

ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
ПРИРОДНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ГЕОГРАФІЇ

**ІНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
з освітньої компоненти
«ХІМІЧНА ЕКОЛОГІЯ»
Для підготовки здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**

Галузь знань	Природничі науки
Спеціальність	ЕЗ Хімія
Предметна спеціальність	-
Спеціалізація	-
Освітня програма	Хімія
Факультет	природничий

Автор: канд. біол. наук, доцент Ірина ОНИЩУК

Розглянуто та схвалено

на засіданні кафедри екології та географії
протокол від « » лютого 2026 р. № _
завідувач кафедри _____ Олександр ГАРБАР

Житомир – 2026

УДК 504:57.044+504.05 (075.8)

О-58

Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені Івана Франка (протокол № 5 від «27» лютого 2026 р.)

Рецензенти:

Юрій КАРПЕНКО – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології, географії та природокористування Національного університету «Чернігівський колегіум імені Т.Г. Шевченка»

Олександр МЕДВІДЬ – доктор філософії з екології, екологічний аудитор, директор ТОВ «ЕКО-МБ» .

Іван ХОМ'ЯК – доктор біологічних наук, професор кафедри екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка.

О-58 Онищук І. П. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять з освітньої компоненти «Хімічна екологія» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2026. 60 с.

Інструктивно-методичні матеріали містять рекомендації до лабораторних занять з освітньої компоненти «Хімічна екологія», є ефективним інструментом для формування у здобувачів вищої освіти системного уявлення щодо взаємодії хімічних речовин з компонентами довкілля, механізми їх міграції, трансформації та впливу на живі організми. Матеріали містять теоретичні відомості, методичні вказівки до виконання практичних завдань та лабораторних робіт, зразки оформлення результатів, питання для самоопрацювання, контрольні запитання та теми для рефератів. Особливу увагу приділено практичному застосуванню хімічних методів у моніторингу стану довкілля, аналізу забруднювачів та оцінці екологічних ризиків. Інструктивно-методичні матеріали рекомендуються для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, денної форми навчання, що здобувають освіту за спеціальністю ЕЗ Хімія.

©І.П. Онищук, 2026

©Житомирський державний університет
імені Івана Франка, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Заняття №1 (2 год) Тема: Загальні поняття та методи хімічної екології	6
Заняття № 2 (2 год). Тема: Хімічні елементи в біосфері. Основи вчення про біосферу. Біогеохімічні цикли.	10
Заняття № 3 (2 год). Тема: Механізми міграції та утримання мікроелементів в земній корі.	14
Заняття № 4 (2 год). Тема: Речовини забруднюючі довкілля, їх класифікація. Токсичність речовин. Стандарти якості середовища.	20
Заняття № 5 (4 год). Тема: Хімікоекологічні проблеми атмосфери, гідросфери та літосфери.	26
Заняття № 6 (2 год). Тема: Джерела радіоактивності. Природний фон випромінювання. Штучна радіоактивність, її джерела.	33
Заняття № 7 (2 год). Тема: Методи моніторингу стану довкілля. Сучасні екологічні кризи.	40
Перелік питань для підготовки до підсумкової модульної роботи	45
Тестові завдання за темами	47
Рекомендована література	54
Додатки	56

ВСТУП

Хімічна екологія є однією з ключових освітніх компонент підготовки фахівців-хіміків, її вивчення є важливим для формування у здобувачів вищої освіти системного уявлення щодо взаємодії хімічних речовин з компонентами навколишнього середовища, механізми їх міграції, трансформації та впливу на живі організми. В умовах зростаючого антропогенного навантаження та глобальних екологічних викликів, знання з хімічної екології набувають особливої актуальності для забезпечення сталого розвитку та охорони навколишнього середовища.

Інструктивно-методичні рекомендації до практичних занять спрямовані на поглиблення теоретичних знань і формування практичних навичок аналізу екотоксикологічних властивостей хімічних речовин, оцінювання рівня хімічного забруднення природних середовищ, а також моделювання екологічних ризиків. Лабораторні заняття сприяють розвитку аналітичного мислення, вмінню планувати та здійснювати лабораторні дослідження, використовувати сучасні методи екологічного моніторингу та інтерпретувати результати досліджень у контексті екологічної безпеки.

Рекомендації розроблено відповідно до освітньо-професійної програми спеціальності ЕЗ Хімія та орієнтовано на формування у здобувачів компетентностей, необхідних для професійної діяльності у сфері хімічного аналізу, екологічного аудиту, експертизи та наукових досліджень. Вони містять перелік теоретичних питань, основні поняття теми, тематику для реферативної роботи, методичні вказівки до виконання практичних завдань, контрольні запитання та завдання для самостійної роботи, тестові завдання, список необхідної наукової літератури та вимоги до контролю знань студентів.

Мета вивчення дисципліни: вивчення освітньої компоненти «Хімічна екологія» є формування у здобувачів вищої освіти знань про хімічну природу забруднювачів довкілля, їхню поведінку в екосистемах, механізми токсичної дії на біоту та людину, а також розвиток практичних умінь щодо виявлення, аналізу та оцінювання хімічного забруднення навколишнього середовища.

У процесі вивчення освітньої компоненти здобувачі повинні:

- Ознайомитися з основними джерелами хімічного забруднення довкілля та класифікацією забруднювачів.
- Вивчити механізми міграції, трансформації та акумуляції хімічних речовин у природних середовищах.
- Засвоїти принципи екотоксикології та методи оцінювання токсичності хімічних сполук.
- Опанувати методи виявлення та кількісного аналізу хімічних забруднювачів у воді, ґрунті, атмосферному повітрі та біологічних об'єктах.
- Навчитися застосовувати екологічні нормативи та критерії оцінки якості довкілля.
- Розвивати навички моделювання екологічних ризиків та прогнозування наслідків хімічного забруднення.
- Формувати екологічне мислення, відповідальне ставлення до природного середовища та готовність до професійної діяльності у сфері хімічної безпеки.

Після завершення вивчення дисципліни «Хімічна екологія» здобувачі повинні продемонструвати здатність:

- Застосовувати фундаментальні знання з хімії та екології для аналізу хімічного стану довкілля;
- Виконувати якісний і кількісний аналіз хімічних забруднювачів у різних компонентах навколишнього середовища з використанням сучасних методів;
- Інтерпретувати результати хімічного моніторингу та екотоксикологічних досліджень, робити обґрунтовані висновки щодо рівня екологічної безпеки;
- Оцінювати екологічні ризики, пов'язані з наявністю хімічних речовин у довкіллі, та пропонувати шляхи їх мінімізації;
- Користуватися нормативно-правовими актами, стандартами та методичними документами у сфері охорони довкілля;

- Працювати в команді, дотримуючись принципів академічної доброчесності, екологічної етики та професійної відповідальності;
- Самостійно планувати та здійснювати навчально-дослідну діяльність, спрямовану на вирішення прикладних екологічних проблем.

Оцінювання здобувачів вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про критерії та порядок оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти Житомирського державного університету імені Івана Франка згідно з Європейською кредитною трансферно-накопичувальною системою» https://zu.edu.ua/offic/ocinjuvannya_zvo.pdf.

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти за всіма видами навчальних робіт проводиться за поточним, модульним та підсумковим контролюми.

Кожен здобувач вищої освіти має виконати обов'язкові завдання передбачені інструктивно-методичними матеріалами до лабораторних занять, методичними рекомендаціями до організації самостійної та індивідуальної роботи здобувачів вищої освіти, силабусом, навчальною та робочою програмою освітньої компоненти.

№ заняття	Вид роботи:						Сумарна кількість балів
	ТП	ЗСПР	ЗСАР	ТЗ	ОЗ	ІНДЗ	
1	20	20	20	20	10	10	100
2	20	20	20	20	10	10	100
3	20	20	20	20	10	10	100
4	20	20	20	20	10	10	100
5	20	20	20	20	10	10	100
6	20	20	20	20	10	10	100
7	20	20	20	20	10	10	100
8	20	20	20	20	10	10	100

ТП – відповідь на теоретичні питання;

ЗСПР – виконання завдань самостійної позааудиторної роботи;

ЗСАР – виконання завдань самостійної аудиторної роботи;

ТЗ – виконання тестових завдань;

ОЗ – оформлення заняття;

ІНДЗ – перевірка індивідуальних завдань.

ЗАНЯТТЯ № 1

Тема: Загальні поняття екології. Предмет і завдання хімічної екології.

Мета: Ознайомитись з основними завданнями хімічної екології, основними законами та правилами. Вивчити особливості впливу екологічних факторів на життєдіяльність людини.

Основні поняття: екосистема, біоценоз, хімічна екологія, токсичність, кумуляція, біомагніфікація; персистентність, моніторинг, екологічні ризики.

Теоретичні питання:

1. Предмет, об'єкт і методи хімічної екології.
2. Завдання хімічної екології в контексті сучасних екологічних викликів.
3. Міждисциплінарні зв'язки хімічної екології з іншими науками (аналітичною хімією, токсикологією, геохімією, біоекологією).
4. Роль хімічної екології у формуванні екологічної політики та сталого розвитку.
5. Екологічні фактори, їх класифікація та характеристика.
6. Основні джерела антропогенного хімічного забруднення довкілля.
7. Методи екологічних досліджень.

Питання для самоопрацювання:

1. Історія екології. Зв'язки екології з іншими науками.
2. Розділи екології.
3. Основні екологічні закони і правила.

Контрольні питання:

1. Що таке екологія як наука? Які її основні завдання та функції?
2. Які етапи історичного розвитку екології як наукової дисципліни?
3. У чому полягає різниця між загальною, прикладною та хімічною екологією?
4. Що є об'єктом і предметом вивчення хімічної екології?
5. Які основні методи використовуються в хімічній екології?
6. Які чинники середовища впливають на живі організми? Як їх класифікують?
7. Що таке екосистема, біоценоз, біотоп, біосфера? Як вони взаємопов'язані?
8. Які існують джерела хімічного забруднення довкілля?
9. Як класифікують хімічні забруднювачі за походженням, токсичністю та стійкістю?
10. Що таке токсичність, кумуляція, біомагніфікація та персистентність хімічних речовин?
11. Які наслідки хімічного забруднення для екосистем і здоров'я людини?
12. Які завдання стоять перед хімічною екологією в умовах глобальних екологічних змін?
13. У чому полягає роль хімічної екології у формуванні екологічної політики?
14. Які науки тісно пов'язані з хімічною екологією? Наведіть приклади міждисциплінарних досліджень.
15. Як хімічна екологія сприяє досягненню цілей сталого розвитку?

Практичні завдання:

Завдання 1. Складіть схему зв'язку екології з дисциплінами природничонаукової, професійної та практичної підготовки.

Завдання 2. Визначте абіотичні, біотичні та антропогенні фактори, які впливають на організм людини при:

- роботі в хімічній лабораторії;
- роботі на атомній електростанції;
- роботі на підприємстві переробки нафтопродуктів;
- під час перебування в навчальному корпусі університету;
- проживанні в сільській місцевості;
- проживанні у великому місті.

Заповнити таблицю:

Обставини	Абіотичні	Біотичні	Антропогенні
робота в хімічній лабораторії;			

робота на атомній електростанції;			
робота на підприємстві переробки нафтопродуктів;			
під час перебування в навчальному корпусі університету;			
проживанні в сільській місцевості;			

Завдання 3. Розподіліть перераховані фактори середовища за категоріями – абіотичні, біотичні, антропогенні: а) хижацтво; б) вирубування лісів; в) вологість повітря; г) паразитизм; д) світло; е) будівництво електростанцій; є) тиск повітря; ж) конкуренція; з) викид вуглекислого газу підприємством; и) солоність води; і) симбіоз.

Заповнити таблицю:

Фактори	Абіотичні	Біотичні	Антропогенні
Вписати літери			

Завдання 4. Як впливають високі та низькі температури на життєдіяльність людини зокрема (вибрати правильні твердження, та вписати до таблиці):

- а) підсилюється тепловіддача,
- б) зменшується тепловіддача,
- в) знижується тепло продукція,
- г) збільшується теплопродукція,
- д) впадають у сплячку,
- е) виникає 15 заціпеніння,
- є) змінюється добова активність,
- ж) починають будувати сховища,
- з) активно уникають високої або низької температури?

Заповнити таблицю:

Фактори	Високі температури	Низькі температури
Реакції		

Завдання 5. Які значення абіотичних чинників є лімітуючими для людини? Навести приклади.

Завдання 6. Встановіть відповідність між екологічним фактором та його впливом на організм:

Екологічний фактор	Вплив на організм
--------------------	-------------------

1 - алкоголь; 2- наркотики; 3 - забруднення середовища; 4 - невагомість; 5 - автоматизація праці; 6 - перенаселення; 7 - будівництво великих міст	а) стомлення нервової системи в зв'язку з високою напругою під роботи; б) пригнічення діяльності кори мозку; в) викликає запалення дихальних шляхів, шкіри, внутрішніх органів; г) порушення орієнтації в просторі; д) поява агресивності, залежно від обставин, розладів нервової системи; е) агресивність, боротьба за існування
---	---

Завдання 7. Заповніть таблицю: «Характеристика антропогенних впливів на організм людини»

Антропогенний чинник	Джерело походження	Характер впливу на людський організм
Електромагнітне випромінювання		
Радіаційне випромінювання		
Шумове забруднення		
Токсиканти		
Вихлопні гази		
Органічні забруднювачі		
Важкі метали		

Питання для висновку:

1. Які екологічні фактори є домінуючими в контексті хімічної екології?
2. Які екологічні закони і правила безпосередньо регулюють взаємовідносини людини і довкілля?
3. Які методи дослідження застосовуються в хімічній екології?

Висновок: _____

Дата заняття: _____

Підпис викладача:

ЗАНЯТТЯ № 2

Тема: Хімічні елементи в біосфері. Основи вчення про біосферу. Біогеохімічні цикли.

Мета: узагальнити знання про екосистеми, охарактеризувати колообіг речовин та потік енергії в них, його тип ланки та закономірності, з'ясувати значення живих організмів в перетворенні оболонок землі та колообіг основних речовин: води, кисню, азоту, вуглекислого газу.

Основні поняття: біогеохімія; кругообіг; біосфера; біогенні елементи; біогеоцилрезервний фонд; обмінний фонд.

Теоретичні питання:

1. Поняття “біосфера”. Структура та межі біосфери.
2. Загальні характеристики організації біосфери.
3. Роль живої речовини у біосфері (функції та геохімічна робота живої речовини).
4. Хімічні елементи як основа живої та неживої природи.
5. Біогеохімічні цикли (Карбону, Оксигену, Нітрогену, Фосфору, Сульфуру), води, металів (Ca, K).
6. Антропогенний кругообіг речовин.
7. Ресурсний цикл.

