізований зміст навчальної дисципліни «Хімія» для студентів-екологів. У пропонованому варіанті програми хімія вивчається не в традиційній класичній формі, а із залученням широкого спектру міждисциплінарних зв'язків. Розширені межі вивчення об'єктів довкілля. Під час вивчення окремих питань програми залучаються знання з біології, ґрунтознавства, геології, агрохімії, загальної екології та інших природничих дисциплін. Зміст програми орієнтовано на інтеграцію знань, на поєднання основ фундаментальної хімії та сучасних закономірностей розвитку довкілля. При чому виключено фрагментарність знань, що є негативною тенденцією створення сучасних інтегрованих курсів.*

**Ключові слова:** природнича освіта, екологізація змісту освіти, хімія, хімічна екологія.

*Представлено модернізованное содержание учебной дисциплины «Химия» для студентов-экологов. В предлагаемом варианте программы химия изучается не в традиционной классической форме, а с использованием широкого спектра междисциплинарных связей. Расширены границы изучения объектов окружающего мира. При изучении отдельных вопросов программы используются знания биологии, почвоведения, геологии, агрохимии, общей экологии и других естественнонаучных дисциплин. Содержание программы ориентировано на интеграцию знаний, на объединение основ фундаментальной химии и современных закономерностей развития окружающего мира. При этом исключена фрагментарность знаний, что является негативной тенденцией создания интегрированных курсов.*

**Ключевые слова:** естественнонаучное образование, экологизация содержания образования, химия, химическая экология.

*The modernised maintenance of a subject matter is presented «Chemistry» for students-ecologists. In an offered variant of the program the chemistry is studied not in the traditional classical form, and with use of a wide spectrum of interdisciplinary communications. Borders of studying of objects of world around are expanded. At studying of individual questions of the program knowledge of biology, soil science, geology, agrochemistry, ecology and other natural-science disciplines are used. The program maintenance is focused on integration of knowledge, on association of bases of fundamental chemistry and modern laws of development of world around. The fragmentariness of knowledge that is the negative tendency of creation of the integrated courses is thus excluded.*

**Keywords:** natural-science formation, ecology formation of maintenances, chemistry, chemical ecology.

Для забезпечення своєї екологічної стабільності, національної безпеки нині багато країн світу усвідомили необхідність освіти молоді в галузі навколишнього середовища. Останні події у світі: низька техногенних катастроф, коливання клімату та інші доводять надзвичайну актуальність освіти в галузі довкілля. В Україні існує пакет нормативно-правових документів з охорони довкілля, де одним з пріоритетних напрямів розв'язання

екологічних проблем визначено освіту і виховання молоді.

Екологічна освіта покликана формувати у молоді людини не тільки уявлення про фізичні, хімічні та біологічні аспекти довкілля, але й сприяти усвідомленню та оцінці проблем взаємодії природи, людини і суспільства. Освіта в галузі довкілля має повернутися у бік вивчення гуманітарних проблем людини, суспільства й природи;

має представити заміну традиційному технократичному підходу у сприйманні навколишнього світу.

Разом з тим, стан освіти в галузі довкілля в країні недостатньо відповідає Стратегії переходу суспільства на шлях сталого розвитку. Зміст означеної освіти не забезпечує узагальнення знань про природу, суспільство і людину, формування цілісного світорозуміння та сучасного наукового світогляду. Розвиток екологічної освіти в Україні здійснюється зусиллями окремих закладів освіти та окремими науковцями-освітянами, викладачами.

Серед загальнонавчальних принципів освіти в галузі довкілля є міждисциплінарність та неперервність [1; 2]. Обов'язкова реалізація цих принципів обумовлена швидкістю зростання обсягу науково-технічної інформації та необхідністю постійного оволодіння новими знаннями; необхідністю адаптації людини до змін у навколишньому середовищі. Принцип міждисциплінарності реалізується як у формі паралельного розвитку самостійних і міждисциплінарних галузей знань та навчальних дисциплін, так й розглядом екологічних питань під кутом зору кожної науки, кожної навчальної дисципліни.

