


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення  
спеціальності  
прот. № 1 від «14» серпня 2023 року  
Голова групи  Герасимов О.І.

УЗГОДЖЕНО

Декан природоохоронного факультету  
 Чугай А.В.  
(назва факультету, прізвище, ініціали)

**СИЛЛАБУС**

навчальної дисципліни

**Радіаційна безпека**

(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

(шифр та назва спеціальності)

Технології захисту навколишнього середовища

(назва освітньої програми)

магістр  
(рівень освіти)

денна  
(форма навчання)

1                      1,2                      12/360                      1 сем.-залік, 2 сем.-іспит  
(рік навчання)                      (семестр навчання)                      (кількість кредитів ЄКТС/годин)                      (форма контролю)

кафедра фізики та технологій захисту навколишнього середовища

(кафедра)

Одеса, 2023 р.

Автори: Герасимов О.І., зав. кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д.ф.-м.н., проф.; Курятников В.В., доцент кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, к.ф.-м.н., доцент;

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри (назва кафедри) від «14» серпня 2023 року, протокол № 1.

Викладачі: Лекції – Герасимов О.І., зав.кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, д.ф.-м.н., проф.; Практичні заняття – Співак А.Я., ст.викл.кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, к.ф.-м.н.

---

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

---

Рецензент: Софронков О.Н. зав.циклової комісії з хімії навк.сер., д.т.н., проф.

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

### Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності
Герасимов О.І., Андріанова І.С. <a href="http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/9067">http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/9067</a>	09.06.2021, прот.№11	07.09.2021

1.

**ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Мета	Поглиблене вивчення основних принципів та норм радіаційної безпеки, методів захисту від іонізуючого випромінювання, санітарних правил поведінки з радіоактивними речовинами; надання студентам глибокого розуміння методів та навиків проведення деяких, зокрема, радіометричних та дозиметричних вимірів, теоретичних методів щодо інтерпретації експериментальних даних.
Компетентність	<p><b>Зміст компетентності згідно з освітньою програмою:</b></p> <p>Здатність використовувати науково-обґрунтовані методи обробки результатів досліджень в галузі технологій захисту навколишнього середовища.</p> <p>Здатність застосовувати реабілітаційні та профілактичні заходи при ліквідації наслідків екологічного забруднення</p> <p>Здатність використовувати принципи та норми екологічного навантаження, ( норм радіаційної безпеки) в задачах захисту навколишнього середовища</p>
Результат навчання	<p>Використовувати у практичній діяльності знання вітчизняного та міжнародного природоохоронного законодавства.</p> <p>Застосовувати профілактичні заходи для захисту навколишнього середовища, зокрема, здатність застосовувати реабілітаційні заходи при ліквідації наслідків екологічного забруднення, методи дезактивації радіаційно-забруднених об'єктів.</p> <p>Знання та розуміння фізичних явищ: наведена активність, радіаційно-хімічні та фізико-механічні ефекти дії радіації, фізичних процесів взаємодії іонізуючого випромінювання із речовиною в задачах схову та утилізації радіоактивних відходів.</p>
Базові знання	<p>Основні радіаційно-гігієнічні регламентовані величини, ліміти доз та допустимі рівні.</p> <p>Міжнародні та українські законодавчі акти з радіаційної безпеки. Основні принципи радіаційної безпеки.</p> <p>Норми радіаційної безпеки та основні санітарні правила України (НРБУ-97 та ОСПУ-97).</p> <p>Радіаційна безпека об'єктів схову джерел іонізуючого випромінювання.</p>
Базові вміння	<p>Застосовувати на практиці правила радіаційної безпеки.</p> <p>Розробляти рекомендації щодо поведінки з джерелами іонізуючого випромінювання, радіоактивними</p>

	речовинами, забрудненими радіонуклідами. Проводити облік радіоактивних відходів та розробляти заходи щодо поводження з ними .
Базові навички	Базова навичка – розробляти та застосовувати заходи захисту від радіації.
Пов’язані силлабуси	немає
Попередня дисципліна	немає
Наступна дисципліна	немає
Кількість годин	лекції: 1сем-30; 2сем-45 практичні заняття: 1сем-немає; 2сем-45 лабораторні заняття: 1сем-15; 2сем-немає самостійна робота студентів: 1сем-45; 2сем- 180 , КП. 1сем-залік; 2сем-іспит.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Лекційні модулі - (1 семестр)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМЛ-1	1.Радіоактивність.Види іонізуючих випромінювань	3	2
	2. Джерела ІВ природні та техногенні.	3	2
	3. Взаємодія ІВ з речовиною. Вплив ІВ на біологічні об’єкти. Захист від іонізуючих випромінювань.	3	2
	4.Дози ІВ. Потужність доз ІВ. Ліміти доз.	3	2
	5. Атомна енергетика та її вплив на довкілля	3	2
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР1		5
ЗМЛ-2	1.Сучасна радіаційна ситуація в Україні	4	2
	2.Контроль радіаційного забруднення. Міграція радіонуклідів.	4	3
	3. Ліквідування наслідків радіаційного забруднення	4	3
	4. Організаційне забезпечення радіаційної безпеки території, об’єкту, персоналу і населення	3	2

