

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(назва факультету/підрозділу)

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(назва кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА ДОВКІЛЛЯ»

(назва навчальної дисципліни)

вибіркова

(обов'язкова загальна або обов'язкова професійна або вибіркова)

за освітньо-професійною програмою «Екологічна безпека»

(назва освітньої програми)

підготовки магістра

(найменування освітнього ступеня)

у галузі знань 10 «Природничі науки»

(код та найменування галузі знань)

за спеціальністю 101 «Екологія»

(код та найменування спеціальності)

Рекомендовано кафедрою
спеціальної хімії та хімічної технології

(назва кафедри)

на 2022-2023 навчальний рік.

Протокол від «15» липня 2022 року

№ 1

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни «Радіаційна безпека довкілля»

Загальна інформація про дисципліну

Вивчення навчальної дисципліни «Радіаційна безпека довкілля» передбачає розкриття таких проблемних питань сьогодення, як:

- збільшення дози опромінення сучасної людини, пов'язане з широким використанням енергії атому за різними напрямками: в медицині, для створення ядерної зброї, для виробництва енергії, виявлення пожеж та інше;
- питання радіаційної безпеки підприємств ядерної енергетики як потенційних джерел забруднення біосфери на всіх етапах ядерного циклу: видобуванні та переробці уранових руд, перетворенні руди в ядерне паливо, виготовленні тепловиділяючих елементів (ТВЕЛів), виробництві енергії в реакторах, зберіганні та переробці опроміненого ядерного палива, його вторинному використанні, зберіганні та захороненні радіоактивних відходів;
- опромінення від радіоактивних опадів, що утворилися в результаті ядерних вибухів, головним чином, випробуванні ядерної зброї;
- забруднення радіонуклідами атмосфери, гідросфери та літосфери, їх міграція в усіх складових біосфери, їх потрапляння харчовими ланцюгам до організму людини;
- радіаційний захист.

Передбачається розвиток у здобувачів вищої освіти логічного мислення, уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки дисципліни із повсякденним життям; формування екологоорієнтованого світогляду.

Навчання з дисципліни «Радіаційна безпека довкілля» проводиться майже в кінці освітнього процесу під час підготовки магістрів, тому її теоретичні положення базуються на знаннях, отриманих на попередніх курсах підготовки, що слугували певним підґрунтям для ефективного засвоєння здобувачами вищої освіти дисциплін циклу професійної підготовки.

Інформація про науково-педагогічного(них) працівника(ів)

Загальна інформація	Слепужніков Євген Дмитрович, начальник спеціальної хімічної факультету рятувальних сил, кандидат технічних наук.	Євген заступник кафедри хімії та технології оперативно-рятувальних сил, кандидат технічних наук.	Трефілова Лариса Миколаївна, професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології, доктор фізико-математичних наук.
Контактна інформація	м. Харків, вул. Баварська, 7, кабінет № 203. Мобільний номер телефону – 063-831-80-94	м. Харків, вул. Баварська, 7, кабінет № 203. Мобільний номер телефону – 066-795-04-20	м. Харків, вул. Баварська, 7, кабінет № 201. Мобільний номер телефону – 066-795-04-20
E-mail	slepuzhnikov@nuczu.edu.ua	laratrefilova@ukr.net	
Наукові	Радіаційний, хімічний та	Радіаційна фізика.	

інтереси	біологічний захист. Піднімально-транспортні машини.	Оптична спектроскопія. Фізика твердого тіла.
Професійні здібності	Професійні знання, досягнення практичного змісту у сфері наукових інтересів.	Професійні знання, досягнення практичного змісту у сфері наукових інтересів, значний досвід викладацької діяльності.
Наукова діяльність за освітнім компонентом	Спеціальна обробка (деконтамінація). Відбір проб для проведення хімічного та радіологічного аналізу.	Розробка сцинтиляційних матеріалів для детектування іонізуючого випромінювання.

Час та місце проведення занять з дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру: щосередини з 15.30 до 17.00 в аудиторії №208 або онлайн з використанням засобів інтернет-зв'язку. В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

Мета вивчення дисципліни: формування у здобувачів вищої освіти комплексу знань, умінь та навичок щодо дії іонізуючого випромінювання навколишнього середовища на живі організми та зв'язку цієї дії з розподілом радіонуклідів на поверхні Землі з метою застосування в професійній діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Радіаційна безпека довкілля» є вивчення виду і характеру дії іонізуючих факторів середовища, які впливають на життєві процеси; вивчення процесів міграції радіоактивних речовин в середовищі існування; виявлення променевиких навантажень, сформованих середовищем, які надають виражений вплив на соматичні чи генетичні функції біонтів; з'ясування особливостей взаємовідносин живих організмів з джерелом радіації.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти
	очна (денна)
Статус дисципліни (обов'язкова загальна або обов'язкова професійна або вибіркова)	вибіркова
Рік підготовки	1
Семестр	2
Обсяг дисципліни:	
- в кредитах ЄКТС	5
- кількість модулів	2
- загальна кількість годин	150
Розподіл часу за навчальним планом:	
- лекції (годин)	22
- практичні заняття (годин)	28
- семінарські заняття (годин)	---
- лабораторні заняття (годин)	---
- курсовий проект (робота) (годин)	---
- інші види занять (годин)	---
- самостійна робота (годин)	100
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)	---
- підсумковий контроль (диференційний залік, екзамен)	екзамен

Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни «Радіаційна безпека довкілля» проводиться після вивчення дисциплін: природоохоронні технології, поводження з відходами, забезпечення екологічної безпеки.

Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми «Екологічна безпека», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання:

Дисциплінарні результати навчання	абревіатура
Обирати необхідні дозиметричні прилади для проведення радіаційної розвідки.	ДРН 1
Обирати необхідні дозиметричні прилади для проведення радіаційного контролю.	ДРН 2

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Очікувані компетентності з дисципліни	абревіатура
Прагнення до збереження навколишнього середовища під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій пов'язаних з виливом (викидом) в довкілля радіаційно небезпечних	ОК 1

речовин.	
Здатність щодо здійснення індивідуального дозиметричного контролю.	ОК 2

Програма навчальної дисципліни

Теми навчальної дисципліни:

МОДУЛЬ 1. ТЕОРІЯ РАДІОАКТИВНОСТІ. ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ДОЗИМЕТРІЯ.

Тема 1.1. Будова ядра атома.

Склад ядра атому. Ізотопи. Ядерні сили. Оболонкова модель ядра. Дефект маси. Магічні числа нуклонів.

Тема 1.2. Природна радіоактивність.

Закон радіоактивного розпаду. Види радіоактивного розпаду. Джерела природної радіоактивності. Радіоактивна рівновага. Представники радіоактивних сімейств.

Тема 1.3. Штучна радіоактивність.

Ядерні реакції. Реакції ділення. Незгасаюча ланцюгова реакція. Термоядерні реакції.

Тема 1.4. Іонізуюче випромінювання.

Види іонізуючого випромінювання. Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною. Кількісні критерії взаємодії іонізуючих випромінювань з речовиною. Походження іонізуючого випромінювання. Види дії іонізуючого випромінювання. Складові зовнішнього опромінювання.

Тема 1.5. Дозиметрія.

Одиниці вимірювання радіоактивності та енергії іонізуючого випромінювання. Дози випромінювання. Методи дозиметрії (калориметричний метод, іонізаційний метод, радіолюмінісцентний метод, хімічні методи). Камера Вільсона.

МОДУЛЬ 2. ТЕХНОЛОГІЧНО ЗМІНЕНИЙ РАДІАЦІЙНИЙ ФОН. РАДІАЦІЙНИЙ ЗАХИСТ. КРУГООБІГ ШТУЧНИХ РАДІОІЗОТОПІВ У ЗОВНІШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ.

Тема 2.1. Технологічно змінений радіаційний фон.

Радіоактивність будівельних матеріалів. Формування дози γ -випромінювання в приміщеннях. Заміна будівельних матеріалів з підвищеною питомою активністю природних радіонуклідів. Радіоактивність, яка обумовлена наявністю радону. Інші джерела технологічно зміненого фону.

Тема 2.2. Радіаційний захист.

Джерела радіоактивності, які створені людиною. Радіаційний захист. Джерела радіоактивності, які використовуються в медицині. Ядерна і радіологічна зброя. Забруднення радіонуклідами після ядерного вибуху. Дискримінанти радіонуклідів. Ядерні вибухи в мирних цілях.

Тема 2.3. Джерела радіоактивності, які створені людиною.

Ядерна енергетика як галузь промисловості. Ядерний реактор: типи,

призначення реакторів, принцип одержання енергії. ТВЕЛі: ядерні реакції, накопичення радіоактивних продуктів. Радіоактивне забруднення на всіх етапах ядерного циклу. Аварійні ситуації на АЕС. Радіоактивні відходи. Методи поводження з радіоактивними відходами. Розрахунок величини санітарно-захисної зони у випадку викиду газоподібних радіоактивних відходів.

Тема 2.4. Кругообіг штучних радіоізоотопів в зовнішньому середовищі. Поведінка радіоактивних газів і аерозолів в атмосфері. Розповсюдження радіонуклідів у водному середовищі. Поведінка радіоактивних речовин в ґрунтах.

Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:

Назви модулів і тем	Форма здобуття освіти очна (денна)					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	модульна контрольна робота	
2 - й семестр						
Модуль 1. ТЕОРІЯ РАДІОАКТИВНОСТІ. ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ДОЗИМЕТРІЯ.						
Тема 1.1 Будова ядра атома.	16	2	2		12	
Тема 1.2 Природна радіоактивність.	16	2	2		12	
Тема 1.3 Штучна радіоактивність.	16	4	4		8	
Тема 1.4 Іонізуюче випромінювання.	16	2	4		10	
Тема 1.5 Дозиметрія.	18	4	2		10	2
Разом за модулем 1	82	14	14		52	2
2 - й семестр						
Модуль 2. ТЕХНОЛОГІЧНО ЗМІНЕНИЙ РАДІАЦІЙНИЙ ФОН. РАДІАЦІЙНИЙ ЗАХИСТ. КРУГООБІГ ШТУЧНИХ РАДІОІЗОТОПІВ У ЗОВНІШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ.						
Тема 2.1 Технологічно змінений	16	2	4		10	