Питання для самоопрацювання:

1. Еволюція біосфери
2. Енергетичний баланс біосфери.
3. Головні чинники, що забезпечують стійкість та здатність до саморегуляції біосфери.
4. Кругообіг біогенних елементів.
5. Геохімія та фізіологічна роль деяких макроелементів.
6. Геохімія та фізіологічна роль деяких мікроелементів.
7. Геохімія та фізіологічна роль деяких ультрамікроелементів.
8. Геохімічна роль мікроорганізмів, що здійснюють окисно-відновну функцію в обміні речовин.
9. Основні функції хімічних екорегуляторів.
10. Другорядні елементи в біосфері (цезій, стронцій, меркурій)

Контрольні питання:

1. Що таке біосфера? Які її межі та основні характеристики?
2. Які основні компоненти біосфери?
3. Яку роль відіграє жива речовина у формуванні біосфери?
4. Що таке біогеохімічні цикли?
5. Яке їх значення для сталості біосфери?
6. Які існують основні біогеохімічні цикли?
7. Які етапи включає біогеохімічний цикл хімічного елемента?
8. Які хімічні елементи є біогенними? Як вони класифікуються?
9. Яке значення мають макроелементи для живих організмів?
10. Яке значення мають мікроелементи для живих організмів?
11. Що таке геохімічна провінція та геохімічна аномалія?
12. Які наслідки порушення біогеохімічних циклів для екосистем?
13. Яким чином антропогенна діяльність впливає на біогеохімічні цикли?
14. Які методи використовуються для дослідження біогеохімічних процесів?
15. У чому полягає концепція сталого функціонування біосфери?
16. Яке місце займає хімічна екологія у вивченні біогеохімічних циклів?

Практичні завдання:

Завдання 1. Побудова схеми біогеохімічного циклу. Обрати один із біогеохімічних циклів (вуглецю, азоту, фосфору, сірки або кисню) та побудувати його схему з урахуванням:

- основних резервуарів (атмосфера, гідросфера, літосфера, біота);
- шляхів перенесення речовин (біотичних і абіотичних);
- впливу антропогенних факторів.

Форма подання: схема або інфографіка з коротким поясненням.

Завдання 2. Аналіз ролі хімічних елементів у живих організмах. Скласти таблицю, в якій для 14 хімічних елементів (P, S, Ca, K, Fe, Zn та додати інші хімічні елементи) вказати:

Елемент	Макро/мікро/ультрамікро	Біологічна функція	Джерела надходження в організм людини	Наслідки дефіциту	Наслідки надлишку
P					
S					
Ca					
K					
Na					
Fe					
Zn					

Завдання 3. Вивчення геохімічних провінцій України. На основі відкритих джерел (геохімічні карти, екологічні звіти) визначити:

- регіони України є геохімічними провінціями або аномаліями;
- елементи які переважають або дефіцитні в геохімічних провінціях або аномаліях;

Висновок: як переважання або дефіцит хімічних елементів впливає на сільське господарство чи промисловість?

Завдання 4. Розрахунок балансу вуглецю в умовному екосистемному об'єкті. На прикладі умовної екосистеми (ліс хвойний, озеро, лук, агроландшафт) оцінити:

- надходження вуглецю (фотосинтез, атмосферні опади);
- втрати (дихання, розкладання, антропогенне спалювання);
- зробити висновок про баланс (позитивний, негативний, нейтральний).

Приклад розрахунку балансу вуглецю в умовній екосистемі (на прикладі лісу):

Крок 1. Вибір екосистеми та площі. Мішаний ліс, площа — 1 гектар (10 000 м²)

Крок 2. Оцінка надходження вуглецю:

2.1. Фотосинтез (чиста первинна продукція, NPP). Це основне джерело фіксації вуглецю. Середнє значення NPP для мішаного лісу ≈ 5 т С/га/рік (тобто 5 тонн вуглецю фіксується рослинами на 1 гектар за рік)

2.2. Атмосферні опади (розчинений CO₂, органічні речовини). Орієнтовно: 0,1 т С/га/рік.

Загальне надходження вуглецю: NPP + атмосферні опади = 5 + 0,1 = 5,1 т С/га/рік

Крок 3. Оцінка втрат вуглецю.

3.1. Дихання рослин і ґрунтових мікроорганізмів (гетеротрофне + автотрофне). Орієнтовно: 3,5 т С/га/рік

3.2. Розкладання органіки (лісова підстилка, мертва деревина). Орієнтовно: 0,8 т С/га/рік

ЗАНЯТТЯ № 3

Тема: Механізми міграції та утримання мікроелементів в земній корі.

Мета: дослідити механізми трансформації, міграції та утримання мікроорганізмів в земній корі, сформулювати у здобувачів розуміння понять: екзотоксиканти, поліутанти, канцерогени, тератогени.

Основні поняття: міграція елементів, геохімічна міграція, мобільність елементів, комплексоутворення, окисно-відновні умови, гідротермальна міграція, седиментаційна міграція, розчинність

Теоретичні питання:

1. Типи просторового переміщення речовин в біосфері.
2. Класифікація хімічних елементів за їх здатністю до міграції.
3. Механізми міграції та утримання мікроелементів у земній корі.
4. Типи міграції хімічних елементів в біосфері.
5. Гуміфікація. Гумусові речовини як головні комплексоутворювачі в біосфері.
6. Компоненти гумусу. Біосферні функції та біогеохімічна роль гумусових речовин.

Питання для самостійного вивчення:

1. Сфери використання гумусових кислот.
2. Структурні характеристики та властивості гумусових кислот.
3. Гумінові і фульвокислоти, їх вміст у ґрунтах та поверхневих водах.

Тематика рефератів:

1. Геохімічні особливості міграції мікроелементів у Поліссі України
2. Міграція мікроелементів у зонах техногенного навантаження (на прикладі Житомирського Полісся)
3. Біогеохімічні особливості утримання мікроелементів у чорноземах України
4. Вплив гірничодобувної промисловості на геохімічну міграцію мікроелементів (на прикладі гранітних карерів регіону).
5. Міграція важких металів у зоні впливу промислових підприємств
6. Геохімічні аномалії мікроелементів: природні та техногенні джерела
7. Вивітрювання як джерело мобілізації мікроелементів у зоні гіпергенезу
8. Вплив сільськогосподарської діяльності на міграцію мікроелементів у ґрунтах
9. Міграція мікроелементів у зонах полігонів твердих побутових і промислових відходів
10. Методи дослідження форм зв'язування мікроелементів у ґрунтах і осадах
11. Екологічні наслідки підвищеної мобільності токсичних мікроелементів (Pb, Cd, Hg).

Геохімічна міграція мікроелементів: форми, механізми, класифікація

12. Вплив рН та окисно-відновного потенціалу на мобільність мікроелементів
13. Сорбція як механізм утримання мікроелементів у ґрунтах і гірських породах
14. Роль глинистих мінералів та оксидів у фіксації мікроелементів
15. Геохімічні бар'єри: типи, механізми дії, екологічне значення
16. Біогеохімічна міграція: участь мікроорганізмів у трансформації мікроелементів
17. Колоїдна міграція мікроелементів у природних водах: значення та особливості
18. Комплексоутворення як фактор мобільності мікроелементів у геологічному середовищі

Контрольні питання:

1. За якими критеріями класифікують забруднюючі середовище речовини?
2. Що таке міграція хімічних елементів?
3. В яких фазах складових навколишнього середовища проходить міграція хімічних елементів?
4. Як Ви розумієте суть поняття “міграційна здатність”?
5. В чому полягає гіпогенна міграція хімічних елементів?
6. У чому полягає супергенна міграція хімічних елементів?
7. У чому полягає третинна міграція хімічних елементів?
8. У чому полягає біогенна міграція хімічних елементів?
9. У яких формах проявляється діяльність живої речовини у біосфері?

10. Що таке геохімічна міграція мікроелементів? Які її основні типи?
11. Які фактори впливають на мобільність мікроелементів у земній корі?
12. Що таке сорбція і як вона впливає на утримання мікроелементів у ґрунтах і породах?
13. Яку роль відіграють окисно-відновні умови в міграції мікроелементів? *Наведіть приклади зміни валентного стану (наприклад, $Fe^{2+} \leftrightarrow Fe^{3+}$).*
14. Що таке геохімічний бар'єр?
15. Які бувають типи бар'єрів?
16. Які мінерали є основними носіями мікроелементів у земній корі?
17. Що таке біогеохімічна міграція? Які організми беруть у ній участь?
18. Які процеси сприяють утворенню геохімічних аномалій мікроелементів?
19. Які особливості міграції мікроелементів у зоні гіпергенезу?
20. Як впливає кислотність середовища на розчинність і міграцію мікроелементів? *Поясніть на прикладах Zn, Cu, Al.*
21. Які методи використовуються для вивчення форм зв'язування мікроелементів у ґрунтах і породах?
22. Які наслідки має підвищена мобільність мікроелементів для довкілля та здоров'я людини?
23. Які приклади техногенного впливу на міграцію мікроелементів у геологічному середовищі?

Практичні завдання:

1. Розв'язати задачі:

Задача 1. Повітря в лісі має більше кисню і фітонцидів, ніж в містах. Гектар лісу за рік очищує 18 млн м³ повітря, за годину поглинає стільки карбон (II) оксиду, скільки видихає 200 людей. Фітонциди берези та тополі вбивають бактерії через 20 хв., сосни та дубу – через 15 хв. Як можна використовувати ці властивості? Обчисліть об'єм повітря, яке залишилося неочищеним (за рік), якщо внаслідок вирубки було знищено 50 гектарів лісу.

Задача 2. Визначте кількість молекул, що містяться в 1г води та 1г кисню. Порівняйте отримані результати.

Задача 3. Щоб зберегти деревину від гниття застосовують цинк хлорид. Визначте кількість речовини та масу цинк хлориду, якщо відомо, що число молекул сполуки $12,04 \cdot 10^{23}$.

Задача 4. Визначте молекулярну формулу речовини, яка входить до складу екзоскелета аконтарій (найпростіших морських тварин), якщо масові частки елементів, що містяться в ній, становлять: Стронцію – 47,83%, Сульфуру – 17,39%, Оксигену – 34,78%.

Задача 5. Для того щоб тісто піднімалось та було пухким, використовують CO_2 , який утворюється внаслідок реакції питної соди з харчовим оцтом. Визначте масу 9%-го розчину столового оцту, що потрібно взяти для повної нейтралізації однієї чайної ложки (5г) харчової соди.

Задача 6. Звичайна крапля дощу масою 500 мг під час падіння з висоти 1м поглинає речовини з 16дм³ повітря. У результаті 1дм³ дощової води містить 100мг домішок. Розрахуйте масову частку домішок у цій дощовій воді.

Задача 7. Накопичення карбон (IV) оксиду в атмосфері призводить до виникнення парникового ефекту. Який об'єм CO_2 виділяється в атмосферу при спалюванні на сміттєзвалищі 100шт поліетиленових пакетів масою 10г?

Задача 8. На Роздольському комбінаті з виробництва сульфатної кислоти (H_2SO_4) за рік фільтрами затримано оксид сульфуру (IV) 10,18т. Скільки тон сульфатної кислоти можна отримати, якщо втрати становлять 6%?

Завдання 2. Виконати лабораторну роботу:

Тема: Визначення кислотності і токсичності опадів

Мета: визначити ступінь кислотності і забрудненості шкідливими речовинами опадів у різних зонах міста, селища.

Обладнання: посуд для збирання і збереження води; випарювальні чашки; водяна баня; чашки Петрі; пінцет; індикаторний папір.

Матеріал: природні опади; декілька видів дрібного насіння

Теоретичні відомості. Хімічний склад атмосферних опадів значною мірою залежить від характеру забруднення повітря в конкретному регіоні. У районах, де домінує діяльність металургійних підприємств, опади, як правило, мають виражену кислотну реакцію. Натомість у зонах, де в атмосферу потрапляють лужні викиди (наприклад, від цементних або хімічних заводів), опади можуть набувати лужного характеру.

Кислотні опади є наслідком природного процесу самоочищення атмосфери. Вони утворюються в результаті хімічної взаємодії атмосферної вологи з оксидами сірки (SO_2) та азоту (NO_x), які надходять у повітря переважно з антропогенних джерел. Утворені в атмосфері сірчана (H_2SO_4) та азотна (HNO_3) кислоти розчиняються в дощовій або сніговій воді, знижуючи її рН і спричиняючи підкислення опадів.

За оцінками, щорічні глобальні антропогенні викиди оксидів сірки та азоту перевищують 255 мільйонів тонн. Така масштабна емісія призводить до закислення ґрунтів,

водних об'єктів і біосфери загалом. У ґрунтах під дією кислотних опадів відбувається вилугування не лише життєво важливих поживних елементів (калію, кальцію, магнію), а й вивільнення токсичних металів, зокрема алюмінію. Ці метали, потрапляючи в біологічні ланцюги, можуть накопичуватися в рослинах і ґрунтових організмах, порушуючи їхню життєдіяльність.

Кислотні опади також знижують стійкість рослин до абіотичних стресів — посухи, хвороб, забруднення. Вважається, що саме вони стали однією з головних причин деградації лісів у Європі: близько 20% лісових масивів зазнали значного пошкодження. Основний механізм цього впливу полягає у виснаженні ґрунтів, зменшенні доступності поживних речовин і підвищенні концентрації токсичних іонів, зокрема алюмінію, який пригнічує розвиток мікрофлори.

Особливо вразливими до дії кислотних опадів є мікоризні гриби, що живуть у симбіозі з кореневою системою хвойних дерев. Високий вміст нітритів у ґрунті порушує їхню життєдіяльність, що призводить до зниження здатності дерев поглинати воду та поживні речовини, а також до втрати природного захисту від патогенів.

Окрім екологічних наслідків, кислотні опади чинять руйнівну дію на об'єкти інфраструктури. Вони прискорюють корозію металів, руйнують бетон, камінь і інші будівельні матеріали, що знижує довговічність споруд і потребує додаткових витрат на їхнє обслуговування.

Хід роботи:

Підготовчий етап

1. Збір зразків:

Зібрати свіжі зразки дощової води або снігу одразу після випадіння в різних промислових районах. Кожну пробу промаркувати відповідним номером або кодом місця відбору.

2. Концентрування зразків шляхом випарювання:

- Випарювання проводити поступово, підливаючи нові порції зібраної рідини у випарювальні чашки, розміщені на водяній бані.
- Загальний об'єм, який необхідно випарити, становить приблизно 600 мл.
- За відсутності лабораторного обладнання можна використати побутові альтернативи: замість чашок — невеликі керамічні блюдця, а замість водяної бані — високі металеві банки з водою на дні.