Наукові дослідження освіти в галузі довкілля спрямовуються формування цілісної картини світу як основи системи наукових знань; науково-методичну розробку освітніх програм; запровадження нових методів і форм.

В університетах освіта в галузі довкілля має спрямовуватися на формування екологічного світогляду за глибоке усвідомлення знань про закономірності розвитку людини, природи і суспільства. Серед напрямів розвитку екологічної освіти у вищій школі є універсальний [8]. Він виник у 90-ті роки ХХ ст. і пов'язаний з підготовкою спеціалістів-екологів, тобто появою нових окремих спеціальностей, наприклад, «Екологія та охорона навколишнього середовища».

Спеціалісти універсального напрямку екологічної освіти мають володіти широким спектром екологічних знань, вмінь та навичок технічного, природознавчого, гуманітарного профілю, які дозволяють оцінювати ступінь антропогенної дії на природу.

До теперішнього часу залишається нерозв'язаною проблема розробки навчальних програм, де б визначався обов'язковий мінімум знань, вмінь і навичок з включенням питань екології, раціонального природокористування, екологічної безпеки.

Привнесення у практику викладання природничих дисциплін елементів екологічного підходу орієнтує в першу чергу на дослідження і відображення взаємовідносин людини з довкіллям. У цьому напрямку зроблені деякі невпевнені кроки. Але нині у накопичуванні, розвитку екологічних знань домінують бесистемність, фрагментарність та еkleктичність. Адже екологізація освіти – це не

механічне додавання до змісту додаткових екологічних відомостей, це більш різнобічний, системний, цілісний розгляд об'єктів вивчення.

Залишається актуальною проблема оптимізації освіти в галузі довкілля на основі ґрунтового філософського та психолого-педагогічного осмислення екологічних проблем з урахуванням рівня розвитку сучасної науки.

Серед фундаментальних дисциплін, що вивчають студенти-екологи провідне місце займає хімія. Актуальним є створення навчальної програми та навчально-методичного комплексу дисципліни «Хімія», тому, що сьогодні ще бракує такий зміст навчального матеріалу, в якому гармонічно поєднувалися питання хімії, біології, екології, який би містив основні вузлові питання з окремих розділів хімії.

Основною метою курсу «Хімія» є формування у студентів цілісного світорозуміння на основі сучасних знань про будову та властивості хімічних сполук, закономірностей перебігу хімічних процесів.

Специфіка пропонованої навчально-експериментальної програми курсу «Хімія» полягає в її екологічному спрямуванні, збалансуванні хімічних, біологічних, екологічних питань, необхідних для глибокого розуміння закономірностей розвитку навколишнього світу [3; 4].

Враховуючи, що деякі питання біології, екології вже викладаються в інших навчальних курсах (наприклад, роль фотосинтезу для життєдіяльності організмів) розгляд цих питань у межах курсу хімії здійснюється як ілюстрація прояву об'єктивних законів природи та реакції на антропогенну дію.

У чинній програмі з хімії екологічні питання включено до всіх тем. Екологізація курсу ґрунтується не тільки на включенні до змісту навчального матеріалу питань токсикології хімічних сполук, біологічної ролі хімічних елементів та досягнень технологічної науки у створенні мало-відходних технологій, способів очистки об'єктів довкілля, але й на вивченні взаємодії хімічних сполук у навколишньому середовищі, у живій природі, що є основою розвитку біосфери, а також причиною багатьох екологічних проблем.

Програма розрахована на студентів вищих навчальних закладів освіти, які навчаються за напрямом «Екологія та охорона навколишнього середовища». Зміст курсу охоплює основні вузлові питання загальної і неорганічної хімії [6; 7], а також базові питання органічної та аналітичної хімії [9; 10; 11]. Програма може бути певним чином використана для розробляння змісту хімічних дисциплін для студентів інших природничих спеціальностей. У її змісті враховано вимоги державного стандарту з хімії для студентів-екологів.