	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР2		5
	Разом:	30	30

**Консультації:** Герасимов О.І., д.ф.-м.н., проф.; сер., 15.30, ауд.315

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

### Практичний модуль ЗМ-Лаб

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин		
		аудиторні	СРС	
ЗМ-Лаб	<b>Лабораторні заняття</b>			
	1. Радіометрія (радіометри РУБ-01)	4	3	
	2. Елементи дозиметрії (дозиметри РКС-Стора, дозиметри ТЕРРА)	4	2	
	3. Гамма-спектрометрія (віртуальна лабораторія ГАММАЛАБ)	4	3	
	4. Відбір проб і визначення вмісту радіонуклідів Методи і засоби радіоекологічного моніторингу	3	2	
	Разом	15	10	

**Консультації:** Герасимов О.І., д.ф.-м.н., проф.; сер., 15.30, ауд.315

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

\* Лабораторні роботи проводяться на приладах та устаткуванні лабораторії Радіоекології кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ.

### Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	• Підготовка до лекційних занять	10	1-7
	• ПМКР1 (обов'язковий)	5	тиждень
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять	10	8-
	• ПМКР2 (обов'язковий)	5	15тижден ь
ЗМ-Лаб	• Підготовка до лабораторних занять	10	1-15
	• УО (обо'язковий)		тиждень
	• Підготовка до заліку	5	
	Разом:	45	

### **1.Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л1.**

Модульна контрольна робота МКР1 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 25 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Оцінка за правильну відповідь на одне питання – 1 бал. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 25 балам.

### **2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л2.**

Модульна контрольна робота МКР2 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 25 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Оцінка за правильну відповідь на одне питання – 1 бал. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 25 балам.

### **3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Лаб .**

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань у вигляді виконання лабораторних робіт. Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМ-Лаб дорівнює 50 балам.

Лабораторні роботи проводяться на приладах та устаткуванні лабораторії Радіоекології кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ.

**4. Методика проведення та оцінювання заліку.** Допуск до семестрового заліку за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше 50 балів за теоретичну та практичну частину (для заліку). Якщо дисципліна закінчується заліком, то студент пише залікову контрольну роботу, а інтегральна оцінка (В) по дисципліні розраховується за формулою

$$B = 0,75 \times OЗ + 0,25 \times OЗКР,$$

де ОЗ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за змістовними модулями; ОЗКР – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) залікової контрольної роботи. Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується заліком, отримує якісну оцінку («зараховано» або «не зараховано»), якщо має на останній день семестру інтегральну суму балів поточного контролю, достатню (60балів та більше) для отримання позитивної оцінки, та не менше 50 балів за залікову контрольну роботу. Білет ЗКР у формі тестів складається з 20-питань, в які входять теми лекційних та практичних модулів. Максимальна можлива оцінка 100 балів еквівалентна 100% правильних відповідей.

## З РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

### Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу.

#### Лекційний модуль ЗМ-Л1

#### **Тема 1.1 Радіоактивність. Іонізуючі випромінювання (ІВ). Види ІВ.**

Радіація. Природні та штучні джерела радіоактивного забруднення. Захист від радіації.

Природна та штучна радіація характеризується двома поняттями:

1) радіоактивність; 2) дози випромінювання. Перше поняття характеризує радіоізотоп, а друге - взаємодію іонізуючого випромінювання з речовиною.

Для професійної підготовки студентів питання джерел іонізуючих випромінювань є предметом вивчення, метою якого є знайомство з правилами, нормами та стандартами, прийнятими в Україні, при поводженні з РАВ.

Радіоактивність- це хаотичне перетворення одних атомних ядер в інші у супроводженні посилення ядерних частинок або квантів електромагнітного випромінювання. Види радіоактивності, серед яких основні це альфа-випромінювання, бетта-випромінювання та гамма-випромінювання.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
6. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.\*Що називається радіоактивністю?
2. \*Назвіть основні види іонізуючого випромінювання?
3. \*Що називається альфа-випромінюванням?
4. Яка природа бетта-випромінювання?
5. Що являє собою гамма-випромінювання?  
(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

## ***Тема 1.2 Джерела радіаційного забруднення***

Деякі речовини є небезпечними, оскільки дають іонізуючі випромінювання. Серед основних понять радіоекології – іонізуючі випромінювання та їх небезпечність.

Ці випромінювання утворюють так звані джерела. Джерелами іонізуючого випромінювання можуть бути речовини 1) природного та антропогенного походження. Джерелами іонізуючого випромінювання можуть бути радіоактивні відходи - речовини антропогенного походження.

Класифікація радіоактивних відходів можлива за різними показниками, але найголовнішою з них є міра небезпеки для людського здоров'я.

Радіація. Природні та штучні джерела радіоактивного забруднення. Захист від радіації.

Природна та штучна радіація характеризується двома поняттями:

1) радіоактивність; 2) дози випромінювання. Перше поняття характеризує радіоізотоп, а друге - взаємодію іонізуючого випромінювання з речовиною.

Для професійної підготовки студентів питання джерел іонізуючих випромінювань є предметом вивчення, метою якого є знайомство з правилами, нормами та стандартами, прийнятими в Україні, при поводженні з РАВ.

### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
6. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К.1997. 209 с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \* Джерела іонізуючого випромінювання
2. \*Що являють собою штучні джерела радіоактивності?
3. \*Назвіть основні джерела іонізуючого випромінювання?  
(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).



### **Тема 1.3 Взаємодія ІВ з речовиною. Вплив ІВ на біологічні об'єкти.**

#### **Захист від іонізуючих випромінювань. Біологічна дія іонізуючого випромінювання**

При вивченні цього розділу потрібно розглянути питання взаємодії різних видів іонізуючого випромінювання з речовиною. Розібрати основні механізми взаємодії за теорією та моделлю Бора.

Біологічний вплив радіації використовують у медицині для локального знищення органічної тканини ракової пухлини.

Ядерні випромінювання є небезпечними для людини. Негативний вплив зростає із збільшенням інтенсивності радіації.

Багато питань, зокрема питання впливу радіації на здоров'я людини, залишаються ще не вивченими. Серед них – питання впливу малих доз радіації.

Радіація завдає значного збитку здоров'ю людей, які мешкають в місцевостях, що зазнають дії радіації, веденню сільського господарства в цьому районі, організації відпочинку людей, призводить до ушкодження архітектурних споруд, пам'ятників історії та культури і так далі.

Радіація діє на всіх біологічних рівнях – від молекул до окремих органів.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
6. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К.1997. 209 с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \*Як захиститися від радіації?
  2. \*Який з радіонуклідів був найбільш небезпечним у перший тиждень після аварії на ЧАЕС?
  3. Який з радіонуклідів після аварії на ЧАЕС є найбільш небезпечним у наш час?
  4. \*Яка біологічна дія радіації?
  5. \*Як називається речовина, добавка якої дозволяє знизити швидкість хімічної реакції?
  6. \*Який вплив малих доз радіації?
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

## Тема 1.4 Дози ІВ. Потужність доз ІВ.

Доза випромінювання – це енергетична характеристика іонізуючого випромінювання. Доза еквівалентна в органі чи тканині НТ — величина, що визначається як добуток поглиненої дози в окремому органі чи тканині на радіаційний зважуючий фактор  $w_R$  :  $H_T = D w_R$  Одиниця еквівалентної дози в системі СІ - Зіверт (Зв).  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$ . Для вивчення теми рекомендовано користуватися методичними вказівками до практичних занять [3]. В цих вказівках наведені приклади лабораторних завдань.

Радіометр - дозиметр гамма-бета випромінювань РКС-01 "СТОРА" призначений для індивідуального та колективного користування при вимірюванні потужності експозиційної дози (ПЕД) гамма-випромінювання, а також щільності потоку бета-частинок. Прилад призначений для вимірювання фону в місцях проживання і праці населення, контролю радіаційної чистоти житлових та промислових приміщень, будівель та споруд, предметів побуду, одягу, території, що прилягає, ґрунту, транспортних засобів. В основі роботи приладу лежить іонізаційний метод реєстрації ядерного випромінювання. В якості детектора в приладі використовується лічильник Гейгера-Мюлера. Діапазон вимірювання потужності експозиційної дози (ПЕД), мР/рік 0,01-100; Межа основної відносної похибки вимірювання ПЕД, що визначена за допомогою зразкового джерела Cs-137 при довірчій ймовірності 0,95, %  $\pm 25$ ; Діапазон енергій гамма-випромінювання, МеВ 0,05-3,0 19

### ЛІТЕРАТУРА

1. Рома В.В., Степова О.В. Моніторинг довкілля : Навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 117с.
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Фізичні основи радіометрії та дозиметрії : Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33с.
3. Курятников В.В., Кільян А.М. Радіоекологія : Методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35с.

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. \*Що називається поглинутою дозою? довкілля : Навчальний посібник.
2. Як визначити еквівалентну дозу для дорослих і дітей в атмосферному повітрі?
- 3.\* Як визначити експозиційну дозу та потужність дози фотонного випромінювання?

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Тема 1.5 Атомна енергетика та її вплив на довкілля**

Потрапляння в повітряне середовище радіоактивних речовин: в атмосферу парів, газів, аерозолів та інших шкідливих речовин; у водне середовище рідких та твердих радіоактивних речовин - прямий результат неправильної експлуатації реактора на ЧАЕС, а також недосконалості технологічного устаткування, що призвело у квітні 1986 року до теплового вибуху реактора і пожежі. Наслідки аварії на Чорнобильській АЕС залишаються важкими для України та сусідніх країн і зараз.

У перші дні (8 діб) після аварії найбільш небезпечним був ізотоп йоду-131. Але надійних фільтрів для уловлювання цього ізотопу не було у промисловому виробництві навіть для ліквідаторів аварії і пожежників.

На думку гігієністів частинки пилу розміром 5 мкм і менше можуть проникати глибоко в легені, аж до альвеоли. Пил розміром 5-10 мкм в основному потрапляє у верхні дихальні шляхи, майже не проникаючи до легенів. Пил несприятливо впливає на органи дихання, зору, шкіру. Найбільш серйозні наслідки викликає систематичне вдихання радіоактивного пилу, а також пилу, що містить діоксид кремнію  $\text{SiO}_2$ .