3. Обробка осаду:

Після завершення випарювання до залишку в чашці додають кілька крапель дистильованої води. Осад ретельно розтирають скляною паличкою до утворення однорідної суспензії.

4. Отримання концентрованого розчину:

Отриману суспензію переливають у пробірку. Об'єм має доводити до 6 мл — таким чином концентрація розчинених речовин у зразку зростає приблизно у 100 разів порівняно з початковим.

Етап 1. Визначення кислотності (рН) атмосферних опадів

1. Відібрати 1 мл концентрованого розчину в окрему пробірку.
2. Помістити в пробірку смужку універсального індикаторного паперу.
3. Після зміни кольору індикатора порівняти його з кольоровою шкалою, що додається до набору.
4. Зафіксувати значення рН для кожного зразка та зробити висновки щодо кислотності опадів у відповідних зонах.

Орієнтовна інтерпретація результатів:

Значення рН	Характер опадів	Інтерпретація
< 5,5	Кислі	Висока ймовірність впливу промислових викидів (SO ₂ , NO _x)
5,5–6,5	Слабокислі	Помірне забруднення або природне підкислення
6,5–7,5	Нейтральні	Відносно чисте середовище
> 7,5	Лужні	Можливий вплив лужних викидів (цементні, хімічні підприємства)

Етап 2. Визначення токсичності опадів

Для оцінки токсичної дії атмосферних опадів на проростання насіння проводиться біотестування, що включає **дві паралельні серії дослідів**: експериментальну та контрольну.

А. Експериментальна серія:

1. У стерильні чашки Петрі на дно поміщають кружальця фільтрувального паперу.
2. На кожне кружальце наносять по 5 мл концентрованого розчину атмосферних опадів, отриманого на підготовчому етапі.
3. У кожну чашку Петрі викладають приблизно 50 дрібних насінин (наприклад, гірчиці, редису або маку).
4. Чашки накривають кришками та поміщають у термостат або тепле місце з температурою +25...+26 °С.
5. Протягом 24, 36, 48 та 72 годин здійснюють спостереження за проростанням насіння. Кількість пророслих насінин фіксують у таблиці.

Б. Контрольна серія

Контрольні досліди проводяться за аналогічною схемою, але замість розчину опадів використовують **дистильовану воду**.

Після завершення 72-годинного періоду пророщування визначають середній відсоток схожості насіння в контрольній групі, приймаючи його за **100%**. Наприклад проросло 42 із 50.

Обробка результатів

Для кожної експериментальної проби визначають відсоток пророслого насіння на 72-гу годину відносно контрольної серії, тобто ступінь токсичності. Використовуючи формулу:

$$СТ = (N_{екс} / N_{конт}) * 100\%$$

СТ – ступінь токсичності;

N_{екс} — кількість пророслого насіння в експериментальній пробі (з опадами);

N_{конт} — кількість пророслого насіння в контрольній пробі (з дистильованою водою);

Отримані значення дозволяють оцінити **ступінь токсичності опадів** за наступною шкалою:

Відсоток проростання (відносно контролю)	Ступінь токсичності
100%	Відсутня токсичність
80–90%	Дуже слабка токсичність
60–80%	Слабка токсичність
40–60%	Середній рівень токсичності
20–40%	Висока токсичність
0–20%	Дуже висока токсичність, близька до летальної

Результати проведених досліджень записують у таблицю:

	Проведені дослідження						
	Досліджувані параметри опадів	Отримані результати зразків					
		1	2	3			
	РН						
1							
2							
3							
	Токсичність	К	Е	К	Е	К	Е
1							
2							
3							

*К – контроль;

Е – значення отримані в експерименті

Питання до висновку:

1. Яким чином утворюються кислотні опади?
2. У чому полягає негативний вплив від кислотних опадів?
3. Чи може бути дощ шкідливим?
4. Як забруднені опади впливають на рослинні організми?
5. Що є причинами кислотних опадів?
6. Напишіть рівняння реакцій, за якими утворюються кислотні опади
7. Складіть схему біохімічних процесів кислотних опадів.
8. Який із джерел збільшення сірки в атмосфері є причиною утворення кислотних опадів і відносить до антропогенних – вулканічна діяльність чи викиди відходів металургійного комбінату?

Висновок: _____

Дата заняття: _____

Підпис викладача:

ЗАНЯТТЯ № 4

Тема: Токсичність речовин. Стандарти якості середовища.

Мета: сформувати у здобувачів розуміння понять: екзотоксиканти, полютанти, канцерогени, тератогени їх походження та значення для здоров'я та життєдіяльності людини.

Основні поняття: токсичність, гостра токсичність, ЛД₅₀ (летальна доза 50%), кумуляція, ПДК (припустима добова кількість), МДУ (максимально допустимий рівень), екотоксикологія, нормативи якості середовища, шляхи надходження токсикантів.

Теоретичні питання:

1. Види забруднення навколишнього середовища.
2. Речовини забруднюючі довкілля, їх класифікація
3. Ксенобіотики. Полютанти. Екотоксиканти. Екзогенні речовини.
4. Канцерогени (циклічні ароматичні вулеводи, гетероциклічні ароматичні вуглеводи, ароматичні аміни, аміноазосполуки, нітросполуки, лактони, епоксиди, гепатотоксичні сполуки, етери карбомінової кислоти, сполуки металів).
5. Суперекотоксиканти.
6. Мутагени. Тератогени.
7. Трансформація полютантів.

Питання для самостійного вивчення:

1. Поняття про ендоекологію, ендотоксикологію.
2. Джерело та наслідки дії органічних та неорганічних токсикантів на організм людини.
3. Закономірності, що визначають ступінь токсичності речовин.
4. Токсичний ефект важких металів.
5. Методи визначення токсичності у воді, ґрунті та повітрі
6. Роль екологічного моніторингу у виявленні токсичних речовин у середовищі
7. Вплив токсичних речовин на мікробіоту ґрунтів: наслідки для родючості
8. Токсичність атмосферних опадів у промислових регіонах: методи оцінки
9. Екотоксикологічна оцінка якості середовища в зоні техногенного навантаження

Тематика рефератів:

1. Поняття токсичності: класифікація, механізми дії та фактори впливу
2. Гостра і хронічна токсичність: порівняльна характеристика
3. Кумуляція токсичних речовин: біологічне значення та екологічні наслідки
4. Летальна доза (LD₅₀) як показник токсичності: методи визначення та інтерпретація
5. Біотестування як метод оцінки токсичності речовин у лабораторних умовах
6. Гранично допустимі концентрації (ГДК): принципи встановлення та сфери застосування
7. Стандарти якості атмосферного повітря: національні та міжнародні підходи
8. ГДК у водному середовищі: вплив на водні екосистеми та здоров'я людини
9. Нормування токсичних речовин у ґрунтах: екологічні та агрономічні аспекти
10. Порівняльний аналіз екологічних стандартів ЄС, США та України
11. Важкі метали як токсиканти: джерела, шляхи міграції, вплив на біоту
12. Пестициди в навколишньому середовищі: токсичність, біокумуляція, регулювання
13. Токсичність нітратів і нітритів: вплив на здоров'я людини та джерела надходження
14. Радіонукліди як екотоксиканти: особливості дії та нормування
15. Органічні забруднювачі (діоксини, ПХБ): токсичність і глобальні екологічні ризики.

Контрольні питання:

1. Які види забруднення навколишнього середовища Ви знаєте?
2. Дати визначення поняттям: ксенобіотики, полютанти, екотоксиканти, екзогенні речовини.
3. Наведіть приклади речовин канцерогенів.
4. Наведіть приклади речовин суперекотоксикантів.
5. Наведіть приклади речовин тератогенів.
6. Наведіть приклади канцерогенних ПАВ.
7. Наведіть приклади канцерогенних гетероциклічних ароматичних вуглеводів.

8. Наведіть приклади канцерогенних ароматичних амінів.
9. Наведіть приклади канцерогенних аміноазосполук.
10. Наведіть приклади канцерогенних нітрозосполук.
11. Наведіть приклади канцерогенних лактонів, епоксидів.
12. Наведіть приклади канцерогенних гепатотоксичних сполук, етерів карбонінової кислоти.
13. Наведіть приклади канцерогенних сполук металів.
14. Що таке токсичність речовини? Які фактори визначають її силу дії?
15. У чому полягає різниця між гострою та хронічною токсичністю?
16. Що таке LD₅₀ і як цей показник використовується в токсикології?
17. Які основні шляхи надходження токсикантів в організм людини?
18. Як впливає доза речовини на характер токсичної дії?
19. Що таке кумуляція і які речовини мають здатність до накопичення?
20. Що таке гранично допустима концентрація (ГДК)? Як вона визначається?
21. Яка різниця між ГДК у повітрі, воді та ґрунті?
22. Що таке припустима добова кількість (ПДК) і як вона пов'язана з безпечним споживанням продуктів?
23. Які наслідки для екосистем може мати перевищення ГДК важких металів у ґрунті?
24. Як біотестування допомагає оцінити токсичність речовин у лабораторних умовах?
25. Які міжнародні організації встановлюють стандарти якості середовища (наприклад, WHO, EU, EPA)?
26. Чому одна й та сама речовина може бути безпечною в малих дозах і токсичною в більших?
27. Як впровадження екологічних стандартів впливає на зниження ризиків для здоров'я населення?
28. Які труднощі виникають при встановленні ГДК для нових хімічних речовин?

Практичні завдання:

Завдання 1. Заповнити таблицю «Характеристика основних канцерогенів»

Клас канцерогенів	Вплив на організм	Джерела
циклічні ароматичні вуглеводи		
гетероциклічні ароматичні вуглеводи		
ароматичні аміни		
аміноазосполуки		
нітрозосполуки		
лактони		
епоксиди		
гепатотоксичні сполуки		
етери карбонінової кислоти		
сполуки металів		
Оксиди нітрогену		
Оксиди сульфуру		

Завдання 2. Заповнити таблицю «Характеристика забруднень за впливом»

Вид забруднення за впливом	Характер впливу	Джерела забруднення
Механічне		
Хімічне		

Завдання 3. Заповнити таблицю «Класифікація шкідливих речовин за походженням»

Види шкідливих речовин		Характеристика	Приклади
Токсиканти природного походження	Біологічного походження	Бактеріальні токсини	
		Рослинні отрути	
		Отрути тваринного походження	
	Неорганічні сполуки		
Органічні сполуки небіологічного походження			
Синтетичні токсиканти			

Завдання 4. Виконати лабораторну роботу

Тема: Визначення вмісту нітритів та нітратів у харчових продуктах

Мета: оволодіти уміннями та навичками, пов'язаними із визначенням вмісту нітритів та нітратів у харчових продуктах.

Обладнання: нітромір, набір харчових продуктів (овочі, фрукти), скальпель

Об'єкт дослідження: харчові продукти.

Теоретичні відомості. Азот є одним із ключових макроелементів, необхідних для нормального росту та розвитку рослин. Він входить до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, хлорофілу та інших біологічно активних сполук. Основним джерелом азоту для рослин є мінеральні азотні добрива, які надходять до рослин переважно через кореневу систему. Поглинуті азотні сполуки включаються в метаболічні процеси, зокрема в біосинтез амінокислот і білків, що забезпечує формування тканин і органів.

Однак за несприятливих умов, таких як надмірне внесення добрив, порушення строків їх застосування, дефіцит освітлення або температури, а також незбалансоване азотне живлення, відбувається порушення метаболічної рівноваги. Це призводить до накопичення вегетативними органами рослин нітратів (солей азотної кислоти) та нітритів (солей азотистої кислоти), які не встигають перетворюватися на органічні сполуки. Надлишкове застосування азотних добрив також сприяє забрудненню ґрунтових вод і водоєм, що зумовлює розширення зон екологічного ризику та зниження якості сільськогосподарської продукції.

Рослини різних видів і сортів характеризуються неоднаковою здатністю до накопичення нітратів. Найвищі концентрації цих сполук виявляються у представників родин Cucurbitaceae (гарбузові), Brassicaceae (капустяні) та Apiaceae (селерові). Особливо високий вміст нітратів спостерігається в листових овочах (шпинат, салат), тоді як у плодах томатів, баклажанів, винограду та яблук їхній рівень є значно нижчим.

Вміст нітратів у рослинах розподіляється нерівномірно. Зокрема:

- у листках петрушки, селери та кропу вміст нітратів на 50–60% нижчий, ніж у стеблах;
- у суцвіттях цвітної капусти — на 70% менший, ніж у кочережці;
- у листових пластинах білокачанної капусти — на 30–40% менший, ніж у черешках, і на 60–70% менший порівняно з кочережкою;
- у верхній частині коренеплоду моркви — на 80% менше нітратів, ніж у серцевині;
- у шкірці огірків і редиски — на 70% більше нітратів, ніж у внутрішніх тканинах;
- у серцевині та кінчику столового буряку — у 10 разів більше нітратів, ніж у центральній частині;
- у плодоніжці кабачка — у 2 рази більше нітратів, ніж у верхній частині плоду;
- у баклажанах різниця між зонами накопичення може сягати восьмикратного перевищення.

Таким чином, видалення зовнішніх частин овочів (шкірки, кочережок, кінчиків) є ефективним способом зниження вмісту нітратів у харчових продуктах.

Селекційна робота дозволила створити сорти овочевих культур із низькою здатністю до накопичення нітратів і нітритів. Їх вирощування є перспективним напрямом у забезпеченні населення безпечною та якісною продукцією.

Споживання продуктів із підвищеним вмістом нітратів становить ризик для здоров'я людини. Одним із можливих наслідків є розвиток метгемоглобінемії — патологічного стану, при якому гемоглобін втрачає здатність ефективно транспортувати кисень. Це призводить до гіпоксії, що проявляється задишкою, особливо під час фізичних навантажень.

У побуті споживачі часто не мають змоги візуально визначити вміст нітратів у продуктах. Більше того, овочі з високим вмістом нітратів нерідко мають привабливий зовнішній вигляд і великі розміри. Тому важливо дотримуватися агротехнічних рекомендацій, обирати сорти з низькою здатністю до накопичення нітратів, а також застосовувати побутові методи зменшення їх вмісту — зокрема, очищення поверхневих шарів плодів перед споживанням.

Треба запам'ятати:

- миття овочів зменшує вміст нітратів на 10-15% від початкової кількості;
- вимочування у воді протягом двох годин – на 20%;
- відварювання у воді (40 хвилин) – на 50-80%;
- тушкування – на 10%;
- підсмажування на жирі зменшує нітрати на 40-60%.