Навчально-тематичний план курсу «Хімія» подано у табл. 1.

## Навчально-тематичний план курсу «Хімія» (лекції, лабораторні заняття)

№ теми	Назва теми	Розподіл годин, %
1	Основні поняття хімії	4
2	Будова атома і хімічний зв'язок.	8
3	Періодичний закон і періодична система елементів Д.І.Менделєєва. Хімія елементів	12
4	Закономірності перебігу хімічних процесів	10
5	Розчини і дисперсні системи	14
6	Окисно-відновні реакції. Основи електрохімії	8
7	Основи органічної хімії	16
8	Основи хімічного аналізу	22
9	Хімія довкілля	6

*Тема 1. Основні поняття хімії.*

Основні етапи розвитку хімічної науки. Місце хімії в системі природничих наук. Роль хімії як виробничої сили суспільства. Сучасні масштаби і темпи розвитку хімічної промисловості. Роль хімічної науки у розв'язанні екологічних проблем довкілля.

Основні хімічні поняття: атом, молекула, хімічний елемент, хімічна реакція, моль. Порядковий номер елемента як фундаментальна його характеристика. Розповсюдження хімічних елементів у земній корі. Основний закон геохімії Гольдшмідта.

Закон збереження матерії та енергії М.В. Ломоносова. Хімічні та інші форми руху матерії. Основні стехіометричні закони хімії.

*Тема 2. Будова атома і хімічний зв'язок.*

Ядерна модель будови атома. *s*-, *p*-, *d*-орбіталі, їх конфігурація та енергетичні характеристики. Квантові числа. Послідовність заповнення електронами енергетичних рівнів. Принцип невизначеності Гейзенберга, принцип Паулі, правила Хунда і Клечковського. Родини біогенних, токсичних і радіоактивних елементів.

Радіоактивність. Будова ядра атома. Ізотопи. Стабільні і нестабільні ізотопи. Види радіоактивного випромінювання. Природна і штучна радіоактивність. Дія радіоактивного випромінювання на живі організми, біоаккумуляція, біологічна взаємозаміна елементів, радіоліз. Проблеми ядерної енергетики, радіоекологія.

Загальні положення про хімічний зв'язок: довжина, енергія, валентні кути. Типи хімічного зв'язку: ковалентний, йонний, водневий, металічний.

Ковалентний зв'язок: механізм утворення, валентні електрони, гібридизація, кратність, насиченість, напрямленість у просторі, довжина, енергія, полярність. Електронегативність. Полярність молекул. Дипольний момент молекули.

Йонний зв'язок: механізм утворення, межі існування йонного зв'язку, деякі фізичні властивості йонних сполук.

Водневий зв'язок і металічний зв'язок: основні характеристики і механізм утворення.

Квантово-механічний опис ковалентного зв'язку: метод валентних зв'язків (МВЗ) і метод молекулярних орбіталей (ММО). Приклади використання МВЗ і ММО для описання будови простіших хімічних сполук. Порівняльна характеристика стійкості основних компонентів атмосфери кисню, азоту, вуглекислого газу і політантів: карбон(II) оксиду, нітроген і сульфур оксидів з точки зору МВЗ і ММО.

*Тема 3. Періодичний закон і періодична система елементів Д.І.Менделєєва. Хімія елементів.*

Огляд хімічних елементів за групами і періодами періодичної системи елементів. Неметали: загальна характеристика. Інертні елементи: загальні властивості, одержання, застосування. Гідроген, водень, проблеми водневої енергетики.

Галогени. Хлор. Хлороводень і хлоридна кислота. Оксигеновмісні сполуки Хлору. Токсична дія Хлору та його сполук на живі організми. Процеси, що відбуваються при хлоруванні води.

Оксиген, кисень, озон. Сульфур, оксиди сульфору, сірководень, сульфатна кислота. Халькогени. Сірководень і сульфур оксиди як забруднювачі біосфери. Утилізація сульфур (IV) оксиду і сірководню.