Сучасний радіаційний стан України пов'язаний перш за все з радіонуклідами цезію-137 та стронцію-90, які утворилися у результаті аварії, і період напіврозпаду яких складає 30 років.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
6. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Які види іонізуючого випромінювання найбільш небезпечні?
2. Від яких видів іонізуючого випромінювання найбільш складно захиститись?
3. Що було причиною аварії на ЧАЕС?
4. Що дає безвідходна технологія?
5. Від яких видів іонізуючого випромінювання найбільш складно захиститись?

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

## Лекційний модуль ЗМ-Л2

### Тема 2.1 Сучасна радіаційна ситуація в Україні

Промислові підприємства, об'єкти енергетики, зв'язки і транспорт є основними джерелами енергетичного забруднення промислових регіонів, міського середовища, будинків та природних зон.

Дія іонізуючого випромінювання на людину може відбуватися в результаті зовнішнього і внутрішнього опромінення. Зовнішнє опромінення викликають джерела рентгенівського і у-випромінювання, потоки протонів і нейтронів. Внутрішнє опромінення спричиняють частинки, які потрапляють в організм людини через органи дихання.

При вивченні цього розділу потрібно розглянути питання впливу наслідків Чорнобильської аварії.

Після Чорнобильської аварії у навколишньому середовищі залишилися багато радіоізотопів цезію-137 та стронцію-90, які мають період напіврозпаду 30 років і продовжують розпадатися.

Потрібно також розглянути питання біологічного впливу радону, концентрації якого найбільші на гірських ландшафтах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т.- Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
6. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К.1997. 209 с.

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. \*Що є основними джерелами енергетичного забруднення промислових регіонів?
2. \*Що називається внутрішнім опроміненням?
3. \*Що називається зовнішнім опроміненням?
4. Які найбільш шкідливі радіоізотопи залишилися після аварії на ЧАЕС? (\*- питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

### Тема 2.2 Контроль радіаційного забруднення. Міграція радіонуклідів

Міграція радіонуклідів в атмосфері. Радіонукліди потрапляють в атмосферу разом з викидами промислових підприємств. Росповсюдження в тропосфері та стратосфері. Період напіввипадіння. Зони забруднення.

Міграція радіонуклідів у водному середовищі. Радіонукліди накопичуються у поверхневому шарі води. Так, у водосховищах у поверхневому шарі концентрація радіоізотопів може доходити до 370 мБк/л, а в товщі води – 185 мБк/л. У ґрунті дна водойм концентрація радіонуклідів у десятки разів вища, ніж у воді, внаслідок їх адсорбції на поверхні мінеральних і органічних речовин. Тому гідробіоти, які ведуть бентозний (донний) або прибентозний спосіб життя, уражаються від радіаційного забруднення більшою мірою, ніж пелагічні (ті, які живуть у товщі води). Водні рослини більш стійкі до опромінення, ніж тварини.

Роль морів і океанів у підтриманні стабільності всієї біосфери величезна. Додаткове локальне забруднення морських екосистем відбувається від скидань і викидів ядерних реакторів, заводів із виробництва ядерного палива, від захоронення у морях радіоактивних відходів, аварій та ін.

Найважливішою складовою поверхневого стоку радіонуклідів у морські екосистеми є стік рік. Так, стік Дніпра є визначальним в оцінці депонування радіонуклідів, зумовлених Чорнобильською аварією, в Чорному морі й Світовому океані. За проведеними оцінками активність стоку радіонуклідів у Чорне море становить  $(185-740) \cdot 10^{10}$  Бк (50-200 Ки) на рік. У морській воді містяться також природні радіонукліди. Це насамперед калій-40, уран, торій, радій і рубідій. Штучні радіонукліди представлені продуктами поділу урану і радіонуклідами, що утворилися зі стабільних елементів після активації нейтронами.

Міграція радіонуклідів в ґрунті. Ґрунтові води.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
6. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \*Що є основним приймачем радіоактивних опадів на Землі?
2. \*Що є основними переносниками радіоактивних речовин з ґрунту в організм тварин і людини?
3. Від яких факторів залежить радіоактивне забруднення продукції рослинництва?

4. Де накопичення радіонуклідів проходить інтенсивніше?
  5. Як може здійснюватися міграція радіонуклідів у ґрунті?
  6. Як радіонукліди з гірських порід можуть потрапляти у море?
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Тема 2.3 Ліквідування наслідків радіаційного забруднення**

Основним приймачем радіоактивних опадів на Землі є ґрунт. Але ґрунт значною мірою вкритий рослинами, сумарна площа листя може в багато разів перевищувати площу ґрунту, на якій вони ростуть.

Міграція радіонуклідів у ґрунті може здійснюватися поверхневими та ґрунтовими стоками води, процесами дефляції (перенесення ґрунтових мас водою), вітрової ерозії (перенесення ґрунтових мас вітром), тваринами. Певне місце у цьому має і антропогенний фактор, зокрема, сільськогосподарська, транспортна, будівнича, вугільно - та рудно-добувна діяльність тощо.

Рослинний покрив і тварини є важливим регулюючим фактором перерозподілу радіонуклідів у ґрунті.

Із рештками рослин, відходами тваринництва радіоактивні речовини знову потрапляють у ґрунт і знову починають свій шлях ланцюгами живлення.

### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т.- Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
6. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К.1997. 209 с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \*Що називається радіацією?
  2. \*Що називається питомою радіоактивністю?
  3. \*Які Ви знаєте дози випромінювання?
  4. \*Які основні властивості та різновиди іонізуючих випромінювань?
  5. \*Які засоби для вимірювань радіоактивності?
  6. Яка доза характеризує кількість енергії іонізуючого випромінювання, поглинутої одиницею маси речовини?
  7. \*Як може здійснюватися міграція радіонуклідів у ґрунті?
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

## **Тема 2.4 Організаційне забезпечення радіаційної безпеки території, об'єкту, персоналу і населення**

Для того, щоб уникнути цих тяжких наслідків і підтримувати якість середовища, відбувається модернізація існуючого і розробка нових видів технологічного устаткування, в якому здійснена повна герметизація, автоматизація, дистанційне керування. Впроваджується безвідходна технологія, при якій виключаються викиди в атмосферу, виникають нові методи очищення повітря та води, розробляється і застосовується нове технологічне устаткування, до складу якого входять вбудовані агрегати для видалення і знешкодження шкідливих речовин.

**Особливості надходження, розподілу і перерозподілу радіонуклідів в урбосистемах.** Урбанізовані території характеризуються концентрацією техногенних джерел забруднення, а їх функціонування є головним чинником зміни довкілля.

Разом з антропогенними основні природні фактори є причиною формування радіоекологічної ситуації на території міста.

Загрозами зовнішньому середовищу є чинники, які спроможні завдати шкоди навколишньому середовищу міста і зумовити погіршення в ньому безпечного для здоров'я людей стану.

Існуючі загрози урбанізованим територіям міста:

- високий рівень забруднення повітря викидами від Одеської ТЕЦ, яка палить вугілля, від пересувних, в основному автомобільний транспорт, і стаціонарних джерел забруднення;
- забруднення морського середовища радіаційно небезпечними товарами, які морськими судами потрапляють у Одеський торговий порт;
- забруднення морського середовища скидами забруднюючих речовин у складі стічних та інших зворотних вод і поверхневим стоком, будівництво атомних електростанцій вдовж узбережжя Чорного моря (проектуються у Туреччині);
- розвиток небезпечних геологічних процесів на узбережжі міста внаслідок несанкціонованого будівництва та знищення захисних зелених насаджень;
- наявність небезпечних джерел акустичного і електромагнітного забруднення (високовольтні лінії електропередач понад дахами жилих будинків);
- незадовільний стан радіаційного контролю продуктів споживання, які привозять з радіаційно небезпечних районів України;
- край незадовільний стан поводження з відходами виробництва та споживання, відсутність підприємств, що переробляють сміття, звалище сміття на краю міста;

### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.

2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т.- Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
6. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К.1997. 209 с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

6. \*Що є основним приймачем радіоактивних опадів на Землі?
  7. \*Що є основними переносниками радіоактивних речовин з ґрунту в організм тварин і людини?
  8. Від яких факторів залежить радіоактивне забруднення продукції рослинництва?
  9. Де накопичення радіонуклідів проходить інтенсивніше?
  10. Як може здійснюватися міграція радіонуклідів у ґрунті?
  6. Як радіонукліди з гірських порід можуть потрапляти у море?
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Практичний модуль ЗМ-Лаб. Повчання до практичних занять**

#### **Лабораторні заняття**

#### **Тема 3.1 Радіометрія (радіометри РУБ-01)**

Радіоактивність – це явище самодовільного розпаду атомного ядра, при якому одне атомне ядро перетворюється в інше. При цьому випромінюються ядерні частинки, або гамма-кванти. Радіометр – це прилад для вимірювання радіації. Бета-радіометр РУБ-01П призначений для виміру питомої і об'ємної активності бета-випромінюючих нуклідів у пробах природного середовища. Бета-радіометр може застосовуватися для комплексного санітарного контролю в лабораторних і польових умовах.

Принцип дії бета-радіометра заснований на перетворенні світлових спалахів у чуттєвому об'ємі детектора в імпульси струму. Прилад дозволяє проводити експресні виміри об'ємної активності проб рідин і газів, питомої активності сипучих харчових продуктів і ґрунту, а також питомої активності проб, приготуваних з використанням методів концентрування і радіохімічного виділення. З цією метою бета-радіометр постачається відповідними блоками детектування.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Рома В.В., Степова О.В. Моніторинг довкілля : Навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 117с.
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Фізичні основи радіометрії



та дозиметрії : Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33с.

3. Курятников В.В., Кільян А.М. Радіоекологія : Методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \*Які механізми взаємодії бета-випромінювання з речовиною ?
2. \*Що називається коефіцієнтом поглинання ?
3. \*Яке призначення бета-радіометра РУБ-01П ?
4. \*Який принцип роботи детектора в радіометрі РУБ-01П ?
5. \*Яке призначення фотоелектронного помножувача ФЕП ?
6. \*Як здійснюється калібрування бета-радіометра ?
7. Як залежить активність радіоактивного препарату від часу ?
8. \*Що називається періодом напіврозпаду ?
9. Яка одиниця коефіцієнту поглинання в системі СІ ?
- 10\*. Визначити період напіврозпаду цезію 137 за даними вимірювання питомої активності ізотопів  $q$ , Бк/кг, яка дорівнює  $3,2 \cdot 10^{15}$  Бк/кг.