Хід роботи

1. Ознайомитися з приладом і принципами роботи нітроміра.
2. За допомогою нітроміра визначити кількість нітратів у зразках (для кожного зразку бажано робити по 3 заміри).
3. Результати записати до таблиці.

Досліджуван а рослина	Частина рослини	Кількість нітратів у мг/кг	Висновок щодо якості рослини
Огірок	шкірка		
	серцевина		
Капуста	серцевина		
	основа листка		
	листок		
Помідор	шкірка		
	серцевина		
Виноград	шкірка		
	серцевина		

4. За результатами кожного виміру зробити висновок щодо якості досліджуваних продуктів з точки зору вмісту нітратів.
5. Виходячи з того, що припустима добова норма нітратів становить 5 мг на 1 кг ваги людини на добу, розрахуйте, яку загальну масу, запропонованих продуктів можна спожити, не перевищуючи припустиму добову норму нітратів:

Огірки _____

Капуста _____

Помідор _____

Виноград _____

Питання для висновку:

1. Яким чином відбувається накопичення нітратів і нітритів в овочах і фруктах?
2. Що треба робити аби запобігти накопиченню нітратів і нітритів у харчових продуктах?
3. Які овочі здатні більше всього накопичувати нітрати і нітрити?
4. Чому споживання овочів з надлишковою кількістю солей азотної кислоти є небезпечним для людини?
5. Які чинники можуть призвести до накопичення нітратів в овочах і фруктах?

*Для написання висновків використовуйте дані Додатку 2.

ЗАНЯТТЯ №5

Тема: Хімікоекологічні проблеми атмосфери, гідросфери та літосфери

Мета: Сформуванати у здобувачів освіти цілісне уявлення про хімікоекологічні проблеми основних геосфер Землі, розкрити механізми хімічного забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери, їхні наслідки для довкілля та здоров'я людини, а також ознайомити з сучасними підходами до моніторингу та зменшення антропогенного навантаження.

Основні питання: атмосферні забруднювачі, кислотні опади, озонові діри, гідросферне забруднення, літосферне забруднення, техногенні геохімічні аномалії, моніторинг довкілля.

Теоретичні питання:

1. Хімічне забруднення атмосфери: джерела, склад і наслідки
2. Хімічне забруднення поверхневих і підземних вод: основні типи та джерела
3. Хімічне забруднення ґрунтів: джерела, типи токсикантів, екологічні наслідки
4. методи для виявлення хімікоекологічних проблем атмосфери, гідросфери та літосфери

Питання для самоопрацювання:

1. Кислотні опади: механізм утворення, вплив на екосистеми та інфраструктуру
2. Фотохімічний смог: хімічна природа, умови виникнення, екологічні ризики
3. Озонова діра: причини руйнування озонового шару та глобальні наслідки
4. Методи очищення води від хімічних забруднювачів: сучасні підходи
5. Вплив мінеральних добрив і пестицидів на хімікоекологічний стан ґрунтів

Тематика рефератів:

1. Вплив викидів транспорту на хімікоекологічний стан повітря в містах
2. Евтрофікація водойм: роль біогенних елементів і наслідки для водних екосистем
3. Важкі метали у водному середовищі: токсичність, міграція, біоаккумуляція
4. Пестициди у воді: шляхи надходження, вплив на біоту та людину
5. Біоіндикація стану ґрунтів: методи та практичне значення
6. Взаємозв'язок хімічного забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери
7. Стійкі органічні забруднювачі (СОЗ): глобальна загроза для довкілля
8. Мікропластик у природних середовищах: джерела, розповсюдження, вплив
9. Хімікоекологічні аспекти зміни клімату: роль парникових газів
10. Міжнародне співробітництво у подоланні хімікоекологічних проблем (Протоколи, конвенції, ініціативи)

Контрольні питання:

1. Які основні джерела хімічного забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери?
2. Які хімічні речовини є основними забруднювачами атмосферного повітря?
3. Що таке кислотні опади? Які хімічні реакції лежать в основі їх утворення?
4. Як утворюється фотохімічний смог і які його екологічні наслідки?
5. Яку роль відіграють оксиди азоту та сірки в атмосферних процесах?
6. Які наслідки має руйнування озонового шару для біосфери?
7. Які типи хімічного забруднення характерні для поверхневих і підземних вод?
8. Як впливають пестициди, важкі метали та нафтопродукти на водні екосистеми?
9. Що таке евтрофікація? Які хімічні речовини її спричиняють?
10. Які методи використовуються для оцінки хімічного стану водного середовища?
11. Які хімічні речовини найчастіше забруднюють ґрунти?
12. Як відбувається міграція токсичних елементів у ґрунтового профілі?
13. Які екологічні наслідки має застосування мінеральних добрив і пестицидів у сільському господарстві?
14. Що таке техногенні геохімічні аномалії і як вони формуються?
15. Як хімічне забруднення однієї природної оболонки впливає на інші (наприклад, атмосфери на гідросферу)?
16. Які глобальні хімікоекологічні проблеми є спільними для всіх середовищ (наприклад, важкі метали, мікропластик, стійкі органічні забруднювачі)?

17. Які міжнародні угоди та програми спрямовані на зменшення хімічного забруднення довкілля?

18. Які методи моніторингу використовуються для виявлення хімічних забруднювачів у різних середовищах?

19. Які шляхи мінімізації хімікоекоекологічного навантаження на довкілля в умовах сталого розвитку?

Практичні завдання:

Завдання 1. Розв'язати задачі

Задача 1. На заводах України з виробництва сульфатної кислоти (H_2SO_4) отримано за рік 28млн тон піритних огарків, які містять 37% заліза. Яку масу заліза з них можна додатково одержати?

Задача 2. На мідеплавильних заводах вловлюють сірководень, який переробляють в оксид сульфуру (IV). Який об'єм SO_2 може утворитися з 113000м³ сірководню?

Задача 3. На коксохімічному заводі фільтрами вловили амоніак, для нейтралізації якого використали 800 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою HNO_3 32%. Який об'єм амоніаку вловили фільтрами?

Задача 4. При очищенні попутних газів виділяють азот, який потім каталітично окислюють для добування нітратної кислоти, яку її можна добути з утвореного при окисленні оксиду нітрогену (IV) масою 8,2т.

Задача 5. Амоніак, добутий з коксового газу, пропустили крізь розчин нітратної кислоти з концентрацією 42%. Добули 300кг нітрат амонію. Визначте масову частку виходу амоній нітрату.

Задача 6. Який об'єм карбон (IV) оксиду виділиться, якщо спалили 10кг дров в кисні об'ємом 20дм³ ?

Задача 7. Обчислити об'єм карбон (IV) оксиду, що виділиться при взаємодії 1,0 кг вапняку, що містить 10% домішок, з надлишком хлоридної кислоти.

Задача 8. Збільшення концентрації графітного пилу призводить до захворювання органів дихання. Концентрація графітного пилу до очищення становила 1781мг/м³ , а після очищення повітря – 42мг/м³ . Обчисліть ступінь очищення повітря від графітного пилу.

Задача 9. Фтороводень, який міститься в газоподібних відходах, вловлюють фільтрами та поглинають розчином їдкого натру з масовою часткою NaOH 5%. Скільки кілограмів фтороводню отримали на заводі за добу, якщо для використано розчин їдкого натру масою 2,0т?

Задача 10. Обчисліть масу кальцій оксиду, який потрібно використати для поглинання хлороводню масою 16,6кг.

Завдання 2. Виконати лабораторну роботу №1

Тема: Вивчення впливу газоподібних викидів підприємств на рослинні організми

Мета: Встановити характерні морфологічні зміни у рослинних організмів, спричинені впливом газоподібних викидів хімічних підприємств, залежно від відстані до джерела забруднення.

Обладнання: визначники рослин, зразки рослин або їх частин, зібрані на різних відстанях від промислових об'єктів, лупа або мікроскоп для вивчення мікроскопічних змін, таблиці ознак ураження рослин

Об'єкт дослідження: Рослинні організми, що зростають у зонах впливу хімічних підприємств, зокрема дерева, чагарники та трав'янисті види, чутливі до газоподібних забруднювачів.

Теоретичні відомості. Атмосферне повітря, забруднене сумішшю газоподібних речовин і твердих частинок (зокрема пилу, оксидів сірки, азоту, фтороводню, аміаку), чинить комплексний вплив на рослинні організми. Ці забруднювачі здатні викликати як макроскопічні, так і мікроскопічні зміни в анатомічній будові та фізіологічному стані рослин. Основні типи пошкоджень рослин під впливом атмосферних забруднювачів:

I. Зміна забарвлення листя. У молодих рослин під дією важких металів розвивається хлороз — бліде забарвлення листя між жилками. Сірчистий газ (SO_2) спричиняє почервоніння листя, наприклад, у смородини. Хлориди викликають пожовтіння листя, що часто спостерігається у декоративних деревах.

II. Некротичні ураження. Озон (O_3) викликає появу сріблястих плям у тютюну та сірих плям із металевим блиском у картоплі. Ураження фтороводнем (HF) призводить до некрозу кінчиків листя у гладіолуса та появи бурочервоних смуг у абрикоса.

III. Передчасне опадання листя. Найчастіше спостерігається у липи та кінського каштана під впливом хлоридів.

IV. Мікроскопічні зміни. Газоподібні токсиканти спричиняють зменшення товщини епідермісу, збільшення кількості продихів, потовщення кутикули та посилення опушення листя.

Хід роботи:

1. Вибір об'єктів спостереження: Для проведення дослідження обираються три дослідні ділянки:

1. Ділянка №1 — безпосередня зона впливу, розташована поблизу хімічного підприємства (може бути обрана біля будь-якого об'єкта з характерними викидами);
2. Ділянка №2 — територія, що знаходиться на відстані приблизно 5 км від підприємства;
3. Ділянка №3 — контрольна зона, розташована поза межами міста, в умовно чистому середовищі.

2. Визначення типу забруднення: На основі теоретичних даних, зовнішніх ознак ураження рослин та наявності рослин-індикаторів встановлюється ймовірний склад атмосферних забруднювачів для кожної ділянки (наприклад, SO_2 , NO_x , HF , NH_3 , озон тощо) Додаток 3..

3. Опис флористичного складу: Для кожної ділянки фіксується видовий склад рослинності з урахуванням домінуючих видів, їхньої екологічної стійкості та чутливості до забруднення.

4. Оцінка морфологічних змін: Проводиться візуальний аналіз стану рослин з фіксацією таких ознак:

1. зміна забарвлення листя (хлороз, почервоніння, пожовтіння тощо);
2. наявність некрозів (відмерлі ділянки тканин);
3. ступінь передчасного опадання листя;
4. інші морфологічні відхилення (деформації, зміни розміру, текстури тощо).

5. Фіксація результатів: Усі спостереження заносяться до узагальнюючої таблиці:

Вид рослин	Зміна забарвлення	Некрози	Ступінь опадання листя	Інші зміни
Ділянка №1				
Ділянка №2				
Ділянка №3				

Висновки:

1. Відмитити характер та інтенсивність впливу атмосферних забруднювачів, пов'язаних із діяльністю хімічного підприємства.
2. Відмитити основні морфологічні зміни у чутливих видів рослин, що можуть слугувати біоіндикаторами токсичного навантаження.

Завдання 3. Виконати лабораторну роботу № 2

Тема: Вивчення параметрів забруднення води та оцінка ефективності методів її очищення

Мета: Визначити основні показники, що характеризують ступінь забруднення води, ознайомитися з базовими методами її очищення та провести порівняльну оцінку ефективності застосованих способів.

Обладнання: хімічні стакани об'ємом 500 мл; мірний циліндр; лійка та паперові фільтри; хлорне вапно (для дезінфекції); лабораторна установка для дистиляції води.

Об'єкт дослідження: зразки води різного ступеня забруднення (включаючи водопровідну воду, воду з додаванням ґрунту та харчового барвника).

Теоретичні відомості. Водні ресурси України зазнають значного антропогенного навантаження, що призводить до хімічного забруднення поверхневих і підземних вод. Основними забруднювачами є нафтопродукти, феноли, органічні речовини, сполуки азоту та важкі метали. Найбільш критичний стан спостерігається у водних об'єктах басейнів Західного Бугу, Приазов'я та Сіверського Дінця, де середньорічні концентрації основних інгредієнтів перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК), а в окремих випадках — у 10 і більше разів.

Загальний обсяг скидання забруднюючих речовин у водойми України становить близько 7,3 млн тонн на рік. Із них приблизно 5 млн тонн припадає на мінеральні солі, 5 тис. тонн — на нафтопродукти, 1,4 тис. тонн — на синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), 7,8 тис. тонн — на фосфор, 130 тис. тонн — на органічні забруднювачі, а також 150 тонн — на метали.

Результати гідробіологічного моніторингу свідчать про те, що серед 59 контрольованих водних об'єктів не виявлено жодного, який би відповідав фоновому стану або міг бути класифікований як умовно чистий. На 35 водоймах зафіксовано стан екологічної напруги, що свідчить про системне порушення гідроекологічної рівноваги.

Погіршується також якість підземних вод, особливо в регіонах інтенсивної промислової діяльності. У ґрунтових водах Донбасу виявлено перевищення концентрацій миш'яку та свинцю до 60 ГДК, а в Придністров'ї — талію до 500–1000 ГДК. У Лисичансько-Рубіжанському регіоні зафіксовано перевищення ГДК по фенолу у 260 разів, по нафтопродуктах — у 20 разів, а за показником мінералізації — у 100 разів. Унаслідок цього виведено з експлуатації 10 водозаборів, а площа зони забруднення сягнула 110 км² і продовжує зростати.

Незважаючи на наявність понад 3000 очисних споруд загальною потужністю понад 8000 млн м³, близько 30% із них функціонують неефективно. Особливо незадовільним є стан малих річок, значна частина яких замулена, а також погіршується якість води у водосховищах загального користування.

Дані моніторингу свідчать про систематичне забруднення поверхневих водойм I та II категорій неочищеними або недостатньо очищеними стічними водами промислового, комунального та сільськогосподарського походження. Зокрема, у водоймах I категорії 25,2% проб не відповідали гігієнічним нормам за санітарно-хімічними показниками, 32,4% — за мікробіологічними, а в 12,5% проб виявлено збудників інфекційних захворювань. У водоймах II категорії ці показники становили відповідно 25,2%, 24,5% і 11,8%.

Особливе занепокоєння викликає паразитарне забруднення: у 0,2% проб з водойм I категорії та у 14,2% проб з водойм II категорії виявлено яйця гельмінтів, небезпечних для здоров'я людини.