Нітроген. Головна підгрупа V групи. Сполуки Нітрогену: азот, аміак, солі амонію, оксиди нітрогену, нітратна кислота, нітрати. Азотні добрива. Токсична дія нітратів і нітритів на організми людини й тварин.

Фосфор. Оксигеновмісні сполуки Фосфору. Фосфорні добрива. Евтрофікація озер і річок під впливом елементів живлення (Нітроген, Фосфор).

Головна підгрупа IV групи. Карбон. Силіцій. Оксигеновмісні сполуки Карбону і Силіцію. Причини негативної дії на живі організми карбон (II) оксиду. Проблема парникового ефекту. Антропогенний вплив на колообіг Карбону.

Загальний огляд металів. Корозія металів. Способи добування металів, екологічна характеристика доменних процесів, процесів електролізу. Метали і сплави в техніці.

Лужні і лужноземельні метали. Натрій і Калій. Гідроксиди натрію і калію. Кальцій, сполуки

Кальцію. Твердість води. Біологічна роль Натрію, Калію, Кальцію, Магнію.

Алюміній. Рідкоземельні елементи: загальна і токсикологічна характеристики. Перехідні метали. Проблеми забруднення біосфери важкими металами. Міграція важких металів на прикладі Плюмбуму, Кадмію, Меркурію.

*Тема 4. Закономірності перебігу хімічних процесів.*

Енергетика і напрями перебігу хімічних процесів. Внутрішня енергія речовини. Ентальпія. Тепловий ефект хімічних реакцій. Теплота утворення і теплота згоряння речовин на прикладі утворення сульфур(IV) оксиду і оксидів нітрогену. Закон Гесса на прикладі реакцій спиртового бродіння глюкози і повного окиснення глюкози, що відбувається у живому організмі. Ентропія. Енергія Гіббса, напрямок перебігу хімічних процесів на прикладі реакцій утворення сульфатної кислоти в атмосфері та реакцій, які перебігають під час очистки димових газів від сульфур (IV) оксидів вапняною водою.

Хімічна кінетика і каталіз. Швидкість хімічної реакції. Закон діючих мас. Константа швидкості хімічної реакції. Порядок і молекулярність хімічних реакцій на прикладах реакцій окиснення нітроген (II) оксиду, перетворення озону на кисень, взаємодії нітроген(II) оксиду з озоном. (Озонові діри, пряма дія космічного випромінювання на довкілля). Енергія активації, рівняння Арреніуса. Гомогенний і гетерогенний каталіз на прикладі реакцій розкладу озону за «хлорним» і «азотним» циклом. Хімічна рівновага. Константа рівноваги на прикладі утворення нітроген (II) оксиду у двигунах внутрішнього згоряння і очищення природного газу від сульфур(IV) оксиду. Правило Ле-Шательє на прикладах реакцій фотосинтезу і хімічних процесів у ґрунтах. Фазові рівноваги. Правило фаз Гіббса. Діаграма стану води.

*Тема 5. Розчини і дисперсні системи.*

Тверді і рідкі розчини. Водні і неводні розчинники. Залежність розчинення від температури на прикладі розчинення вуглекислого газу у воді. (Біогеохімічні колообіги вуглекислого газу і кисню: Світовий океан як природний насос). Гідрати, сольвати, кристалогідрати.

Розчини неелектролітів. Закони Рауля і Генрі. Ебуліоскопія і криоскопія на прикладах очистки стічних вод від фенолу виморожуванням і методом зворотного осмосу. Осмос і осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Значення осмосу в природі.

Розчини електролітів. Сильні і слабкі електроліти. Основні положення теорії електролітичної дисоціації Арреніуса. Ступінь дисоціації на прикладі дисоціації карбонатної кислоти. Закон розбавлення Оствальда, активність йонів, йонна сила розчину. Йонний добуток води. Водневий показник (рН). Буферні розчини. Карбонатний буфер Світового океану, буферні системи у ґрунті.

Гідроліз водних розчинів солей. Константа і ступінь гідролізу на прикладі використання солей алюмінію і феруму для очистки стічних вод.