радіаційний фон.						
Тема 2.2 Радіаційний захист.	18	2	2		14	
Тема 2.3 Джерела радіоактивності, які створені людиною.	18	2	2		14	
Тема 2.4 Кругообіг штучних радіоізо-пів в зовнішньому середовищі.	16	2	2		10	2
Разом за модулем 2	68	8	10		48	2
Разом	150	22	24		100	4

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Будова атома. Фізичні характеристики електронів, протонів, нейтронів.	2
2.	Маса ядра і дефект маси.	2
3.	Прилади індивідуального дозиметричного контролю ІД-1, ДП-22-В, ДКГ-21, ДКГ-21М.	4
4.	Відпрацювання вимірювання за допомогою приладів: ДП-5В, ДП-5Б, ІМД-5,	4
5.	Відпрацювання вимірювання за допомогою приладів: Polimaster РМ1610А, Polimaster РМ 1703 GNA, Polimaster РМ1401К-3.	2
6.	Відпрацювання вимірювання за допомогою приладів: МКС-05 «Терра».	4
7.	Захист від дії радіаційного випромінювання. Засоби індивідуального захисту органів дихання та шкіри.	2
8.	Сигнальне маркування небезпечних речовин.	2
9.	Спеціальна (деконтамінаційна) обробка та її види.	2
	Разом	24

Теми лабораторних занять (не передбачено навчальним планом)

Орієнтовна тематика індивідуальних завдань. Виконання індивідуального завдання не є обов'язковим, але за умов його добровільного та успішного виконання нараховується додаткові 10 балів, що дає можливість підвищити рівень оцінки знань з дисципліни. В якості індивідуальних завдань при вивченні дисципліни можуть бути підготовка

рефератів, доповідей на конференціях, участь у конкурсах наукових робіт за тематикою дисципліни.

Форми та методи навчання.

Форми та методи навчання і викладання сприяють досягненню заявлених у освітній програмі цілей та програмних результатів навчання, відповідають вимогам студентоцентрованого підходу та принципам академічної свободи.

Вивчення навчальної дисципліни реалізується **в таких формах:** навчальні заняття за видами, консультації, контрольні заходи, самостійна робота.

В навчальній дисципліні використовуються **такі методи навчання і викладання:**

- *методи навчання за джерелами набуття знань:* словесні методи навчання (лекція, пояснення, бесіда, інструктаж); наочні методи навчання (ілюстрація, демонстрація); практичні методи навчання (практична робота);

- *методи навчання за характером логіки пізнання:* аналітичний; синтетичний; дедуктивний;

- *методи навчання за рівнем самостійної розумової діяльності тих, хто навчається:* проблемний виклад; частково-пошуковий;

- *інноваційні методи навчання:* робота з навчально-методичною літературою та відео метод; інтерактивні методи;

- *самостійна робота.*

Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: екзамен.

Оцінювання рівня освітніх досягнень здобувачів за освітніми компонентами, здійснюється за 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України з переведенням в оцінку за рейтинговою шкалою - ЄКТС та в 4-бальну шкалу.

Таблиця відповідності результатів оцінювання знань з навчальної дисципліни за різними шкалами

За 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України	За рейтинговою шкалою (ЄКТС)	За 4-бальною шкалою
90–100	A	відмінно
80–89	B	добре
65–79	C	
55–64	D	задовільно
50–54	E	
35–49	FX	незадовільно
0–34	F	

Критерії оцінювання

Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль результатів навчання здобувачів освіти проводиться у формі практичних ситуацій, контрольної роботи тощо.

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену.

Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни

Види навчальних занять		Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
I. Поточний контроль				
Модуль 1	практичні заняття*	5	6	30
	за результатами виконання контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)*	1	10	10
Разом за модуль 1				40
Модуль 2	практичні заняття*	4	6	24
	за результатами виконання контрольних (модульних) робіт (модульний контроль)*	1	10	10
Разом за модуль 2				34
Разом за поточний контроль				74
II. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)				до 10
III. Підсумковий контроль (екзамен)				26
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

Підсумкова оцінка формується з урахуванням результатів:

- поточного контролю роботи здобувача вищої освіти впродовж семестру;

- підсумкового контролю успішності.

До уваги можуть братись додаткові необов'язкові завдання та науково-дослідна діяльність здобувача вищої освіти.

Поточний контроль проводиться на кожному семінарському та практичному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти за змістом визначеної теми (у тому числі самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на семінарських заняттях та набутих навичок під час виконання завдань практичних робіт.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті оцінюється від 0 до 6 балів:

5-6 балів – завдання виконане в повному обсязі, відповідь вірна, наведено аргументацію, використовуються професійні терміни, звіт оформлений граматично і стилістично без помилок;

3-4 балів – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у звіті допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

1-2 балів – завдання виконане частково, у звіті допущені значні граматичні та стилістичні помилки;

0 балів – завдання не виконане.

Викладачем оцінюється повнота розкриття питання, цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки, акуратність оформлення письмової роботи, самостійність виконання.

Контрольна робота є складовою поточного контролю і виконується у вигляді аудиторної письмової роботи або складання тесту під час останнього семінарського заняття в межах окремого залікового модуля.

Критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти при виконанні контрольних робіт (оцінюється від 0 до 10 балів):

10 балів – вірні відповіді дані на всі запропоновані питання, дотримано всі вимоги до виконання;

7-9 балів – вірні відповіді дані на всі запропоновані питання, але вони недостатньо обґрунтовані, або у відповідях наявні незначні помилки;

4-6 балів – вірні відповіді дано на 50% запропонованих питань;

1-3 бали – вірні відповіді дано менше, ніж на 50% запропонованих питань, наявні значні помилки;

0 балів – відповіді відсутні або робота містить грубі помилки на більшість запропонованих питань.