Крім того, останніми роками в окремих регіонах України спостерігається погіршення якості питної води за бактеріологічними та санітарно-хімічними показниками. Це пов'язано з деградацією джерел водопостачання, незадовільним технічним станом водопровідно-каналізаційних мереж, частими аваріями, порушенням режимів експлуатації та неефективною дезінфекцією.

Таким чином, хімікоекологічний стан водних ресурсів України свідчить про необхідність комплексного перегляду підходів до управління водними екосистемами, модернізації очисних споруд, посилення контролю за джерелами забруднення та впровадження сучасних технологій моніторингу й очищення води.

Хід роботи

1. Підготовчий етап. Моделювання забрудненої води. У лабораторний стакан об'ємом 500 мл налити 400 мл водопровідної води.

Додати:

- 1 столову ложку ґрунту (механічне/зависле забруднення),
- кілька крапель харчового барвника (розчинні органічні речовини),

2. Визначення наявності забруднювачів. Розчинні речовини (барвник та часточки ґрунту) визначаються візуально за забарвленням води.

3. Відстоювання. У мірний циліндр налити 50 мл забрудненої води та залишити на певний час для відстоювання. (**рекомендований час відстоювання: 30 хвилин – 2 години.** За цей час більшість механічних домішок (пісок, глина, органічні рештки) осідають на дно. Якщо вода містить дрібнодисперсні частинки (наприклад, мул), час може бути збільшено до **4–6 годин** або навіть **добу**). Після цього дослідити верхній шар: визначити, чи зменшилася кількість завислих частинок.

Зробити висновок про ефективність відстоювання для різних видів забруднення води:

Для очищення від завислих частинок _____

Для очищення від розчинених речовин _____

4. Фільтрування. Відібрати 20–30 мл зразка кожного зразка та профільтрувати через паперовий фільтр у чистий стакан.

- Оцінити прозорість фільтрату.
- Перевірити наявність барвника.

Зробити висновок про ефективність фільтрації:

Для очищення від завислих частинок _____

Для очищення від розчинених речовин _____

5. Хлорування. У 30–40 мл забрудненої води (кожного зразка) додати кілька крапель розчину хлорного вапна, перемішати та залишити на 15 хвилин. Перевірити зразок на наявність барвника та завислих речовин.

Зробити висновок про ефективність хлорування :

Для очищення від завислих частинок _____

Для очищення від розчинених речовин _____

Пояснити різницю між очищенням (видалення домішок) і дезінфекцією (знищення мікроорганізмів)

6. Дистиляція. Вивчити будову лабораторної установки для дистиляції. Відібрати 50 мл забрудненої води та продистилювати.

• Оцінити прозорість та запах дистиляту.

Перевірити наявність барвника, завислих речовин.

Зробити висновок про ефективність дистиляції:

Для очищення від завислих частинок _____

Для очищення від розчинених речовин _____

Питання для загального висновку до лабораторної роботи №2:

1. Надайте обґрунтування чому дистиляцію не використовують як єдиний спосіб надійного очищення води.

2. Які способи очищення води можуть гарантувати її багаторазове використання у виробництві?

3. Що потрібно зробити, щоб у найближчій річці або озері збільшилася чисельність риби?

Завдання 4. Розв'язати ситуаційну задачу: В одному з районів області знаходяться два ставки. На березі першого побудували гаражи, а поблизу другого висипали мінеральні добрива. В результаті – у перше озеро стали надходити нафтопродукти, а в друге – дощами змивало добрива. Які процеси розпочалися у ставках? Чим вони відрізняються? До яких наслідків вони можуть призвести?

Дата заняття: _____

Підпис викладача: _____

ЗАНЯТТЯ № 6

Тема: Джерела радіоактивності. Природний фон випромінювання. Штучна радіоактивність, її джерела.

Мета: Ознайомити з основними видами радіоактивного випромінювання (альфа, бета, гамма) та механізмами їх утворення. Розкрити природу природного радіаційного фону, його джерела (космічне випромінювання, радіонукліди земної кори, радон тощо) та геохімічні закономірності розподілу. Проаналізувати джерела штучної радіоактивності, включаючи ядерну енергетику, медицину, промисловість, військові випробування. Оцінити екологічні ризики, пов'язані з радіоактивним забрудненням довкілля, впливом на біосферу та здоров'я людини. Навчити методам моніторингу та оцінки радіаційного забруднення, з урахуванням нормативних документів і принципів радіаційної безпеки. Формувати екологічну свідомість і відповідальне ставлення до використання джерел іонізуючого випромінювання в хімічній практиці.

Основні поняття: радіоактивність, іонізуюче випромінювання, природна радіоактивність, штучна радіоактивність, радіаційний фон, доза опромінення, біологічна дія радіацій, радіаційна безпека, радіаційний моніторинг.

Теоретичні питання:

1. Основи радіоактивності (радіоактивність, типи радіоактивного випромінювання: α , β , γ ; періоди напіврозпаду, стабільні та нестабільні ізотопи радіонуклідів).
2. Природні джерела радіоактивності (космічне випромінювання, радіоактивні елементи земної кори (уран, торій, калій-40); географічні та геологічні особливості природного фону).
3. Штучна радіоактивність (джерела; основні техногенні радіонукліди (Cs-137, Sr-90, I-131, Pu-239); поводження з радіоактивними відходами).
4. Радіаційний фон і його вимірювання (одиниці вимірювання: бекерель (Бк), грей (Гр), зіверт (Зв); методи контролю та моніторингу радіації).
5. Екологічні та біологічні наслідки (вплив іонізуючого випромінювання на живі організми; мутагенна, канцерогенна, тератогенна дія; біоаккумуляція радіонуклідів у трофічних ланцюгах).
6. Радіаційна безпека та нормативи.

Питання для самоопрацювання:

1. Радіонукліди в природі: геохімічні особливості та розподіл у біосфері.
2. Радон у житлових приміщеннях: джерела, ризики, методи зниження концентрації.
3. Географічні особливості природного радіаційного фону в Україні.
4. Радіоактивні ізотопи в медицині: користь і екологічні ризики.
5. Ядерна енергетика: екологічні переваги та загрози.
6. Проблема зберігання та утилізації радіоактивних відходів.
7. Нормативи радіаційної безпеки в Україні та світі
8. Принципи захисту від іонізуючого випромінювання: практичні аспекти
9. Екологічна відповідальність хіміка при роботі з радіоактивними речовинами

Тематика рефератів:

1. Фізико-хімічна природа радіоактивного розпаду: механізми та типи випромінювання
2. Період напіврозпаду як екологічний параметр: приклади та розрахунки
3. Іонізуюче випромінювання: класифікація, властивості, вплив на речовину
4. Космічне випромінювання та його роль у формуванні природного фону
5. Природні радіонукліди у воді, ґрунті та харчових продуктах
6. Радіоактивне забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС: сучасний стан і наслідки
7. Вплив аварії на АЕС «Фукусіма-1» на глобальний радіаційний фон.
8. Біоаккумуляція радіонуклідів у трофічних ланцюгах
9. Радіаційне ураження організму людини: механізми та профілактика
10. Радіаційна мутагенність: вплив на генетичний апарат живих організмів
11. Радіоекологічний моніторинг: методи, прилади, нормативи

Контрольні питання:

1. Що таке радіоактивність і які її основні типи?

2. У чому полягає різниця між α -, β - та γ -випромінюванням?
3. Що таке період напіврозпаду і як він впливає на тривалість радіоактивного забруднення?
4. Які одиниці використовуються для вимірювання радіоактивності та дози опромінення?
5. Які основні джерела природного радіаційного фону?
6. Як космічне випромінювання впливає на рівень радіації на поверхні Землі?
7. Чому радон вважається одним із найнебезпечніших природних радіонуклідів у побуті?
8. Які джерела штучної радіоактивності ви знаєте?
9. Назвіть приклади техногенних радіонуклідів та сфери їх застосування.
10. Які екологічні наслідки мають аварії на ядерних об'єктах?
11. Як радіонукліди потрапляють у довкілля та які шляхи їх міграції?
12. Які біологічні ефекти викликає іонізуюче випромінювання у людини?
13. Що таке біоаккумуляція радіонуклідів і чим вона небезпечна?
14. Які принципи захисту від іонізуючого випромінювання?
15. Які нормативи радіаційної безпеки діють в Україні?
16. Які методи використовуються для моніторингу радіаційного фону?

Практичні завдання

Завдання 1. Заповнити порівняльну таблицю «Природні та штучні джерела радіоактивності» (заповнити пусті комірки).

Критерій	Природні джерела радіоактивності	Штучні джерела радіоактивності
Походження		Результат діяльності людини: ядерна енергетика, медицина, промисловість
Основні радіонукліди	Уран-238, Торій-232, Калій-40, Радон-222	
Джерела		Ядерні реактори, випробування ядерної зброї, медичні ізотопи, аварії на АЕС
Рівень впливу	Постійний, фоновий, відносно стабільний	
Екологічні наслідки		Радіоактивне забруднення ґрунтів, води, біоти; довготривалі наслідки для екосистем
Біологічний вплив	Може спричинити хронічне опромінення, особливо в регіонах з високим фоном	
Контроль і регулювання		Підлягає суворому контролю, регулюється міжнародними та національними нормами

Завдання 2. Виконати розрахунки:

1. Напишіть ядерне рівняння, яке представляє радіоактивний розпад полонію-208 викидом альфа-частинок і ідентифікуйте дочірній ізотоп.

2. Напишіть ядерне рівняння, яке представляє радіоактивний розпад боро-12 викидом бета-частинок і ідентифікуйте дочірній ізотоп. Гамма-промінь випромінюється одночасно з бета-частинкою.

3. Під час радіоактивного перетворення ядра Урану-238 відбулось 8 альфа-розпадів і 6 бета-розпадів. Який нуклід утворився в результаті?

4. Скільки атомів Радону ^{226}Rn розпадається за добу з 1 млн атомів? ($T_{1/2} (^{226}\text{Rn}) = 3,82$ доби)

5. Визначити потужність дози поглинутого випромінювання, яку одержує онкохворий масою 70 кг при повному опроміненні тіла кобальтовим джерелом ^{60}Co активністю 1000 Кі, якщо на нього припадає 2 % випромінювання.

Завдання 3. Проаналізуйте карту природного радіаційного фону України (онлайн-ресурси, де можна переглянути актуальну карту природного радіаційного фону в Україні: SaveEcoBot – інтерактивна карта радіаційного фону. Дані з понад 700 постів моніторингу, оновлення щогодини: <https://www.saveecobot.com/radiation-maps>; Єдина карта радіаційного фону України від НКРЗУ. Офіційна карта, створена за участі МОЗ, Укргідрометцентру та інших державних структур: <https://nkrzu.gov.ua/res/rad>) та зробіть висновки щодо регіональних відмінностей.

Завдання 4. Заповнити порівняльну таблицю «Екологічні наслідки аварій на ЧАЕС і Фукусімі»

Критерій	Чорнобильська АЕС (1986)	Фукусіма-1 (2011)
Типи радіонуклідів		
Масштаб забруднення		
Забруднення води		
Забруднення ґрунтів		
Заходи ліквідації		
Тривалість впливу		
Глобальні наслідки		

Завдання 5. Виконати лабораторну роботу №1

Тема: Фонова радіоактивність навколишнього середовища

Мета: Ознайомлення з методами вимірювання фонові радіоактивності, а також характеристиками γ - та β -випромінювання за допомогою сучасних приладів радіаційного контролю.

Обладнання: дозиметр-радіометр наявної моделі

Теоретичні відомості. Іонізуюче випромінювання поділяється на дві основні групи:

- **Електромагнітне випромінювання** — включає рентгенівське та γ -випромінювання;
- **Корпускулярне випромінювання** — випромінювання частинок (α -, β -, нейтрони тощо), що виникає внаслідок ядерних перетворень.

Природні джерела іонізуючого випромінювання включають:

- Радіоактивні ізотопи, що містяться в земній корі (наприклад, калій-40, уран-238, торій-232, вуглець-14);
- Газ радон-222, який виділяється з ґрунтів і будівельних матеріалів;
- Космічне випромінювання, що надходить із глибокого космосу та частково — від сонячної активності.

Космічні промені, взаємодіючи з атмосферою Землі, утворюють вторинне випромінювання та сприяють утворенню космогенних радіонуклідів. Вони становлять значну частку зовнішнього опромінення людини.

Біологічна небезпека радіоактивних речовин зумовлена не лише їхньою іонізуючою дією, а й здатністю до біоаккумуляції. Наприклад:

- Стронцій-90 накопичується в кістковій тканині;
- Йод-131 — у щитоподібній залозі;
- Цезій-137 — включається в метаболічні процеси, витісняючи калій.

Аварія на Чорнобильській АЕС (1986 р.) стала прикладом масштабного техногенного викиду радіонуклідів (свинцю-239, цезію-137, стронцію-90, плутонію-240) у довкілля. Середній рівень природного фону в Україні становить приблизно 0,005–0,06 мР/год.

Хід роботи:

1. Обрати ділянку дослідження.
2. Увімкнути дозиметр, натиснувши кнопку «РЕЖИМ». Пристрій подасть короткий вібраційно-звуковий сигнал.
3. Переконавшись, що дозиметр працює в режимі вимірювання потужності еквівалентної дози (ПЕД) γ -випромінювання. На екрані з'явиться символ « γ » та одиниця виміру « $\mu\text{Sv/h}$ ».
4. Короткочасно натиснути кнопку «РЕЖИМ», щоб перейти до режиму накопиченого значення ПЕД. На дисплеї залишиться символ « γ », а одиниця виміру зміниться на « μSv ».
5. Ще раз коротко натисніть кнопку «РЕЖИМ», щоб перейти до режиму вимірювання поверхневої густини потоку β -випромінювання. На екрані з'являться символи « β » та одиниця виміру « $10^3/(\text{см}^2 \cdot \text{хв})$ ».

6. Для вимкнення приладу натиснути та утримувати кнопку «РЕЖИМ» протягом приблизно 6 секунд.

Питання для висновку:

1. На основі отриманих результатів зробіть висновок щодо рівня фонові радіації у досліджуваній зоні.
2. Які основні джерела природного іонізуючого випромінювання?
3. Що таке альфа-випромінювання і які його характеристики?
4. Які властивості має бета-випромінювання?
5. Чим небезпечне іонізуюче випромінювання для живих організмів?
6. З яких компонентів складається природний радіаційний фон?

Висновок:

Завдання 6. Виконати лабораторну роботу №2

Тема: Визначення потужності дози, яку поглинає організм людини всередині житлових приміщень.

Мета: оволодіти знаннями, уміннями та навичками, пов'язаними із визначенням рівня радіаційного забруднення навколишнього середовища.