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Тема 3.2 Елементи дозиметрії (дозиметри РКС-Стора, дозиметри ТЕРРА)**

Доза випромінювання – це енергетична характеристика іонізуючого випромінювання. Доза еквівалентна в органі чи тканині НТ — величина, що визначається як добуток поглиненої дози в окремому органі чи тканині на радіаційний зважуючий фактор  $w_R$  :  $H_T = D w_R$  Одиниця еквівалентної дози в системі СІ - Зіверт (Зв).  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$ . Для вивчення теми рекомендовано користуватися методичними вказівками до практичних занять [3]. В цих вказівках наведені приклади лабораторних завдань.

Радіометр - дозиметр гамма-бета випромінювань РКС-01 "СТОРА" призначений для індивідуального та колективного користування при вимірюванні потужності експозиційної дози (ПЕД) гаммавипромінювання, а також щільності потоку бета-частинок. Прилад призначений для вимірювання фону в місцях проживання і праці населення, контролю радіаційної чистоти житлових та промислових приміщень, будівель та споруд, предметів побуду, одягу, території, що прилягає, ґрунту, транспортних засобів. В основі роботи приладу лежить іонізаційний метод реєстрації ядерного випромінювання. В якості детектора в приладі використовується лічильник Гейгера-Мюлера. Діапазон вимірювання потужності експозиційної дози (ПЕД), мР/рік 0,01-100; Межа основної відносної похибки вимірювання ПЕД, що визначена за допомогою зразкового джерела Cs-137 при довірчій ймовірності 0,95, %  $\pm 25$ ; Діапазон енергій гама-випромінювання, МеВ 0,05-3,0 19

## *ЛІТЕРАТУРА*

1. Рома В.В., Степова О.В. Моніторинг довкілля : Навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 117с.
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Фізичні основи радіометрії та дозиметрії : Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33с.
3. Курятников В.В., Кільян А.М. Радіоекологія : Методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \* Визначити еквівалентну дозу для дорослих і дітей в атмосферному повітрі.
2. Розрахувати еквівалентну дозу на поверхні землі, що утворює фотонне випромінювання від хмарини радіоактивних газів суміші ізотопів.
3. \*Визначити експозиційну дозу та потужність дози фотонного випромінювання.

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Тема 3.3 Гамма-спектрометрія (віртуальна лабораторія ГАММАЛАБ)**

Спектрометр іонізуючого випромінювання - це прилад, за допомогою якого можна визначити енергетичний або будь-який інший (наприклад розподіл імпульсів за часом) спектр іонізуючого випромінювання. Знаючи спектр іонізуючого випромінювання, можна визначити радіонукліди, яким він належить і їх концентрацію. У склад гамма-спектрометра входить детектор гамма-випромінювання, який перетворює спектр гамма-випромінювання в спектр амплітуд імпульсів напруги, і аналізатор імпульсів. Програмний комплекс GammaLab, призначений для моделювання в реальному часі апаратурних гамма-спектрів напівпровідникових та сцинтиляційних детекторів під час вимірювань широкого кола джерел, довільної просторової конфігурації та радіонуклідного складу.

## *ЛІТЕРАТУРА*

1. Рома В.В., Степова О.В. Моніторинг довкілля : Навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 117с.
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Фізичні основи радіометрії та дозиметрії : Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33с.
3. Курятников В.В., Кільян А.М. Радіоекологія : Методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

- 1.\*Чим відрізняється апаратурний спектр імпульсів від енергетичного спектра ядерних частинок ?
- 2.\*Що описує функція відгуку ?
- 3.\*Що називається чутливістю гамма-спектрометра ?
- 4.\*Що називається енергетичним розділенням гамма-спектрометра ?
- 5.\*Як визначається "мертвий" час приладу ?
- 6.\*Що являє собою канал амплітудного аналізатора ?
- 7.\*Які функції виконує одноканальний амплітудний аналізатор ?
- 8.\*Скільки каналів містять в собі сучасні багатоканальні аналізатори ?
- 9.Які функції виконує аналоговий цифровий перетворювач ?

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Тема 3.4 Відбір проб і визначення вмісту радіонуклідів Методи і засоби радіоекологічного моніторингу**

Мета дозиметричного і радіометричного контролю - оцінка потужності дози  $\gamma$ -фону при роботі з джерелами опромінення, а також визначення поверхневого забруднення різних об'єктів і обладнання РР. Визначення радіаційного забруднення здійснюється за наступною послідовністю: - відбір та підготовка проб для дослідження; - підготовка приладу до роботи; - вимірювання фону; - вимірювання радіоактивного випромінювання від проби; - розрахунок рівня забрудненості проби та зрівняння його з нормою. У реєстраційному журналі записують час, місце відбору проби, найменування проби, результати вимірювання. Відбір проб рослин проводиться на тих самих ділянках, що і проб ґрунту. Проби поміщають у поліетиленові мішечки. У ці ж мішечки поміщають і ідентифікаційну етикетку, на якій вказують назву рослин, фазу вегетації, місце відбору, дату взяття проби. Проби сільськогосподарських культур на полі краще відбирати по діагоналі. У сучасних умовах необхідно мати ефективні методи реєстрації і контролю радіоактивного забруднення води, ґрунту, кормів для тварин, продуктів харчування для людини і вцілому довкілля.