Контрольні питання підсумкового контролю за модулем 1:

1. Склад ядра атому.
2. Ізотопи.
3. Ядерні сили.
4. Оболонкова модель ядра.
5. Дефект маси.
6. Магічні числа нуклонів.

7. Вкажіть ізотопи, ізобари та ізотони у наведеному ряді: ^{134}Xe , ^{133}Xe , ^{132}Cs , ^{127}I , ^{129}I , ^{133}I , ^{131}Cs , ^{133}Cs .
8. Магічні числа нуклонів. З наведеного ряду вкажіть ядра атомів магічних за числом p , за числом n та двічі магічних за числом p та n : ^{130}Te , ^{112}Sn , ^{208}Pb , ^{15}O , ^{17}O , ^{16}O , ^{26}Mg , ^{40}Ca , ^{43}Ca , ^{198}Bi , ^{138}Ba , ^{48}Ca , ^{201}Pb .
9. Визначте енергію зв'язку на один нуклон в ядрі фтору $^{18}_9\text{F}$ ($m_{\text{ядра}} = 18,00095$ а. о.).
10. Який із ізотопів вуглецю найбільш стійкий $^{12}_6\text{C}$ ($m_{\text{ядра}} = 12,0000$ а.о.) або $^{13}_6\text{C}$ ($m_{\text{ядра}}=13,00335$ а. о.)?
11. Закон радіоактивного розпаду.
12. Види радіоактивного розпаду.
13. Джерела природної радіоактивності. Радіоактивна рівновага.
14. Представники радіоактивних сімейств.
15. Константа розпаду радону складає $0,1813$ доб $^{-1}$. Вчисліть період напіврозпаду та середню тривалість життя радону.
16. Період напіврозпаду актинію складає 21,7 роки. Яка частина одного граму актинія не розпадеться за 86,8 років?
17. Визначте за скільки років з 2 грамів радію залишиться 0,1 г радію. Період напіврозпаду радію 1620 років.
18. Скільки грамів полонію ($T = 138$ діб) знаходиться у рівновазі з 1 грамом радію ($T = 1620$ років)?
19. Вчисліть період напіврозпаду $^{210}_{82}\text{Pb}$, якщо відомо, що 0,0126 г його знаходяться у рівновазі з 1 г радію.
20. Ядерні реакції.
21. Реакції ділення.
22. Незгасаюча ланцюгова реакція.
23. Термоядерні реакції.
24. Запишіть наступні ядерні реакції: захоплення нейтрону ядром ізотопу азоту з масою 14 та випусканням протону; зіткнення ядра азоту-14 з α -часткою з подальшим випусканням протону.
25. Допишіть рівняння ядерної реакції та переведіть його в скорочену форму:
 $^{70}_{30}\text{Zn} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^1_0\text{n} + ?$
26. Напишіть повне рівняння ядерної реакції: $^{19}_9\text{F}(p, ?) \rightarrow ^{16}_8\text{O}$.
27. Види іонізуючого випромінювання.
28. Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною.
29. Кількісні критерії взаємодії іонізуючих випромінювань з речовиною.
30. Походження іонізуючого випромінювання.
31. Види дії іонізуючого випромінювання.
32. Складові зовнішнього опромінювання.
33. Енергія γ -випромінювання дорівнює 0,8 МеВ. Визначить товщину захисту зі свинцю, яка поглинає випромінювання у 8 разів.

34. Масовий коефіцієнт послаблення γ -випромінювання алюмінієм дорівнює $1,13 \text{ см}^2/\text{г}$ ($\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ г}/\text{см}^3$). Визначить товщину захисту з алюмінію, яка послаблює випромінювання у 5 разів.
35. Вчисліть середній пробіг γ -квантів, масовий коефіцієнт яких у повітрі дорівнює $0,056 \text{ см}^2/\text{г}$.
36. Розрахуйте зміну інтенсивності γ -випромінювання енергією $0,142 \text{ MeV}$ при проходженні його через шар води товщиною $2,8 \text{ м}$.
37. Визначте довжину пробігу α -частки з енергією 20 MeV у повітрі та міді ($\rho_{\text{Cu}} = 8,92 \text{ г}/\text{см}^3$) та її швидкість на момент вильоту з ядра та на відстані половини довжини пробігу. Розрахуйте повну іонізацію на всій довжині пробігу та питому щільність іонізації.
38. Визначте товщину захисту з алюмінію ($\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ г}/\text{см}^3$) від β^- -випромінювання, максимальний пробіг якого в цьому металі дорівнює $11,889 \text{ мм}$. Чому дорівнює лінійний коефіцієнт послаблення β^- -випромінювання?
39. Одиниці вимірювання радіоактивності та енергії іонізуючого випромінювання.
40. Дози випромінювання.
41. Калориметричний метод дозиметрії.
42. Іонізаційний метод дозиметрії.
43. Радіолюмінісцентний метод дозиметрії.
44. Хімічні методи дозиметрії.
45. Камера Вільсона.
46. Константа розпаду ^{232}Th складає $5 \cdot 10^{-11} \text{ рік}^{-1}$. Скільки α -часток викидає в 1 секунду $0,1 \text{ грам}$ торію?
47. Визначте масу ^{210}Po , активність якого дорівнює 1 Ки , якщо $T = 138 \text{ діб}$.
48. У 20 г тканини поглинається $10^9 \alpha$ -часток з енергією 5 MeV . Визначте величину $D_{\text{погл.}}$ та $D_{\text{екв.}}$.
49. Вчисліть величину $D_{\text{екв.}}$ за рік при опроміненні людини експозиційною дозою γ -випромінювання потужністю $72 \text{ мкР}/\text{год}$.
50. Визначте $D_{\text{екв.}}$, якщо у змішаному випромінюванні 40% складають γ -проміні, 30% швидкі нейтрони та 30% -важкі ядра віддачі, при загальній величині поглиненої дози 2 мГр .
51. Потужність дози γ -випромінювання у робочому приміщенні складає $25 \text{ мкР}/\text{год}$, в житловому приміщенні – $20 \text{ мкР}/\text{год}$, а на вулиці – $18 \text{ мкР}/\text{год}$. Розрахуйте добову дозу зовнішнього опромінення за умови, що людина знаходиться на роботі 9 годин на добу, а в квартирі – 11 .
52. Разова експозиційна доза дорівнює 100 Р . Наступне опромінювання протягом 15 діб складало приблизно по 10 Р на добу. Визначте ефективну дозу.