Обладнання: різні види дозиметрів

Об'єкт дослідження: приміщення.

Теоретичні відомості. Всередині житлових приміщень потужність дози, у різних регіонах коливається від 42 до 112 нГр/год. **Потужність еквівалентної дози (ПЕД)** — це фізична величина, яка характеризує швидкість надходження іонізуючого випромінювання до організму людини. Вона вимірюється в мікросівертах за годину (mSv/h) або мікрорентгенах за годину (mR/h).

Для оцінки радіаційного навантаження на людину в побуті використовують саме ПЕД, оскільки вона дозволяє врахувати як інтенсивність випромінювання, так і його біологічну ефективність.

Розрахунок річної дози опромінення. Річна ефективна доза опромінення в житлових приміщеннях може бути розрахована за формулою:

$$E = F * C * T * k$$

де: **E**- річна ефективна доза (вимірюється в Зівертах, Зв);

F - коефіцієнт переходу від концентрації радону до еквівалентної дози (зазвичай, 0.009-0.012 мЗв/(Бк/м³*рік));

C - середня концентрація радону в приміщенні (вимірюється в Бк/м³);

T - час перебування в приміщенні протягом року (вимірюється в годинах, год);

k - коефіцієнт, що враховує час перебування в приміщенні протягом року (зазвичай, 0.7-0.8, для житлових приміщень).

Вплив будівельних матеріалів. Будівельні матеріали можуть бути джерелами підвищеного радіаційного фону. Найбільшу активність зазвичай мають:

- граніт, туф, базальт;
- шлакоблоки, зола, цемент;

- керамічна плитка, гіпсокартон (у разі використання вторинної сировини).

Радон у приміщеннях. Радон-222 — інертний газ, що утворюється внаслідок розпаду урану-238. Він легко проникає в житлові приміщення з ґрунту та накопичується в повітрі, особливо в погано вентильованих просторах. Радон є основним джерелом внутрішнього опромінення людини в побуті.

Біологічне значення. Хронічне опромінення навіть у межах природного фону може спричиняти:

- зміни в складі крові;
- підвищення ризику онкологічних захворювань;
- порушення репродуктивної функції;
- накопичення мутацій у соматичних клітинах.

Хід роботи:

1. Перевірити справність приладу та підготувати його до роботи згідно з інструкцією.
2. Розмістити прилад у вибраному місці дослідження.
3. Установити перемикач режиму в положення вимірювання потужності еквівалентної дози (ПЕД) γ -випромінювання, вираженої в мікрозівертах за годину (мкЗв/год) або мікрорентгенах за годину (мкР/год).
4. Увімкнути прилад та встановити інтервал сигналу.
5. Через 25–30 секунд зчитати показники на цифровому дисплеї, що відповідають поточному рівню ПЕД.
6. Повторити вимірювання 3–5 разів у тому самому місці.
7. Розрахувати середнє значення отриманих результатів.
8. Визначити рівень природного радіаційного фону в навчальній аудиторії.
9. Провести обстеження приміщення з метою виявлення можливих джерел локального радіаційного забруднення.
10. Виконати кілька вимірювань у різних зонах будівлі.
11. Занести результати вимірювань до таблиці:

Місце замірювання	№ досліду	Дані приладу мкЗв/год	Потужність дози мкР/год	Середнє значення мкЗв/год / мкР/год
	1			
	2			
	3			
	1			
	2			
	3			
	1			
	2			
	3			

Питання для висновку:

1. Користуючись даними, наведеними у Додатку 4, зробіть висновки щодо рівня радіаційного фону обстежуваного приміщення.
2. Які основні джерела іонізуючого випромінювання в житлових приміщеннях?
3. Які природні радіонукліди найчастіше зустрічаються в будівельних матеріалах?
4. Чому радон-222 вважається небезпечним для здоров'я людини?
5. Що таке потужність еквівалентної дози (ПЕД) і в яких одиницях вона вимірюється?
6. Які чинники впливають на величину ПЕД у житловому середовищі?
7. Як можна зменшити вплив радону в житлових будинках?

ЗАНЯТТЯ №7

Тема: Методи моніторингу стану довкілля. Сучасні екологічні кризи.

Мета: Ознайомлення з класифікацією та принципами дії методів моніторингу (фізико-хімічні, біоіндикаційні, дистанційні, автоматизовані системи спостереження). Аналіз ролі хімічних показників (рН, БСК, концентрації важких металів, ПАР, радіонуклідів тощо) у контролі якості води, повітря, ґрунтів. Вивчення природи сучасних екологічних криз (зміна клімату, забруднення пластиком, кислотні дощі, деградація ґрунтів, радіаційне забруднення) з акцентом на хімічні чинники. Формування навичок критичного аналізу екологічної інформації та оцінки ризиків для довкілля й здоров'я людини.

Основні поняття: екологічний моніторинг, фонові значення, біоіндикація, антропогенне навантаження, сталий розвиток, екологічна криза, глобальні екологічні проблеми, індекс забруднення атмосфери (ІЗА), геоінформаційні системи (ГІС).

Теоретичні питання:

1. Методи екологічного моніторингу:
 - Фізико-хімічні методи
 - Біоіндикаційні методи
 - Дистанційні методи (Remote Sensing)
 - Автоматизовані системи моніторингу
 - Інтегральні методи оцінки
2. Сучасні екологічні кризи:
 - зміна клімату;
 - забруднення атмосфери (смог, кислотні дощі);
 - забруднення вод Світового океану;
 - накопичення мікропластику;
 - радіаційне забруднення.
3. Регіональні екологічні проблеми характерні для України.
4. Екологічна оцінка та управління.

Питання для самоопрацювання:

1. Фізико-хімічні методи аналізу забруднення води: сучасні підходи та прилади.
2. Геоінформаційні системи (ГІС) у моніторингу екологічного стану територій.
3. Інтегральні екологічні індекси: методика розрахунку та практичне застосування.
4. Мобільні лабораторії екологічного контролю: структура, функції, ефективність.
5. Хімічна природа глобального потепління: роль CO₂, CH₄, N₂O.
6. Екологічні наслідки використання пестицидів і агрохімікатів.

Тематика рефератів:

1. Хроматографічні методи в моніторингу органічних забруднювачів.
2. Біоіндикація як інструмент оцінки стану довкілля: переваги та обмеження.
3. Застосування спектроскопії у виявленні важких металів у ґрунтах.
4. Автоматизовані системи моніторингу якості повітря: приклади в Україні та світі.
5. Дистанційне зондування Землі в екологічному моніторингу: супутникові технології.
6. Озонова діра: механізми руйнування озону та наслідки для біосфери.
7. Кислотні дощі: хімічні реакції в атмосфері та вплив на екосистеми.
8. Забруднення Світового океану мікропластиком: джерела, наслідки, шляхи вирішення.
9. Урбанізація та деградація ґрунтів: хімічні аспекти проблеми.
10. Проблема електронних відходів: токсичні компоненти та шляхи утилізації.
11. Екологічна ситуація в Україні: регіональні кризи та хімічні чинники.
12. Роль хіміка в подоланні екологічних криз: від моніторингу до сталого розвитку.

Контрольні питання:

1. Що таке екологічний моніторинг і яка його роль у сучасній хімічній екології?
2. Які завдання вирішує система моніторингу довкілля?
3. Які основні методи моніторингу стану довкілля застосовуються в хімії?
4. У чому полягає суть фізико-хімічних методів аналізу (спектрофотометрія, хроматографія, потенціометрія тощо)?

5. Як працюють біоіндикаційні методи? Які організми використовуються як біоіндикатори?
6. Які глобальні екологічні проблеми є найбільш актуальними сьогодні?
7. Які переваги мають дистанційні та автоматизовані системи моніторингу?
8. Які хімічні показники є ключовими для оцінки стану води, повітря та ґрунтів?
9. Як здійснюється оцінка екологічного ризику на основі моніторингових даних?
10. Які нормативні документи регулюють екологічний моніторинг в Україні?
11. Яку роль відіграє хімік у системі екологічного контролю та сталого розвитку?
12. Які сучасні тенденції розвитку екологічного моніторингу?
13. Як хімічні знання можуть бути застосовані для запобігання або пом'якшення екологічних криз?

Практичні завдання:

Завдання 1. Доповнити таблиці (вписати потрібне в пусті комірки):

Методи дослідження хімікоекологічного стану атмосфери

Метод	Призначення	Приклади
Газоаналіз	Визначення концентрацій газоподібних забруднювачів (CO, NO _x , SO ₂ , O ₃)	
	Виявлення твердих частинок (PM2.5, PM10) у повітрі	Лазерні пиломіри, фільтраційні установки
Спектроскопія поглинання		УФ-спектроскопія, DOAS-метод
Біоіндикація	Оцінка стану повітря за реакцією живих організмів	
Моделювання розсіювання забруднень		Програми AERMOD, CALPUFF

Методи дослідження хімікоекологічного стану гідросфери

Метод	Призначення	Приклади
	Визначення вмісту іонів, важких металів, органічних речовин	Титрування, фотометрія, іонна хроматографія
Біотестування	Оцінка токсичності води за реакцією живих організмів	
Спектрофотометрія		Визначення нітратів, фосфатів, фенолів
	Оцінка стану водойм за структурою біоценозів	Індекс сапробності, біоіндикатори
Моніторинг евтрофікації	Виявлення надлишку біогенних елементів	

Методи дослідження хімікоекологічного стану літосфери

Метод	Призначення	Приклади
Аналіз ґрунтів		Атомно-абсорбційна спектроскопія, хроматографія
	Виявлення техногенних аномалій	Побудова карт розподілу елементів
Фракційний аналіз	Визначення форм зв'язування елементів у ґрунті	

1. Парціальні індекси:

Для кожної з п'яти найвищих забруднюючих речовин розраховується парціальний індекс, який показує, у скільки разів концентрація цієї речовини перевищує її гранично допустиму концентрацію (ГДК).

2. Коефіцієнт приведення:

Коефіцієнт k_i враховує клас небезпеки кожної речовини. Наприклад, речовини з вищим класом небезпеки (наприклад, перший клас) матимуть вищий коефіцієнт, що відображає їх більшу шкідливість.

3. Сума: ІЗА обчислюється як сума парціальних індексів забруднюючих речовин. Більш високе значення ІЗА вказує на більш високий рівень забруднення атмосферного повітря. ІЗА дає уявлення про сумарний рівень забруднення, що перевищує ГДК для двоокису сірки, як базового показника.

Важливо:

- Для розрахунку ІЗА використовують значення парціальних індексів тих речовин, які мають найбільші значення, тобто найбільш забруднюють повітря.
- Визначення переліку п'яти пріоритетних забруднюючих речовин відбувається для кожного населеного пункту індивідуально.

Хід виконання:

Розрахунок індексу забруднення атмосфери (ІЗА) (для отримання вихідних даних скористатися Додатком 5).

Назва населеного пункту: _____

Період спостереження: _____

Вихідні дані:

№	Забруднювач	Середня концентрація (С _i), мг/м ³	ГДК _i , мг/м ³	Відношення С _i /ГДК _i
1	Завислі речовини		0,15	
2	Діоксид сірки (SO ₂)		0,05	
3	Оксид вуглецю (CO)		3,00	
4	Діоксид азоту (NO ₂)		0,04	

Розрахунок: $mmI_{ZA} = \sum (C_i/GDK_i) * k_i$

ІЗА = _____

Для інтерпретації результатів скористатися даними таблиці

ІЗА	Рівень забруднення атмосфери
< 5	Низький
5–6,9	Підвищений
7–13,9	Високий
≥ 14	Дуже високий

Висновок:

1. Розраховане значення ІЗА: _____
2. Рівень забруднення атмосфери: _____
3. Чи перевищено нормативи ГДК якщо та то за якими речовинами?

4. Які забруднювачі є домінуючими?

Дата заняття: _____

Підпис викладача:

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ПІДСУМКОВОЇ МОДУЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Завдання хімічної екології в контексті сучасних екологічних викликів.
2. Міждисциплінарні зв'язки хімічної екології з іншими науками (аналітичною хімією, токсикологією, геохімією, біоекологією).
3. Роль хімічної екології у формуванні екологічної політики та сталого розвитку.
4. Екологічні фактори, їх класифікація та характеристика.
5. Основні джерела антропогенного хімічного забруднення довкілля.
6. Методи екологічних досліджень.
7. Поняття "біосфера". Структура та межі біосфери.
8. Загальні характеристики організації біосфери.
9. Роль живої речовини у біосфері (функції та геохімічна робота живої речовини).
10. Хімічні елементи як основа живої та неживої природи.
11. Біогеохімічні цикли (Карбону, Оксигену, Нітрогену, Фосфору, Сульфуру), води, металів (Са, К).
12. Антропогенний кругообіг речовин.
13. Ресурсний цикл.
14. Типи просторового переміщення речовин в біосфері.
15. Класифікація хімічних елементів за їх здатністю до міграції.
16. Механізми міграції та утримування мікроелементів у земній корі.
17. Типи міграції хімічних елементів в біосфері.
18. Гуміфікація. Гумусові речовини як головні комплексоутворювачі в біосфері.
19. Компоненти гумусу. Біосферні функції та біогеохімічна роль гумусових речовин.
20. Види забруднення навколишнього середовища.
21. Речовини забруднюючі довкілля, їх класифікація
22. Ксенобіотики. Полютанти. Екотоксиканти. Екзогенні речовини.
23. Канцерогени (циклічні ароматичні вуглеводи, гетероциклічні ароматичні вуглеводи, ароматичні аміни, аміноазосполуки, нітрозосполуки, лактони, епоксиди, гепатотоксичні сполуки, етери карбонітової кислоти, сполуки металів).
24. Суперекотоксиканти.
25. Мутагени. Тератогени.
26. Трансформація полютантів.
27. Хімічне забруднення атмосфери: джерела, склад і наслідки.
28. Хімічне забруднення поверхневих і підземних вод: основні типи та джерела.
29. Хімічне забруднення ґрунтів: джерела, типи токсикантів, екологічні наслідки.
30. методи для виявлення хіміко-екологічних проблем атмосфери, гідросфери та літосфери.
31. Основи радіоактивності (радіоактивність, типи радіоактивного випромінювання: α , β , γ ; періоди напіврозпаду, стабільні та нестабільні ізотопи радіонуклідів).
32. Природні джерела радіоактивності (космічне випромінювання, радіоактивні елементи земної кори (уран, торій, калій-40); географічні та геологічні особливості природного фону).
33. Штучна радіоактивність (джерела; основні техногенні радіонукліди (Cs-137, Sr-90, I-131, Pu-239); поводження з радіоактивними відходами).
34. Радіаційний фон і його вимірювання (одиниці вимірювання: бекерель (Бк), грей (Гр), зіверт (Зв); методи контролю та моніторингу радіації).
35. Екологічні та біологічні наслідки (вплив іонізуючого випромінювання на живі організми; мутагенна, канцерогенна, тератогенна дія; біоаккумуляція радіонуклідів у трофічних ланцюгах).
36. Радіаційна безпека та нормативи.
37. Фізико-хімічні методи екологічного моніторингу.
38. Біоіндикаційні методи екологічного моніторингу.
39. Дистанційні методи (Remote Sensing) екологічного моніторингу.
40. Автоматизовані системи моніторингу екологічного моніторингу.