### *ЛІТЕРАТУРА*

- 1.Рома В.В., Степова О.В. Моніторинг довкілля : Навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 117с.
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Фізичні основи радіометрії та дозиметрії : Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33с.
3. Курятников В.В., Кільян А.М. Радіоекологія : Методичні вказівки до

лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35с.

4. Давиденко В.М. Радіобіологія. Миколаїв: Видав. МДАУ, 2011. 265с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \*Охарактеризуйте суть і значення радіометрії.
2. \*Вкажіть класифікацію дозиметрів.
3. \*Вкажіть основні правила відбору проб для радіологічного аналізу.
4. Радіометрія це наука, що : - вивчає фізичні і хімічні явища в природі;  
- здійснює моніторинг радіаційного забруднення навколишнього середовища; - вивчає будову атома.(виберіть вірне).

### **4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ**

#### **Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1 МКР-1**

- 1.\*Що означає період напіврозпаду радіонукліда?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
- 2.\* Джерела іонізуючого випромінювання  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
3. \*Що називається радіоактивністю?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
4. \*Назвіть основні види іонізуючого випромінювання?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
5. Чому дорівнює ліміт дози опромінювання для осіб категорії В згідно НРБУ-97 ?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
6. В яких одиницях системи SI вимірюється активність радіоактивної речовини?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
7. Як змінюється активність радіоактивної речовини за один період напіврозпаду?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
8. У скільки разів біологічна еквівалентна доза кратна до поглинутої дози рентгенівського випромінювання?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
- 9.Яку середню ефективну дозу випромінювання на Україні отримає людина щорічно внаслідок природного  $\gamma$ -фону ?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
10. Як називається вплив іонізуючого випромінювання на потомство опроміненої людини ?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;

11. Як співвідносяться між собою одиниці еквівалентної дози випромінювання 1 бер і 1 Зв ?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;

12. Яка їжа – рослинна чи тваринна, містить більше радіонуклідів та чому?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;

13. За допомогою яких приладів визначають потужність дози випромінювання?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;

14. Загальна кількість розпадів, що відбувається в радіоактивній речовині за одиницю часу, називається...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

15. Шляхи потрапляння радіонуклідів в організм людини через продукти харчування.

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;

16. Поверхнєве та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;

17. Що називають трофічними ланцюгами потрапляння радіонуклідів в організм людини?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219

18. Чому основною одиницею дози випромінювання для урбосистем є 1 людино-Зіверт?

*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;

19. Для якого міста України в результаті аварії на ЧАЕС колективна доза була максимальною?

*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;

20. На якому з ефектів заснований іонізаційний метод реєстрації іонізуючого випромінювання ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

21. При електронному бета-розпаді випромінюється...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

22. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

*Література:* [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [3]- с.178 -197;

23. На якому з ефектів заснований сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

24. Що називається радіоактивністю ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

25. Як змінюється кількість радіоактивних ядер за один період

напіврозпаду?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

26. Які радіонукліди були найбільш небезпечні відразу ж після аварії на ЧАЕС ?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

27. Ізотопами називаються атоми, зарядові (Z) і масові (M) числа, а також періоди напіврозпаду (T) яких знаходяться в співвідношенні...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

28. За допомогою яких приладів визначали потужність дози випромінювання під час аварії на ЧАЕС?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

29. Елементи, ядра яких мають однакову кількість протонів, називаються...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

30. Що є джерелом радіоактивного забруднення ?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

31. Як співвідносяться між собою одиниці поглинутої дози випромінювання 1 Грей і 1 рад?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

32. Електронний бета-розпад супроводжується...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

33. Які радіонукліди після аварії на ЧАЕС найбільш небезпечні в даний час?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

34. Яка з частинок має один протон і один електрон ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

35. Ізобарами називаються атоми, зарядові (Z) і масові (M) числа, а також періоди напіврозпаду (T) яких знаходяться в співвідношенні...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

36. Яка з частинок має один протон і два нейтрони ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

37. Яка з доз випромінювання є лімітом дози для осіб категорії А згідно НРБУ-97?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

38. Внаслідок яких явищ відбувається ослаблення гамма-випромінювання в речовині?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

39. Як змінюється активність радіоактивної речовини за один період напіврозпаду?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

40. У скільки разів еквівалентна доза опромінення кратна до поглинутої

дози рентгенівського випромінювання?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

41. Що означає ТВЕЛ?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

42. Як при  $\alpha$  - розпаді змінюється масове число ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

43. Яке рівняння описує закон радіоактивного розпаду, якщо  $N$ - кількість активних ядер?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

44. За два періоди напіврозпаду активність радіоактивної речовини...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

45.Що являє собою саркофаг над реактором 4-го енергоблока ЧАЕС?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

46. Які радіонукліди після аварії на ЧАЕС були найбільш небезпечні в перші дні після аварії?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

47.Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найбільша ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

48.Як зміниться кількість радіоактивних ядер за два періоди напіврозпаду?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

49. В яких одиницях системи SI вимірюється питома активність радіоактивної речовини?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

50. Причини аварії на ЧАЕС.