Контрольні питання підсумкового контролю за модулем 2:

1. Радіоактивність будівельних матеріалів.
2. Формування дози γ -випромінювання в приміщеннях.

3. Заміна будівельних матеріалів з підвищеною питомою активністю природних радіонуклідів.
4. Радіоактивність, яка обумовлена наявністю радону.
5. Інші джерела технологічно зміненого фону.
6. Розрахуйте дозу та міцність дози γ -опромінення в мкЗв/год. людей, які живуть у будівлі, побудованій з 15 т силікатної цегли з $C_{\text{еф.}} = 103$ Бк/кг, 25 т бетону з $C_{\text{еф.}} = 184$ Бк/кг та 18 т будівельного розчину з $C_{\text{еф.}} = 150$ Бк/кг.
7. Чи доречна заміна будівельного матеріалу з $C_{\text{еф.}} = 180$ Бк/кг на матеріал з $C_{\text{еф.}} = 93$ Бк/кг?
8. Основні принципи захисту від зовнішнього опромінювання
9. Захист від нейтронного та γ -випромінювання
10. Методи розрахунку доз зовнішнього опромінювання і контролю захисту
11. Персонал працює з джерелом, γ -еквівалент якого 40 г-екв Ra. Визначте відстань, на якій може знаходитись оператор від джерела, якщо вимірювання проводять 18 годин на тиждень.
12. Який час можна знаходитись біля джерела γ -випромінювання активністю 50 мг-екв Ra на відстані 0,75 м?
13. Персонал має 36-годинний робочий тиждень. Робоче місце знаходиться від джерела випромінювання на відстані 3 метрів. З якою допустимою активністю джерела можна працювати без захисту?
14. Визначить необхідну товщину захисту з бетону, якщо на відстані 2 метрів від оператора знаходиться джерело ^{60}Co активністю 3 Ки. Тривалість роботи 24 години на тиждень. Як зміниться товщина захисту, якщо її матеріалом буде чавун ($\rho_{\text{чав.}} = 7,2$ г/см³)?
15. Якої товщини повинно бути свинцеве скло марки ТФ-1, якщо працювати не більше 18 годин на тиждень з джерелом, енергія γ -випромінювання якого 1,75 МеВ, а γ -еквівалент не перевищує 10 г-екв Ra? Відстань до оператора 1,8 м.
16. Джерела радіоактивності, які використовуються в медицині.
17. Ядерні вибухи.
18. Принцип дії атомної бомби.
19. Термоядерна зброя.
20. Радіологічна зброя.
21. Забруднення верхнього шару ґрунту після ядерного вибуху.
22. Радіоактивне забруднення водних джерел після ядерного вибуху.
23. Радіоактивне забруднення продуктів харчування після ядерного вибуху.
24. Поведінка окремих радіонуклідів після ядерного вибуху.
25. Дискримінанти радіонуклідів.
26. Ядерні вибухи в мирних цілях.
27. Ядерна енергетика як галузь промисловості.
28. Ядерний реактор: типи, призначення реакторів, принцип одержання енергії.
29. ТВЕЛі: ядерні реакції, накопичення радіоактивних продуктів.
30. Радіоактивне забруднення на всіх етапах ядерного циклу.
31. Аварійні ситуації на АЕС.

32. Радіоактивні відходи.
33. Методи поводження з радіоактивними відходами.
34. Розрахунок величини санітарно-захисної зони у випадку викиду газоподібних радіоактивних відходів.
35. Аварія на ЧАЕС.
36. Роботи по запобіганню аварії на ЧАЕС.
37. Медичні аспекти аварії на ЧАЕС.
38. Радіаційне забруднення басейну р. Дніпро після аварії на ЧАЕС.
39. Заходи по підвищенню безпеки атомної енергетики.
40. Радіаційна аварія на АЕС «Фукусіма-1».
41. Поведінка радіоактивних газів і аерозолів в атмосфері.
42. Розповсюдження радіонуклідів у водному середовищі.
43. Поведінка радіоактивних речовин в ґрунтах.