41. Інтегральні методи оцінки екологічного моніторингу.
42. Сучасна екологічна криза: зміна клімату
43. Сучасна екологічна криза: забруднення атмосфери (смог, кислотні дощі);
44. Сучасна екологічна криза: забруднення вод Світового океану;
45. Сучасна екологічна криза: накопичення мікропластику;
46. Сучасна екологічна криза: радіаційне забруднення.
47. Регіональні екологічні проблеми характерні для України.
48. Екологічна оцінка та управління.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ЗА ТЕМАМИ

Тема: Загальні поняття та методи хімічної екології

1. Що є предметом вивчення хімічної екології?

- А. Взаємодія живих організмів між собою
- Б. Вплив хімічних речовин на довкілля та живі організми
- В. Енергетичні потоки в екосистемах
- Г. Поведінка тварин у природному середовищі

2. Який із наведених чинників є антропогенним?

- А. Температура повітря
- Б. Радіаційне випромінювання Сонця
- В. Викиди промислових підприємств
- Г. Вологість ґрунту

3. Що таке біомагніфікація?

- А. Розпад хімічних речовин у ґрунті
- Б. Зменшення концентрації речовин у трофічному ланцюгу
- В. Накопичення речовин у живих організмах з підвищенням трофічного рівня
- Г. Випаровування летких сполук у повітря

4. Який із наведених забруднювачів є персистентним?

- А. Етанол
- Б. Вуглекислий газ
- В. Поліхлоровані біфеніли (ПХБ)
- Г. Оксиген

5. Який метод найчастіше використовується для визначення вмісту важких металів у воді?

- А. Титрування
- Б. Хроматографія
- В. Атомно-абсорбційна спектрофотометрія
- Г. Біотестування

6. Яке з наведених тверджень найточніше описує екосистему?

- А. Сукупність абіотичних чинників середовища
- Б. Популяція одного виду в певному середовищі
- В. Система взаємодії живих організмів і середовища їх існування
- Г. Лише біоценоз без середовища

7. Яка з наведених наук є найбільш тісно пов'язаною з хімічною екологією?

- А. Астрономія
- Б. Біохімія
- В. Літературознавство
- Г. Геометрія

8. Що таке токсичність?

- А. Здатність речовини розчинятися у воді
- Б. Здатність речовини викликати шкідливу дію на живі організми
- В. Здатність речовини змінювати агрегатний стан
- Г. Здатність речовини до фотолізу

9. Яке з наведених тверджень є правильним щодо хімічної екології?

- А. Вона вивчає лише органічні речовини
- Б. Її об'єктом є виключно промислові забруднювачі
- В. Вона інтегрує знання з хімії, біології, географії та медицини
- Г. Вона не має практичного застосування

10. Яке з наведених понять не належить до базових екологічних категорій?

- А. Біоценоз
- Б. Ноосфера
- В. Ізомерія
- Г. Екосистема

Тема: Хімічні елементи в біосфері. Основи вчення про біосферу. Біогеохімічні цикли.

1. Який із наведених елементів належить до макроелементів?

- А. Йод
- Б. Цинк
- В. Кальцій
- Г. Селен

2. Який процес є частиною біогеохімічного циклу азоту?

- А. Фотоліз
- Б. Нітрифікація
- В. Хемосинтез
- Г. Гідроліз

3. Який елемент є основним компонентом АТФ, ДНК і фосфоліпідів?

- А. Сірка
- Б. Фосфор
- В. Калій
- Г. Магній

4. Який із наведених процесів повертає азот у атмосферу?

- А. Фіксація азоту Б. Амоніфікація
 В. Денітрифікація Г. Нітрифікація
- 5. Який мікроелемент входить до складу ферментів, що беруть участь у фотосинтезі?**
 А. Натрій Б. Хлор В. Марганець Г. Кальцій
- 6. Який із наведених циклів не є біогеохімічним?**
 А. Цикл вуглецю Б. Цикл води
 В. Цикл заліза Г. Цикл кремнію
- 7. Що таке біогеохімічний цикл?**
 А. Переміщення енергії в екосистемі
 Б. Кругообіг хімічних елементів між живими організмами та середовищем
 В. Розкладання органічних речовин у ґрунті
 Г. Перетворення світлової енергії в хімічну
- 8. Який макроелемент є основним катіоном внутрішньоклітинного середовища?**
 А. Натрій Б. Кальцій В. Калій Г. Хлор
- 9. Який із наведених елементів є мікроелементом, але має токсичну дію у високих концентраціях?**
 А. Фосфор Б. Залізо В. Цинк Г. Сірка
- 10. Який із наведених факторів може порушити біогеохімічний цикл фосфору?**
 А. Вивітрювання гірських порід
 Б. Надмірне використання фосфатних добрив
 В. Дихання рослин
 Г. Фотосинтез водоростей

Тема: Механізми міграції та утримання мікроелементів в земній корі

- 1. Що таке геохімічна міграція мікроелементів?**
 А. Переміщення елементів у межах біосфери виключно живими організмами
 Б. Переміщення елементів у земній корі під впливом фізичних, хімічних і біологічних процесів
 В. Переміщення елементів лише в атмосфері
 Г. Переміщення елементів у межах техногенних систем
- 2. Який із чинників найбільше впливає на розчинність мікроелементів у ґрунтовому розчині?**
 А. Температура повітря Б. Кількість опадів
 В. рН середовища Г. Густина рослинності
- 3. Який процес сприяє утриманню мікроелементів у ґрунтах?**
 А. Вивітрювання Б. Сорбція В. Денітрифікація Г. Фотоліз
- 4. Який тип геохімічного бар'єру утворюється в умовах зниження рН?**
 А. Відновний Б. Лужний В. Кислотний Г. Біологічний
- 5. У якій формі мікроелементи найчастіше мігрують у водному середовищі?**
 А. Газоподібній Б. Іонній або колоїдній
 В. Твердій Г. Радіоактивній
- 6. Що таке біогеохімічна міграція?**
 А. Переміщення елементів унаслідок вулканічної активності
 Б. Міграція елементів за участю живих організмів
 В. Переміщення елементів у глибоких шарах мантиї
 Г. Перенесення елементів вітром
- 7. Який мікроелемент може стати токсичним у кислому середовищі через підвищену розчинність?**
 А. Кальцій Б. Калій В. Алюміній Г. Натрій
- 8. Що таке комплексоутворення в контексті міграції мікроелементів?**
 А. Осадження елементів у вигляді солей
 Б. Утворення стабільних сполук з органічними або неорганічними лігандами
 В. Перехід елементів у газову фазу

Г. Розпад мінералів під дією температури

9. Який із мінералів найчастіше виступає сорбентом для мікроелементів у ґрунтах?

А. Кварц Б. Гіпс В. Каолініт Г. Кальцит

10. Який із наведених процесів може призвести до підвищеної мобільності важких металів у зоні техногенного забруднення?

А. Підвищення рН Б. Зниження температури
В. Закислення середовища Г. Зменшення вологості

Тема: Речовини забруднюючі довкілля, їх класифікація. Токсичність речовин. Стандарти якості середовища.

1. Що таке токсичність речовини?

А. Її здатність змінювати агрегатний стан
Б. Її здатність викликати шкідливу дію на живі організми
В. Її здатність розчинятися у воді
Г. Її здатність вступати в реакцію з киснем

2. Який показник найчастіше використовується для оцінки гострої токсичності речовини?

А. ГДК Б. ПДК В. ЛД₅₀ Г. МДУ

3. Що означає термін «ГДК» (гранично допустима концентрація)?

А. Мінімальна концентрація речовини, що викликає отруєння
Б. Концентрація, яка не викликає негативного впливу при тривалому впливі
В. Максимальна концентрація, що викликає летальний ефект
Г. Концентрація, яка викликає мутації

4. Який із наведених факторів не впливає на токсичність речовини?

А. Доза Б. Швидкість вітру
В. Шлях надходження в організм Г. Тривалість впливу

5. Яка одиниця найчастіше використовується для вираження ГДК у повітрі?

А. мг/л Б. мг/м³ В. г/м² Г. мкг/см³

6. Що таке кумуляція токсичних речовин?

А. Розкладання речовин у ґрунті Б. Накопичення речовин в організмі з часом
В. Випаровування речовин у повітря Г. Перетворення речовин у нетоксичні форми

7. Який із наведених елементів є високотоксичним навіть у малих дозах?

А. Кальцій Б. Калій В. Свинець Г. Магній

8. Що таке ПДК (припустима добова кількість)?

А. Кількість речовини, яка викликає смерть у 50% тварин
Б. Максимальна кількість речовини, яку можна спожити щодня без шкоди для здоров'я ✓
В. Мінімальна кількість речовини, яка викликає алергію
Г. Концентрація речовини в ґрунті

9. Який із наведених стандартів стосується якості водного середовища?

А. ГДК у повітрі Б. ГДК у питній воді
В. ЛД₅₀ для мишей Г. ПДК у продуктах харчування

10. Який із наведених методів використовують для оцінки токсичності речовин у лабораторних умовах?

А. Біотестування Б. Хроматографія
В. Спектрофотометрія Г. Центрифугування

Тема: Хімікоекоекологічні проблеми атмосфери, гідросфери та літосфери

1. Який із забруднювачів є основним компонентом кислотних дощів?

А. CO₂ Б. SO₂ В. CH₄ Г. O₃

2. Що таке фотохімічний смог?

А. Дим від лісових пожеж
Б. Туман, що утворюється вночі
В. Суміш озону, оксидів азоту та органічних сполук під дією сонячного світла

Г. Пилова буря

3. Який газ є основним парниковим?

А. Азот Б. Метан В. Водень Г. Кисень

4. Який із забруднювачів руйнує озоновий шар?

А. Вуглекислий газ Б. Фреони
В. Сірководень Г. Радон

5. Що таке евтрофікація?

А. Збагачення води киснем Б. Зниження температури води
В. Надмірне збагачення водою біогенними елементами Г. Зменшення солоності води

6. Який елемент найчастіше спричиняє токсичне забруднення ґрунтів?

А. Кальцій Б. Калій В. Свинець Г. Кисень

7. Яке джерело забруднення є точковим?

А. Атмосферні опади Б. Викиди автотранспорту
В. Скидання стічних вод із підприємства Г. Вивітрювання гірських порід

8. Який метод очищення води ефективний проти бактерій?

А. Відстоювання Б. Фільтрація
В. Хлорування Г. Коагуляція

9. Яка речовина є стійким органічним забруднювачем (СОЗ)?

А. Етанол Б. ДДТ В. Сечовина Г. Крохмаль

10. Що таке техногенна геохімічна аномалія?

А. Природне скупчення мінералів
Б. Зона з підвищеним вмістом елементів через діяльність людини
В. Місце виверження вулкана
Г. Зона з дефіцитом мікроелементів

11. Який із процесів сприяє очищенню атмосфери?

А. Фотохімічна реакція Б. Осадження пилу з дощем
В. Викиди з ТЕС Г. Спалювання сміття

12. Який показник свідчить про органічне забруднення води?

А. Вміст фосфатів Б. ХСК (хімічне споживання кисню)
В. Температура Г. Прозорість

13. Який із забруднювачів є біогенним елементом?

А. Свинець Б. Фосфор В. Ртуть Г. Кадмій

14. Який метод використовують для виявлення важких металів у ґрунті?

А. Титрування
Б. Атомно-абсорбційна спектроскопія
В. Центрифугування
Г. Фотометрія

15. Який із забруднювачів є характерним для автотранспорту?

А. Сірководень Б. Оксиди азоту
В. Радон Г. Озон

16. Що таке біоіндикація?

А. Метод очищення води
Б. Метод виявлення забруднення за реакцією живих організмів
В. Метод фільтрації
Г. Метод дезінфекції

17. Який із процесів сприяє накопиченню токсикантів у живих організмах?

А. Біоаккумуляція Б. Деструкція В. Дифузія Г. Сублімація

18. Який із забруднювачів є характерним для сільського господарства?

А. Озон Б. Нітрати В. Радіоактивний йод Г. Сажа

19. Який із методів очищення води є фізичним?

А. Озонування Б. Відстоювання
В. Хлорування Г. Біофільтрація

Г. Час, за який ізотоп переходить у стабільний стан

17. Який із заходів зменшує вплив радону в приміщеннях?

- А. Підвищення температури
Б. Провітрювання та герметизація підлоги
В. Використання кондиціонера
Г. Освітлення ультрафіолетом

18. Який із наведених об'єктів є джерелом внутрішнього опромінення?

- А. Радіоактивні гази в повітрі
Б. Радіонукліди, що потрапили з їжею
В. Космічне випромінювання
Г. Рентгенівське випромінювання

19. Який із типів випромінювання має найбільшу проникну здатність?

- А. Альфа
Б. Бета
В. Гамма
Г. Ультрафіолет

20. Який із наведених прикладів є джерелом штучного радіаційного фону?

- А. Радон у підвалах
Б. Космічне випромінювання
В. Медичні діагностичні процедури
Г. Природні ізотопи в ґрунті

Тема: Методи моніторингу стану довкілля. Сучасні екологічні кризи.

1. Що таке екологічний моніторинг?

- А. Вивчення кліматичних змін
Б. Систематичне спостереження за станом довкілля
В. Вимірювання рівня шуму
Г. Оцінка біорізноманіття

2. Який із видів моніторингу передбачає спостереження за всіма компонентами довкілля?

- А. Локальний
Б. Біологічний
В. Комплексний
Г. Атмосферний

3. Який метод моніторингу використовує супутникові знімки?

- А. Біоіндикація
Б. Лабораторний аналіз
В. Дистанційне зондування Землі
Г. Геохімічне картування

4. Що є прикладом біологічного моніторингу?

- А. Вимірювання температури повітря
Б. Аналіз вмісту важких металів у ґрунті
В. Спостереження за станом лишайників
Г. Визначення рівня шуму

5. Який із приладів використовують для вимірювання рівня радіації?

