

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

**КАФЕДРА ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА
ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

Радіоекологія

**Методичні вказівки
з організації самостійної роботи,
типові завдання**

Для студентів, курсантів денної та заочної форм навчання
під час підготовки фахівців освітнього ступеня «бакалавр»
за спеціальністю 101 «Екологія»,
спеціалізація – «Екологічна безпека»

Харків - 2016

1. Загальні організаційно-методичні вказівки щодо проведення самостійної підготовки студентів, курсантів

Самостійна робота – форма організації навчального процесу, яка є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових для відвідування навчальних занять. Час, відведений для самостійної роботи, регламентується робочим навчальним планом і може становити від 1/3 до 1/2 загального обсягу навчального часу, відведеного для вивчення конкретної дисципліни.

Зміст самостійної роботи визначається робочою програмою навчальної дисципліни, завданнями та вказівками викладачів. Самостійна робота забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення конкретної навчальної дисципліни: підручниками, навчальними та методичними посібниками, конспектами лекцій, відповідною науковою та фаховою монографічною та періодичною літературою, методичними рекомендаціями та вказівками тощо.

Методичні матеріали для самостійної роботи передбачають можливість здійснення за ними самоконтролю стосовно рівня розуміння і засвоєння навчального матеріалу студентами та курсантами.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений робочим навчальним планом для засвоєння у процесі самостійної підготовки, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався під час проведення навчальних занять.

Самостійна робота є важливою складовою навчально-виховного процесу і проводиться з метою закріплення і поглиблення знань, отриманих на лекціях та інших видах занять, придбання досвіду роботи з літературою, активного пошуку нових знань, підготовки до наступних занять, заліків (екзаменів).

Самостійна підготовка курсантів проводиться, як правило, у складі навчальних груп у закріплених за ними аудиторіях (згідно розкладу, який розроблено деканатами факультетів).

Забороняється змінювати аудиторії самопідготовки навчальних груп без погодження з навчально-методичним відділом (деканатом факультету) та планувати самопідготовку в одній аудиторії для декількох навчальних груп. Самостійна робота, за необхідністю, може проводитись у читальній залі бібліотеки університету, навчальних кабінетах і аудиторіях, комп'ютерних класах (лабораторіях), а також у домашніх умовах (студенти).

2. Вимоги РПНД навчальної дисципліни «Радіоекологія» стосовно складової самостійної роботи

2.1. Загальні вимоги.

Відповідно до вимог робочої програми навчальної дисципліни «Радіоекологія» слухачі повинні:

знати:

- джерела іонізуючих випромінювань у навколишньому середовищі;
- особливості біологічної дії іонізуючої радіації на живі організми;
- можливості зменшення наслідків радіаційного ураження живих організмів;
- принципи захисту навколишнього середовища від радіонуклідного забруднення;
- засоби запобігання надходженню і накопиченню радіоактивних речовин в навколишньому середовищі;

вміти:

- оцінювати радіаційні умови за допомогою дозиметричних приладів різних систем;
- проводити радіометричну експертизу об'єктів навколишнього середовища;
- розробляти контрзаходи щодо мінімізації надходження радіонуклідів в навколишнє середовище;
- прогнозувати радіоактивне забруднення.

2.2. Теми самостійних занять.

Відповідно до таблиці 8 РПНД «Радіоекологія» на самостійну роботу визначено наступні теми самостійних занять:

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Дефект маси. Магічні числа нуклонів | 4 |
| 2 | Представники радіоактивних сімейств | 4 |
| 3 | Термоядерні реакції | 4 |
| 4 | Походження іонізуючого випромінювання. Види дії іонізуючого випромінювання. Складові зовнішнього опромінювання | 6 |
| 5 | Методи дозиметрії. Камера Вільсона | 6 |
| 6 | Джерела технологічно зміненого радіаційного фону. Радіоактивність, яка обумовлена наявністю радону | 6 |
| 7 | Методи розрахунку доз зовнішнього опромінювання і контролю захисту | 6 |
| 8 | Забруднення радіонуклідами після ядерного вибуху. Дискримінанти радіонуклідів. Ядерні вибухи в мирних цілях | 8 |
| 9 | Перспективи розвитку ядерної енергетики в світлі аварії на ЧАЕС | 8 |
| | Разом | 52 |

2.3. Перелік типових питань та тестових завдань за модулями навчання (змістовими модулями)

Модуль 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. Визначить 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. Визначить за скільки років з 2 грамів радію залишиться не розпавшимся 0,1 г радію. Період напіврозпаду радію 1620 років. (Відповідь: 7560 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: $^{70}_{30}\text{Zn} + ^1_1\text{H} \rightarrow \text{?} + \text{?}$
26. Напишіть повне рівняння ядерної реакції: $^{19}_9\text{F}(p, \text{?}) \rightarrow ^{16}_8\text{O}$.