Індивідуальна самостійна робота є однією з форм роботи здобувачів вищої освіти, яка передбачає створення умов для повної реалізації ними творчих можливостей, застосування набутих знань на практиці.

Здобувач вищої освіти може обрати дві з рекомендованих тем та самостійно виконати поглиблене теоретичне дослідження. Результати дослідження оформити звітом у формі реферату, презентації, добірки відеоматеріалів, створення відео- або фоторяду.

Критерії оцінювання кожної індивідуальної самостійної роботи здобувачів (оцінюється від 0 до 10 балів):

9-10 балів – самостійна робота здобувачем виконана в повному обсязі;

7-8 балів – робота виконана в повному обсязі, але допущені незначні помилки;

5-6 балів – виконана частина роботи складає менше 50 % від загального обсягу;

3-4 балів – обсяг виконаних завдань складає менше 25 % від загального обсягу;

1-2 балів – в цілому обсяг виконаних завдань складає менше 10 % від загального обсягу;

0 балів – завдання, передбачене для індивідуальної самостійної роботи, здобувачем не виконане.

Викладачем оцінюється розуміння здобувачем вищої освіти понятійного апарату, логічність та послідовність під час відповіді, самостійність мислення, впевненість в правоті своїх суджень, вміння виділяти головне, вміння встановлювати міжпредметні та внутрішньопредметні зв'язки, вміння робити висновки, показувати перспективу розвитку ідеї або проблеми, відсоток унікальності та запозичення текстового документу (плагіат), уміння публічно чи письмово представити звітний матеріал.

Перелік рекомендованих завдань для індивідуальної самостійної роботи здобувачів вищої освіти з дисципліни «Радіаційна безпека довкілля»:

1. Історія розвитку вчення про радіоактивність.
2. Особливості впливу радіоактивних речовин на жінок та чоловіків.

3. Віддалені ефекти опромінення.
4. Радіаційний захист населення.
5. Методи та прилади виміру радіоактивного опромінення.
6. Променева хвороба людини.
7. Токсикологія радіоактивних речовин.
8. Використання радіонуклідів в медицині.
9. Види та методи радіаційного контролю.
10. Методи виведення радіонуклідів з організму людини.
11. Біологічна дія іонізуючого опромінення.
12. Чутливість рослин і тварин до іонізуючого опромінення.
13. Радіаційна безпека України.
14. Нормативно-правове забезпечення радіаційної безпеки довкілля.
15. Радон у довкіллі: джерела, шляхи потрапляння, внесок у формування дозового навантаження.
16. Роль В.І. Вернадського в становленні радіаційної екології.
17. Міграція радіонуклідів у довкіллі.
18. Наслідки надзвичайних ситуацій в умовах радіоактивного забруднення території.
19. МАГАТЕ і його роль в розвитку міжнародного співробітництва в галузі мирного використання атомної енергії.
20. Ретроспективний аналіз аварій на атомних об'єктах.

Підсумковий контроль успішності проводиться на завершальному етапі з метою оцінки результатів навчання здобувачів вищої освіти, оцінки їх знань і навиків за обсягом, якістю, глибиною і вміннями застосовувати їх у практичній діяльності відповідно до моделі фахівця, проводиться у формі екзамену у 2 семестрі.

Екзамен проводиться за білетами. Рівномірне розподілення матеріалу у білетах, різноманітність запитань, повнота охоплення прочитаного курсу, відповідний підбір завдань – значною мірою сприяють об'єктивності оцінки.

Додаткові запитання ставляться за тим матеріалом, який висвітлює або побічно торкається у своїй відповіді здобувач вищої освіти. Для уточнення оцінки знань не виключається можливість додаткових запитань за іншими розділами курсу.

Критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти під час екзамену (оцінюється від 0 до 26 балів):

23-26 балів – здобувач вищої освіти в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, повністю, логічно і послідовно розкрив питання білету, виявив вміння застосовувати існуючі методики, наводити приклади, самостійно аналізувати, узагальнювати і викладати матеріал не допускаючи помилок. При відповіді продемонстровані вміння самостійно працювати з додатковою літературою.

18-22 балів – здобувач вищої освіти достатньо повно володіє навчальним матеріалом, однак при наданні відповіді на деякі питання не

вистачає достатньої глибини та аргументації, наявні несуттєві неточності та незначні помилки, які не впливають на загальну правильність відповіді.

13-17 балів – здобувач вищої освіти засвоїв тільки основний матеріал, не знає окремих положень, допускає неточності у відповіді, не вміє достатньо чітко сформулювати окремі положення, порушує послідовність у викладанні матеріалу, має певні труднощі у пов'язанні теоретичного матеріалу з його практичним застосуванням.

8-12 балів – здобувач вищої освіти не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, зміст визначених питань розкриває недостатньо, допускаючи при цьому суттєві неточності. Відповідь задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.

3-7 балів – здобувач вищої освіти не засвоїв значної частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки, не вміє логічно і послідовно викласти основні положення і має значні труднощі у пов'язанні теоретичного матеріалу з його практичним застосуванням. Для складання екзамену необхідне доопрацювання.