- А. Барометр
Б. Дозиметр
В. Термометр
Г. Спектрофотометр

6. Який тип моніторингу здійснюється в режимі реального часу?

- А. Періодичний
Б. Автоматизований
В. Ретроспективний
Г. Прогностичний

7. Що таке екологічна криза?

- А. Тимчасове зниження температури
Б. Порушення рівноваги між природою та діяльністю людини
В. Зміна пори року
Г. Збільшення кількості опадів

8. Яка з наведених проблем є глобальною екологічною кризою?

- А. Забруднення місцевої річки
Б. Вирубання лісу в окремому регіоні
В. Зміна клімату
Г. Урбанізація села

9. Який із методів моніторингу дозволяє виявити токсичність води за реакцією живих організмів?

- А. Хроматографія
Б. Біотестування
В. Спектроскопія
Г. Титрування

10. Який із наведених показників не є фізико-хімічним?

- А. Температура
Б. Вміст кисню
В. Видовий склад водоростей
Г. рН

11. Який із наведених методів дозволяє оцінити якість повітря за станом рослин?

- А. Біоіндикація
Б. Газоаналіз
В. Спектрофотометрія
Г. Центрифугування

12. Який із наведених факторів не є причиною сучасних екологічних криз?

- А. Надмірне споживання ресурсів
Б. Урбанізація
В. Природне фотосинтетичне поглинання CO₂
Г. Забруднення довкілля

Рекомендована література

Основна:

1. Василенко І.А., Чупринов Є.В., Іванченко А.В., Скиба М.І., Воробйова В.І., Галиш В.В. Зелені технології у промисловості: Монографія / І.А. Василенко, Є.В. Чупринов, А.В. Іванченко та ін. Дніпро: Акцент ПП, 2019. 366 с.
2. Гончарук В. В. Аналітична хімія довкілля: підручник. Київ: Наукова думка, 2020. 428 с.
3. Кучеренко В. М. та ін. Екологічна хімія: навчальний посібник. – Київ: Ліра-К, 2021. – 312 с.
4. Іванов В. Г. І-20 Екологічна хімія : конспект лекцій / В. Г. Іванов. Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. 108 с.
2. Мельник, Л. Г. Екологічна безпека та хімічні ризики: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2023. 295 с.
3. Мітрясова О.П. Хімічна екологія / Навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. 318 с.
4. Мислюк О.О. Основи хімічної екології / Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2012. 660с.
5. Мислюк О. О. Практикум з хімічної екології : навч. посіб.: для студентів ВНЗ / Ольга Олександрівна Мислюк. Київ : Кондор-Видавництво, 2016. 303 с.
6. Основи екології: Підручник / Олійник Я.Б., Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. К., 2012. 558 с.
7. Промислова екологія: Навч. посіб. — 2-ге вид., випр, і допов. / Апостолюк С.О., Джигирей В.С. К., 2012. 430 с.
8. Робочий зошит до лабораторних занять з освітньої компоненти «Загальна та хімічна екологія» / Укл.: І. Ю. Коцюба. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 43 с.
9. Лавринюк З.В. Сучасні аспекти хімічної екології. Конспект лекцій. Луцьк: «Вежа Друк», 2018. 62 с.
10. Савчук, О. М. Хімічна екологія: практикум. Львів: Видавництво ЛНУ ім. І. Франка, 2022. – 210 с.
11. Яковенко, С. В. Сучасні методи аналізу забруднювачів довкілля. Дніпро: Акцент, 2024. 220 с.

Додаткова:

1. Аналітична хімія природного середовища: Підручник. / Б. Й. Набиванець, В. В. Сухан, Л. В. Калабіна. К.: Либідь, 1996. 304 с.
2. Бондаренко, О. В. Методи хімічного моніторингу довкілля. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2021. 198 с.
3. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2003. 416 с.
2. Зеленська, В. А. Основи екології : навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. Краматорськ : ДДМА, 2011. 208 с.
3. Коваль, І. П. Екологічна токсикологія: навчальний посібник. – Одеса: ОНУ ім. І. І. Мечникова, 2022. – 256 с.
4. Кучерявий В. П. Екологія. – Львів : Світ, 2000 . – 499 с.
5. Шевченко, Т. С. Практикум з екологічної хімії. – Київ: Кондор, 2020. – 174 с.
6. Ясинська А.М. Основи хімічної екології. К.: Вид. Абрис, 1999. 9. Баб'як О.С. та ін. Екологічне право України: Навч. посібник - К.: Атіка, 2000.

Інтернет ресурси:

1. канал You Tube, що містить фрагменти учбових відео- та кінофільмів з різних модулів навчальної дисципліни <https://www.youtube.com/channel/UC9xFulK6eP12sYBLgS1H89w>.
2. Відкритий доступ до Google Диска з електронними підручниками, конспектами лекцій, рекомендаціями до практичних занять, учбовими відеофільмами
3. <https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1NsG9dYp32elbmMCjibPexOEXM578fIct>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=TVY59lpEdMo>
5. https://www.youtube.com/watch?v=P2_puvtjTfU
6. ChemWorld – український портал з хімії, містить публікації з органічної, біологічної та екологічної хімії, а також корисні матеріали для студентів і викладачів.
<https://chemworld.com.ua>
7. [Каталог курсів з екології | EdEra](#) (безкоштовні онлайн-курси для школярів і студентів, включаючи теми кліматичних змін та відновлюваної енергетики).
8. [Екологічна токсикологія — Відкрита бібліотека підручників](#) **Open Textbook Library – Environmental Toxicology** (відкритий англomовний підручник, 2020 р., з екологічної токсикології).
9. [Зелена та стала хімія - eCourse | UNEP — Програма ООН з навколишнього середовища](#)
10. [Навчальні модулі зеленої хімії — Американське хімічне товариство](#)
11. [Екологічні наслідки Чорнобильської катастрофи](#)
12. [Чорнобильський центр: наслідки аварії](#)
13. [Фукусіма: причини та екологічні наслідки](#)
14. [Фукусіма — екологічна проблема](#)

ДОДАТОК 1

Орієнтовні середні значення **чистої первинної продукції (NPP)** для різних типів екосистем, які можна використати для розрахунків вуглецевого балансу:

Тип екосистеми	Середнє значення NPP	Одиниці виміру	Джерело
Луки (grasslands)	600–800 г C/m ² /рік	≈ 6–8 т C/га/рік	Reducing Suffering
Хвойний ліс (coniferous forest)	400–600 г C/m ² /рік	≈ 4–6 т C/га/рік	ORNL DAAC – NPP Multi-Biome
Озеро (lake)	100–250 г C/m ² /рік	≈ 1–2,5 т C/га/рік	Reducing Suffering
Агроекосистема (cropland)	500–700 г C/m ² /рік	≈ 5–7 т C/га/рік	[Ciais et al., 2010; Luysaert et al., 2010] згідно з Reducing Suffering

Примітки:

- Значення можуть варіюватися залежно від клімату, типу ґрунтів, виду рослинності та інтенсивності землекористування.
- Для точних розрахунків у наукових роботах рекомендується використовувати **регіональні або локальні дані**, зокрема з баз NASA (наприклад, [ORNL DAAC](#)) або FLUXNET.

ДОДАТОК 2

Мінімальна та максимальна кількість нітратів в овочах

Рослина	Кількість нітратів (мг/кг)		Рослина	Кількість нітратів (мг/кг)	
	Мінім.	Макс.		Мінім.	Макс.
Кавун	44	572	Капуста пекінська	1100	2640
Перець солодкий	44	352	Буряк столовий	44	2640
Баклажани	88	263	Капуста кольрабі	176	2640
Петрушка (зелень)	1760	1892	Селера	132	1340
Кабачки	369	704	Цибуля зелена	44	1320
Ревінь	1760	2420	Картопля	44	968
Горошок зелений	22	88	Цибуля ріпчаста	66	880
Редька чорна	1540	1760	Квасоля	22	880
Огірки	88	528	Морква	176	2200
Редиска	440	2640	Гарбуз	308	1320
Диня	44	484	Цибуля зелена	44	1320
Ріпа	660	880	Укріп	369	2200
Капуста білокачанна	66	2860	Патисони	176	880
Салат	369	2860	Часник	44	308
Шпинат	660	3960	Щавель	264	396

ДОДАТОК 3

Типові ознаки ураження рослин за дією окремих забруднювачів

Забруднювач	Вид рослини	Характер пошкодження
SO₂	Сосна звичайна	Побуріння кінчиків хвої
	Ялина європейська	Буріння та опадання хвої
	Ясен американський	Міжжилкове знебарвлення листя
	Папороть (орляк)	Червонуватий некроз на кінцях листків
HF	Модрина європейська	Почервоніння хвої, опадання при сильному ураженні
	Гладіолус	Некроз з верхівки листка, поширення по ширині
	Абрикос	Бурочервона смуга на кінцях листків
O₃	Сосна Веймутова	Жовтокоричневі кінці голок, крапчастість хвої
	Тютюн	Блідо-сірі плями на листі
	Картопля	Сірі плями з металевим блиском
	Ясен американський	Пурпурові крапки на старому листі
NH₃	Гراب звичайний	Сріблястість нижньої частини листя, потемніння при високих концентраціях
	Липа серцелиста	Подібні зміни кольору та текстури листя

ДОДАТОК 4

Ступені опромінення людини та можливі наслідки

Доза опромінення	Наслідки для організму
4,5 Зв (450 бер)	Тяжкий ступінь променевої хвороби
1,0 Зв (100 бер)	Нижній поріг розвитку легкого ступеня променевої хвороби
0,75 Зв (75 бер)	Короточасні зміни складу крові
0,30 Зв (30 бер)	Місцеве опромінення при рентгеноскопії шлунка
0,10 Зв (10 бер)	Припустиме разове аварійне опромінення населення
0,005 Зв (500 мбер)	Припустиме річне опромінення населення за нормальних умов
0,01–0,05 Зв	Тривале перебування на сонці (пляж)
0,004 Зв (400 мбер)	Кілька рентгенівських обстежень протягом року
0,001 Зв (100 мбер)	Середнє фонове опромінення за рік
0,0002–0,0005 Зв	Перегляд телепередач щодня протягом року

Типові середні концентрації забруднювачів у повітрі (мг/м³)

Забруднювач	Середня концентрація (мг/м ³)	ГДКс.д. (мг/м ³)	Примітка
Завислі речовини (пил, PM10)	0,15–0,25	0,15	Перевищення у промислових районах
Діоксид сірки (SO ₂)	0,005–0,015	0,05	Найвищі значення — у містах із ТЕС
Оксид вуглецю (CO)	0,5–1,5	3,0	Найвищі — у транспортних вузлах
Діоксид азоту (NO ₂)	0,03–0,06	0,04	Часто перевищує ГДК у центрі міст

Приклади середніх значень для окремих міст (за даними 2023 року):

Місто	Пил (мг/м ³)	SO ₂ (мг/м ³)	CO (мг/м ³)	NO ₂ (мг/м ³)
Київ	0,22	0,010	1,2	0,05
Харків	0,18	0,008	1,0	0,04
Дніпро	0,25	0,012	1,3	0,06
Львів	0,16	0,006	0,9	0,04
Житомир	0,15	0,008	1,0	0,04

ГДКс.д. (гранично допустимі концентрації, середньодобові):

- Пил (PM10) — 0,15 мг/м³; SO₂ — 0,05 мг/м³; CO — 3,0 мг/м³; NO₂ — 0,04 мг/м³

Порівняльна таблиця: Природні та Штучні джерела радіоактивності

Критерій	Природні джерела радіоактивності	Штучні джерела радіоактивності
Походження	Природні процеси в земній корі, атмосфері та космосі	Результат діяльності людини: ядерна енергетика, медицина, промисловість
Основні радіонукліди	Уран-238, Торій-232, Калій-40, Радон-222	Цезій-137, Стронцій-90, Йод-131, Плутоній-239, Кобальт-60
Джерела	Космічне випромінювання, гірські породи, ґрунт, вода, повітря (радон)	Ядерні реактори, випробування ядерної зброї, медичні ізотопи, аварії на АЕС
Рівень впливу	Постійний, фоновий, відносно стабільний	Може бути локально високим, особливо при аваріях або неправильному поводженні
Екологічні наслідки	Зазвичай незначні, але можливі ризики при високій концентрації радону	Радіоактивне забруднення ґрунтів, води, біоти; довготривалі наслідки для екосистем
Біологічний вплив	Може спричиняти хронічне опромінення, особливо в регіонах з високим фоном	Гостре та хронічне опромінення, мутації, онкологічні захворювання, вплив на потомство
Контроль і регулювання	Важко контролювати, але можна зменшити вплив (вентиляція, будівельні матеріали)	Підлягає суворому контролю, регулюється міжнародними та національними нормами

Порівняльна таблиця: Екологічні наслідки аварій на ЧАЕС і Фукусімі

Критерій	Чорнобильська АЕС (1986)	Фукусіма-1 (2011)
Джерело викидів	Вибух реактора №4 внаслідок помилок персоналу та конструктивних недоліків	Руйнування систем охолодження після землетрусу та цунамі
Типи радіонуклідів	Йод-131, Цезій-137, Стронцій-90, Плутоній-239, Рутеній-106, Барій-140, Телур-132	Йод-131, Цезій-134, Цезій-137, Стронцій-90, Тритій
Масштаб забруднення	Радіоактивне забруднення понад 200 000 км ² у Європі; найбільше — Україна, Білорусь, Росія	Основне забруднення — східне узбережжя Японії та Тихий океан; локалізоване, але з морським поширенням
Вплив на біоту	Вимирання флори і фауни в зоні відчуження; мутації, зниження біорізноманіття	Загибель морських організмів, мутації у рибі, забруднення ґрунтів і лісів поблизу АЕС
Забруднення води	Забруднення річки Прип'ять, водосховищ, підземних вод	Витік радіоактивної води в океан, тривале накопичення тритію у водному середовищі
Забруднення ґрунтів	Високий рівень забруднення цезієм і стронцієм у ґрунтах Полісся	Локальне забруднення ґрунтів поблизу станції, особливо цезієм
Заходи ліквідації	Евакуація 116 тис. осіб, створення зони відчуження, саркофаг над реактором	Евакуація понад 150 тис. осіб, будівництво льодової стіни, зберігання радіоактивної води
Тривалість впливу	Довготривале: ⁹⁰ Sr і ¹³⁷ Cs залишаються активними понад 100 років	Тривале, але з меншим викидом плутонію; основна загроза — вода з тритієм
Глобальні наслідки	Радіоактивні хмари досягли всієї Європи, частково Азії та Північної Америки	Вплив обмежений переважно Японією та Тихоокеанським регіоном