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 $1,13 \text{ см}^2/\text{г}$ ($\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ г/см}^3$). 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 МеВ при проходженні його через шар води товщиною 2,8 м.
37. Визначить довжину пробігу α -частки з енергією 20 МеВ у повітрі та міді ($\rho_{\text{Cu}} = 8,92 \text{ г/см}^3$) та її швидкість на момент виліту з ядра та на відстані половини довжини пробігу. Розрахуйте повну іонізацію на всій довжині пробігу та питому щільність іонізації.
38. Визначить товщину захисту з алюмінію ($\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ г/см}^3$) від β^- -випромінювання, максимальний пробіг якого в цьому металі дорівнює 11,889 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 грам торію?
47. Визначить масу ^{210}Po , активність якого дорівнює 1 Кі, якщо $T = 138$ діб.
48. У 20 г тканини поглинається 10^9 α -часток з енергією 5 МеВ. Визначить 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 мкР/год.
50. Визначить $D_{\text{екв.}}$, 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 мкР/год, в житловому приміщенні – 20 мкР/год, а на вулиці – 18 мкР/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 на протязі 15 діб склало приблизно по 10 Р на добу. Визначить ефективну дозу.

Модуль 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. Визначить 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 Кі. 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 котрого 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. ТВЕЛ: 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

Типовий варіант контрольної роботи за матеріалом теми 1

1. Наведіть склад ядра атому. Що таке відносні атомні одиниці?
2. Дайте визначення поняттю «ізотопи»? Від чого залежить середня атомна маса елемента?
3. Що характеризує параметр стабільності ізотопів?
4. Розкажіть, що Ви знаєте про ізобари і ізотони. Наведіть приклади.
5. Наведіть основні характеристики ядерних сил.
6. Наведіть основні положення оболонкової моделі ядра.
7. Що Ви знаєте про дефект маси?
8. Поясніть, що Ви розумієте під магічними числами нуклонів.

3. Література

Базова

1. Хоботова Е.Б. Радіоекологія: навч. посіб. для студентів ВНЗ / Е.Б. Хоботова, І.В. Грайворонська, М.І. Уханьова ; Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. – Харків : ХНАДУ, 2013. – 187 с.
2. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – К.: МОЗ України, 1997. – 121 с.
3. Руднев А.В. Радиационная экология. М.: Изд. МГУ, 1990. – 201 с.
4. Перцов Л.А. Ионизирующие излучения биосферы. М.: Энергоиздат, 1973. – 279 с.
5. Максимов М.Т., Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерение. М.: Энергоиздат, 1986. – 234 с.

6. Кутлахмедов Ю.О. Основи радіоекології. К.: Вища школа, 2003. – 319 с.
7. Константинов М.П., Журбенко О.А. Радіаційна безпека. Суми, 2003. – 189 с.
8. Коваленко Г.Д., Рудя К.Г. Радиоекология Украины. К, 2001. – 242 с.
9. Эйзенбад М. Радиоактивность внешней среды. М.: Атомиздат, 1982. – 332 с.
10. Ильенко А.И., Криволицкий Д.А. Радиоекология. М.: Знание, 1971. – 321 с.
11. Кузин А.М. Радиоекология, М.: Атомэнергоиздат, 1973. – 178 с.
12. Крысюк Э. М. Радиационный фон помещений. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 120 с.
13. Шутенко Л.М. Міський житловий фонд: життєвий цикл і радіаційна безпека. К.: Техніка, 2002. – 251 с.
14. Сахаров В.К. Радиоекология: учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2006. – 320 с.: ил.
15. Кіцно В.О. Основи радіобіології та радіоекології / В.О. Кіцно, С.В. Поліщук, І.М. Гудков: Навч. посіб. 3-тє видання. – К.: «Хай-Тек Прес», 2010. – 320 с.
16. Бекман И.Н. Радиохимия: Учебное пособие в 7 т. / Том VI. Экологическая радиохимия и радиоекология. – М.: Издатель Мархотин П.Ю., 2015. – 400 с.
17. Макаревич Т.А. Радиоекология : пособие / Т.А. Макаревич. – Минск : БГУ, 2013. – 136 с.
18. Основы радиоекологии и безопасной жизнедеятельности: пособие для учителей общеобразоват. учреждений / Г.А. Соколик [и др.]; под общ. Ред. Т.Н. Ковалевой, Г.А. Соколик, С.В. Овсянниковой. – Минск : Тонпик, 2008. – 366 с.
19. Погосов А.Ю. Ионизирующая радиация: радиоекология, физика, технологии, защита: учеб. / А.Ю. Погосов, В.А. Дубковский ; под ред. А.Ю. Погосова. – О. : Наука и техника, 2012. – 804 с.
20. Тимофеева Т.А. Радиоекология: практическое руководство для студентов специальности 1-33 01 02 «Геоэкология» / Т.А. Тимофеева; М-во образовани РБ; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Ско-рины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2012. – 48 с.

Допоміжна

1. Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України (ОСПУ-2001). – К.: МОЗ України, 2001. – 136 с.
2. Про Концепцію проживання населення на територіях Української РСР з підвищеними рівнями радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. Постанова Верховної Ради УРСР від 27 лютого 1991 року N 791-XII, Відомості Верховної Ради 1991, № 16, ст.197.
3. Про правовий режим території, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. Закон України, Вводиться в дію Постановою ВР N 795-12 від 28.02.91, Відомості Верховної Ради 1991, № 16, с.199.
4. Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, Закон України, Вводиться в дію

Постановою ВР N 797-12 від 28.02.91, Відомості Верховної Ради 1991, № 16, с.201.

5. Якість ґрунту. Методи відбору проб ґрунту для радіаційного контролю, СОУ 74.14-37-425:2006.

Розробник:

доцент кафедри охорони праці
та техногенно-екологічної безпеки,
к.т.н., доц.

М.В. Сарапіна