0-2 балів – не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань. Для складання екзамену необхідне значне доопрацювання.

Перелік питань для підготовки до екзамену:

1. Склад ядра атому.
2. Ізотопи.
3. Ядерні сили.
4. Оболонкова модель ядра.
5. Дефект маси.
6. Магічні числа нуклонів.
7. Закон радіоактивного розпаду.
8. Види радіоактивного розпаду.
9. Джерела природної радіоактивності. Радіоактивна рівновага.
10. Представники радіоактивних сімейств.
11. Ядерні реакції.
12. Реакції ділення.
13. Незгасаюча ланцюгова реакція.
14. Термоядерні реакції.
15. Види іонізуючого випромінювання.
16. Взаємодія іонізуючих випромінювань з речовиною.
17. Кількісні критерії взаємодії іонізуючих випромінювань з речовиною.
18. Походження іонізуючого випромінювання.
19. Види дії іонізуючого випромінювання.
20. Складові зовнішнього опромінювання.
21. Одиниці вимірювання радіоактивності та енергії іонізуючого випромінювання.
22. Дози випромінювання.
23. Калориметричний метод дозиметрії.
24. Іонізаційний метод дозиметрії.

- 25.Радіолюмінісцентний метод дозиметрії.
- 26.Хімічні методи дозиметрії.
- 27.Камера Вільсона.
- 28.Радіоактивність будівельних матеріалів.
- 29.Формування дози γ -випромінювання в приміщеннях.
- 30.Заміна будівельних матеріалів з підвищеною питомою активністю природних радіонуклідів.
- 31.Радіоактивність, яка обумовлена наявністю радону.
- 32.Інші джерела технологічно зміненого фону.
- 33.Основні принципи захисту від зовнішнього опромінювання
- 34.Захист від нейтронного та γ -випромінювання
- 35.Методи розрахунку доз зовнішнього опромінювання і контролю захисту
- 36.Джерела радіоактивності, які використовуються в медицині.
- 37.Ядерні вибухи.
- 38.Принцип дії атомної бомби.
- 39.Термоядерна зброя.
- 40.Радіологічна зброя.
- 41.Забруднення верхнього шару ґрунту після ядерного вибуху.
- 42.Радіоактивне забруднення водних джерел після ядерного вибуху.
- 43.Радіоактивне забруднення продуктів харчування після ядерного вибуху.
- 44.Поведінка окремих радіонуклідів після ядерного вибуху.
- 45.Дискримінанти радіонуклідів.
- 46.Ядерні вибухи в мирних цілях.
- 47.Ядерна енергетика як галузь промисловості.
- 48.Ядерний реактор: типи, призначення реакторів, принцип одержання енергії.
- 49.ТВЕЛі: ядерні реакції, накопичення радіоактивних продуктів.
- 50.Радіоактивне забруднення на всіх етапах ядерного циклу.
- 51.Аварійні ситуації на АЕС.
- 52.Радіоактивні відходи.
- 53.Методи поводження з радіоактивними відходами.
- 54.Розрахунок величини санітарно-захисної зони у випадку викиду газоподібних радіоактивних відходів.
- 55.Аварія на ЧАЕС.
- 56.Роботи по запобіганню аварії на ЧАЕС.
- 57.Медичні аспекти аварії на ЧАЕС.
- 58.Радіаційне забруднення басейну р. Дніпро після аварії на ЧАЕС.
- 59.Заходи по підвищенню безпеки атомної енергетики.
- 60.Радіаційна аварія на АЕС «Фукусіма-1».
- 61.Поведінка радіоактивних газів і аерозолів в атмосфері.
- 62.Розповсюдження радіонуклідів у водному середовищі.
- 63.Поведінка радіоактивних речовин в ґрунтах.

Політика викладання навчальної дисципліни

1. Сумлінне дотримання розкладу занять з навчальної дисципліни (здобувачі вищої освіти, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).

2. Активна участь в обговоренні навчальних питань, змістовна підготовка до семінарських та практичних занять за рекомендованою літературою, якісне і своєчасне виконання завдань.

3. Під час заняття мобільними пристроями дозволяється користуватися тільки з навчальною метою і з дозволу керівника заняття.

4. Здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни та вести власний облік цих балів.

5. При виконанні індивідуальної самостійної роботи до захисту допускаються реферати, які містять більшу частину оригінального тексту при перевірці на плагіат.

6. Суворе дотримання правил безпеки під час організації виїзних занять на об'єкти (не) виробничої сфери.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Література

1. Procedure for Implementation of the Method of Artificial Deposition of Radioactive Substances from the Atmosphere. / Kustov M., Slepuzhnikov E., Lipovoy V., Khmyrov I., Dadashov Ilgar Firdovsi, Buskin O. // Nuclear and Radiation Safety. 2019. Issue 3 (83). P. 13-25. [https://doi.org/10.32918/nrs.2019.3\(83\).02](https://doi.org/10.32918/nrs.2019.3(83).02).

2. Radioprotective Cement For Long-Term Storage Of Nuclear Waste. /Kustov M.V., Kalugin V.D., Deineka V.V., Shabanova G.M., Korohodska A.M., Slepuzhnikov E.D., Deyneka D.M.// Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii. 2020. No. 2, pp. 73-81. DOI: 10.32434/0321-4095-2020-129-2-73-81.