Добуток розчинності (ДР). Умови осадження і розчинення осаду на прикладах реакцій зв'язування Карбону і Фосфору в природі. Очистка стічних вод методом коагуляції.

Комплексні сполуки, найважливіші комплексотворювачі та ліганди, номенклатура комплексних сполук. Константа нестійкості комплексного йону на прикладі реакцій утворення і розпаду окси- і карбоксигемоглобіну.

Колоїдні розчини, будова міцели, стійкість колоїдів. Золі і гелі, аерозолі, дими, тумани. Хімізм утворення хімічного і фотохімічного смогу.

*Тема 6. Окисно-відновні реакції. Основи електрохімії.*

Основи електрохімії. Рівновага на межі метал-розчин. Електродний потенціал. Електрохімічний ряд напруг металів на прикладах використання цинку, магнію і олова для захисту заліза від корозії. Рівняння Нернста. Гальванічні елементи. Електроліз розплавів і водних розчинів солей.

Окисно-відновні реакції, найпоширені окисники і відновники. Методи складання окисно-відновних реакцій, стандартні окисно-відновні потенціали, напрями перебігу окисно-відновних реакцій. Окисно-відновні реакції, що перебігають під час очищення стічних вод від сполук Хрому, очищення димових газів від сірчастого газу за допомогою оксиду мангану та ін.

*Тема 7. Основи органічної хімії.*

Предмет органічної хімії. Основні положення сучасної теорії будови органічних сполук. Карбон як основа живої природи, взаємозв'язок органічної і неорганічної хімії. Класифікація органічних сполук. Гомологічні ряди, номенклатура. Типи органічних реакцій.

Вуглеводні. Алкани та їх похідні: гомологічний ряд, ізомерія, фізичні і хімічні властивості на прикладі метану. Циклоалкани. Екологічні аспекти використання газуватого палива. Проблема очищення природного газу та продуктів його згоряння. Алкени: номенклатура, ізомерія, способи утворення подвійного зв'язку, етилен і його гомологи, фізичні і хімічні властивості. Алкіни: способи утворення потрійного зв'язку, фізичні і хімічні властивості. Хлороорганічні сполуки та їх похідні як пестициди. Дія їх на живі організми, концентрування у ланцюгах живлення. Арени (ароматичні вуглеводні): джерела, електронна будова і властивості на прикладі бензолу. Нафта, природний газ, кам'яне вугілля як джерела вуглеводнів. Джерела забруднення довкілля нафтовими вуглеводнями. Дія вуглеводнів нафти на живі організми.

Гідроксипохідні вуглеводнів. Спирти, феноли, альдегіди: номенклатура, фізичні і хімічні властивості, добування. Токсична дія фенолу та його похідних на живі організми. Похідні фенолу як пестициди.

Карбонові кислоти: класифікація, характеристика деяких представників насичених аліфатичних моно- і дикарбонових кислот, ненасичених монокарбонових кислот. Етери, естери, реакції етери-

фікації і омилення. Жири, мила, поверхово-активні речовини (ПАР). Дія ПАР на живі організми, наслідки забруднення води ПАР.

Вуглеводи: класифікація, фізичні і хімічні властивості на прикладах глюкози, сахарози, крохмалю, целюлози. Процес фотосинтезу та його екологічне значення.

Нітрогеновмісні органічні сполуки. Нітросполуки, аміни, амінокислоти, білки: класифікація, властивості, біологічне значення.

Гетероциклічні сполуки як гербіциди: токсична дія, здатність замішувати піримідинові основи і змінювати структуру нуклеїнових кислот.

Генетичний зв'язок між неорганічними і органічними речовинами.

*Тема 8. Основи хімічного аналізу.* Аналітична хімія елементів. Аналітичні проблеми: зниження межі виявлення, підвищення точності, експресивність аналізу, локальність, мікро- і ультрамікро-аналіз.

Методи якісного аналізу. Розподіл катіонів на аналітичні групи за кислотно-лужною класифікацією. Класифікація аніонів та їх аналіз. Систематичний аналіз речовини.