3. L.A. Lisitsyna, N.V. Ovcharenko, L. Trefilova. Spectral and kinetic characteristics of the luminescence center in LiF-WO₃ and ZnWO₄ crystals. // Russian Physics Journal, 58(3) 2015, 389-393.

4. V. Yakovlev, Trefilova L., A. Lebedynskiy, A. Karnaukhova, V. Alekseev. Peculiarities of intrinsic luminescence excited by pulsed electron beam in CsI and CsI:CO₃// J. Lumin. 190, 2017, 267–271.

5. V. Yakovlev, Trefilova L., V Alekseev, A. Karnaukhova, A. Shpylynska, A. Lebedynskiy, O. Tarakhno. Influence of color centers on the luminescent response of radiation-damaged CsI:Tl crystal // Functional materials, 25, No1, 2018, 13-20.

6. V.Yakovlev, L.Trefilova, A.Karnaukhova, A. Shpilinskaya. Intracenter processes induced by electron beam and 337 nm laser light in CsI:Tl // Funct. Mater. 2019; 26 (3) 454-461.

7. A.L. Shpilinskaya , A.N. Kudin , L.N. Trefilova , D.J. Zosim. Scintillation characteristics of heavily doped CsI:Tl, IO₃ crystals // Problems of atom science and technology. 2019, 4 (122) 191-197.

8. V. Yakovlev, L. Trefilova. Kinetic properties of infrared and visible luminescence induced by electron beam in CsI:Tl crystal // Journal of Luminescence 223 (2020) 117183

9. Освітньо-професійна програма «Екологічна безпека» за спеціальністю 101 «Екологія» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 10 «Природничі науки».

10. Дядченко В.В., Сахаров Г.В., Качанов Е.О. Посібник офіцера запасу військ радіаційного, хімічного, біологічного захисту Збройних Сил України. Навчальний посібник. К. I. Тактична і тактико-спеціальна підготовка. – Харків, ФВП НТУ «ХП» – 2009, 448 с.

11. Дядченко В.В., Сахаров Г.В., Качанов Е.О. Посібник офіцера запасу військ радіаційного, хімічного, біологічного захисту Збройних Сил України. Навчальний посібник. К. II. Військово-технічна підготовка. – Харків, ФВП НТУ «ХП» – 2010, 648 с.

12. Дядченко В.В., Сахаров Г.В., Випирайлов С.П. Посібник офіцера запасу військ радіаційного, хімічного, біологічного захисту Збройних Сил України. Навчальний посібник. К. III. Військово-спеціальна підготовка. – Харків, ФВП НТУ «ХП» – 2010, 648 с.

13. Дядченко В.В., Галак О.В., Марущенко В.В. Посібник офіцера запасу військ радіаційного, хімічного, біологічного захисту Збройних Сил України. Навчальний посібник. К. IV. Військово-технічна підготовка. – Харків, ФВП НТУ «ХП» – 2014, 632 с.

14. Ігнат'єв О.М. Прогнозування і оцінка радіаційної обстановки та визначення заходів щодо захисту населення при аваріях (руйнуваннях реактора) на радіоактивно небезпечних об'єктах: Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи №1 / О.М. Ігнат'єв, А.В. Ромін, Г.В. Фесенко . - Х. : НУЦЗУ, 2012 . – 18с.

15. Вальченко О.І. Радіаційний, хімічний та біологічний захист : Для курсантів, студентів та слухачів заочної форми навчання (спеціальність "Пожежна безпека") : Курс лекцій / О.І. Вальченко, О.М. Ігнат'єв, А.В. Ромін та ін. - Х. : НУЦЗУ, 2010 . – 63 с.

16. Чернявський І.Ю., Марущенко В.В. Мартинюк І.М. Військова дозиметрія: Підручник. – Харків: НТУ «ХП», 2012. – 560 с.

17. Радіоекологія : методичні вказівки до виконання практичних робіт / Уклад. М.В. Сарапіна . — Х. : НУЦЗУ, 2017 . — 55 с.

18. Радіоекологія: навчальний посібник / Е.Б. Хоботова, І.В. Грайворонська, М.І. Уханьова. Х.: ХНАДУ, 2013. – 188 с.

19. Перепелятніков Г.П. Основи загальної радіоекології: монографія / Г.П. Перепелятніков. — 2-ге вид. виправл. і доп. — К. : Атіка, 2012. — 440 с.

20. Батлук В.А. Радіаційна екологія: Навч. посібник. — К. : Знання, 2009. — 309 с.

21. Кічно В.О. Основи радіобіології та радіоекології / В.О. Кічно, С.В. Поліщук, І.М. Гудков: Навч. посіб. 3-тє видання. – К.: «Хай-Тек Прес», 2010. – 320 с.

22. Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України

(ОСПУ-2001). – К.: МОЗ України, 2001. – 136 с.

23. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ. – 1997. 54 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://zakon.rada.gov.ua>
2. <http://www.president.gov.ua>
3. <http://www.kmu.gov.ua>
4. <http://mvs.gov.ua>
5. <http://www.dsns.gov.ua>
6. <http://mon.gov.ua>
7. <http://nuczu.edu.ua>

Розробник(и):

заступник начальника кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил
кандидат технічних наук



Євген СЛЕПУЖНИКОВ

професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології
доктор фізико-математичних наук



Лариса ТРЕФІЛОВА