Методи кількісного аналізу. Гравіметричний (ваговий) аналіз. Титриметричний аналіз. Обчислення в титриметричному аналізі. Метод нейтралізації (кислотно-основного титрування). Методи окиснення-відновлення. Методи комплексоутворення. Колориметричний аналіз. Хроматографічний та екстракційний методи аналізу. Потенціометричний аналіз.

Об'єкти довкілля: повітря, природні і стічні води, ґрунти; цілі та особливості їх аналізу. Визначення деяких основних екологічних показників повітря, води, ґрунту.

*Тема 9. Хімія довкілля.*

Предмет і завдання хімічної екології. Хімічна екологія атмосфери. Будова та склад атмосфери. Проблема озонового екрану, парниковий ефект. Пил і аерозолі, відпрацьовані гази: джерела їх надходження до атмосфери, вплив на біохімічні процеси та методи зменшення їх кількості.

Хімічна екологія гідросфери: середній елементарний склад поверхневих прісних вод суші і Світового океану; вплив антропогенних чинників на елементи гідросфери (забруднення важкими металами, органічними сполуками, теплове забруднення та ін.).

Хімічна екологія ґрунтів: пестициди і добрива в ґрунті; вплив важких металів на розвиток рослин; забруднення ґрунту при використанні мулу очисних споруд.

Токсичність предметів споживання: препарати для хімічної чистки і прання, косметичні і гігієнічні засоби.

Отже, освіта в галузі довкілля залишається не тільки напрямом розвитку змісту навчання, але й є одним із засобів збереження й розвитку людської цивілізації. Без екологічних знань не можливе цілісне усвідомлення природних, технічних, соціальних процесів, що відбуваються у довкіллі. Безумовно кожна фундаментальна природнича дисципліна, зокрема хімія, має екологічну складову. Подана програма являє собою інтегрований курс хімії, що охоплює знання фундаментальної хімії, біології, ґрунтознавства, агрохімії та загальної екології. Очевидно, що для вдосконалення змісту природничих дисциплін, зокрема хімії актуальним залишається питання окреслення та обґрунтування методологічної основи конструювання курсу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сельникова Г. В. Цілісність навколишнього світу / Г. В. Сельникова, Ю. Є. Колупаєв // Рідна школа. – 1993. – № 5. – С. 45–47.
2. Колупаєв Ю. Є. Курс органічної хімії: зв'язок з біологією та екологією / Ю. Є. Колупаєв, Г. В. Сельникова // Біологія і хімія в школі. – 1997. – № 1. – С. 14–17.
3. Мітрясова О. П. Хімічні основи екології / О. П. Мітрясова. – Київ; Ірпінь: ВТФ «Перун», 1999. – 192 с.
4. Мітрясова О. П. Хімія як складова базової природничої освіти студентів-екологів: навчальна експериментальна програма / О. П. Мітрясова // Проблеми освіти: наук.-метод. зб. – К.: Наук.-метод. центр вищої освіти, 2001. – Вип. 23. – С. 92–100.
5. Романова Н. В. Загальна хімія / Н. В. Романова. – Київ; Ірпінь: ВТФ «Перун», 1998. – 480 с.
6. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия: учебн. для студентов вузов / Н. С. Ахметов. – М.: Высшая школа, 1998. – 743 с.
7. Глинка Н. Л. Общая химия: учеб. пос. для вузов / Н. Л. Глинка. – М.: Интеграл-Прес, 2000 – 727 с.
8. Моисеев Н. Н. Историческое развитие и экологическое образование / Н. Н. Моисеев. – М.: МНЭПУ, 1995. – 56 с.
9. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
10. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Гюнтер Фелленберг; пер. с нем. А. В. Очкина. – М.: Мир, 1997. – 232 с.
11. Цитович И. К. Курс аналитической химии / И. К. Цитович. – М.: Высшая школа, 1994. – 495 с.

© Мітрясова О.П., 2010

Стаття надійшла до редколегії ???.?.2010 р.