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

### **Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2 МКР-2**

1. \*Що є основними джерелами енергетичного забруднення промислових регіонів?

*Література:* [2]- с.7-28; [3]- с.10,153.

2. \*Що називається внутрішнім опроміненням?

*Література:* [2]- с.97; [3]- с.178.

3. \*Що називається зовнішнім опроміненням?

*Література:* [2]- с.97; [3]- с.178.

4. Які найбільш шкідливі радіоізотопи залишилися після аварії на ЧАЕС?

*Література:* [3]- с.198.

5. Що відноситься до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

6. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів не

залежить від оточуючих ландшафтів?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

7. Які фізичні процеси відбуваються при потраплянні радіонуклідів у водне середовище?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

8. Чи відносяться сільськогосподарчі роботи на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

9. Чи відносяться вітровий переніс до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

10. Як відбувається водна міграція радіонуклідів на забрудненій території?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

11. Чи відносяться переніс радіонуклідів птахами та тваринами на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

12. Чи відносяться водна міграція роботи на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

13. Які ландшафти називають автономними?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

14. Де інтенсивніше відбувається міграція радіонуклідів - у лісі чи на пагорбі?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

15. Який ґрунт найбільш затримує радіонукліди при їх міграції?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

16. Які фізичні процеси переносу мають місце у випадку міграції радіонуклідів у водному середовищі?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

17. Що являють собою донні відкладення радіонуклідів?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

18. Як потрапили радіонукліди від аварії на ЧАЕС у північно-західну частину Чорного моря?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

19. Чи містять у собі радіонукліди донні відкладення Дніпровського басейну?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

20. Чи містять у собі радіонукліди донні відкладення північно-західної частини Чорного моря?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

21. Як відбувається затримання радіонуклідів лісовими системами на



забрудненій території?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

22. Що більше поглинає радіонукліди – стовбур дерева, чи його листя?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

23. Як впливає радіація на дерева у лісі?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

24. Як відбувається міграція радіонуклідів у гумусі лісового ґрунту?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

25. Чи є радіоактивними стовбури дерев у лісі на забрудненій радіоактивними речовинами території?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

26. Які природні процеси відносяться до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

27. Чи змінювалася крони дерев на забруднених територіях після аварії на ЧАЕС?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

28. Які наслідки мала міграція радіонуклідів на екологічний стан країни?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

29. Які наслідки мала водна міграція радіонуклідів після аварії на АЕС у м. Фукусіма?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

30. Чи відбулося радіаційне забруднення вод Тихого океану внаслідок водної міграції радіонуклідів після аварії на АЕС у м. Фукусіма?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

31. Де накопичення радіонуклідів відбувається більше – у гумусі лісу, чи у балці або у байраку?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

32. Чому у балці або у байраку не накопичуються радіонукліди?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

33. Яку небезпеку має пожежа у радіаційно забрудненому лісі?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

34. Як впливають дифузійні процеси на інтенсивність міграції радіонуклідів у водному середовищі?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

35. Міграція радіонуклідів у лісі.

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

36. Яке місце у міграції радіонуклідів у лісових системах має хвоя?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

37. Що більше є радіаційно забрудненим – хвоя чи листя дерев?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

38. Чи працює закон Дарсі для ґрунту при міграції в ньому радіонуклідів?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
39. Яке місце мають гриби у перерозподілі радіонуклідів у лісових системах?  
*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;
40. Які наслідки має пожежа у радіаційно забрудненому лісі?  
*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;
41. На яких геологічних ландшафтах міграція радіонуклідів інтенсивніша – на автономних, чи геологічно підлеглих?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
42. Які ландшафти називають геологічно підлеглими?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
43. Як впливає на процес горіння шар хвойних голок під деревами у радіаційно забрудненому лісі під час пожежі?  
*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;
44. На яких геологічних ландшафтах відбувається змивання радіонуклідів під час дощу?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
45. Міграція якого ізотопу більша – розчиненого у воді цезію, чи дисперсного стронцію?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;
46. Яке значення у міграції радіонуклідів має вітровий переніс?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
47. Як відбувається міграція радіонуклідів ґрунтовими водами?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;
48. Як відбувається міграція радіонуклідів поверхневими водами?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;
49. Чим небезпечні гриби у забруднених радіонуклідами лісових системах?  
*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;
50. Які наслідки призвела міграція радіонуклідів через біосферу на сусідні країни світу?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с. с.90-93,108,125-128; [3]- с.204- 207;
51. Чи можливо використовувати дерева із зони ЧАЕС для будівництва у містах?  
*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;
52. Які процеси описує модель Лоткі-Вольтерра?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
53. Шляхи потрапляння радіонуклідів в організм людини через продукти харчування.  
*Література:* [1]- с.75-80; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
54. На якому рівні відбувається вплив іонізуючого випромінювання на

біологічні об'єкти?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.68-72; [3]- с.210- 219;

55. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

*Література:* [1]- с.27; [2]- с.29-52; [3]- с.210- 219;

### **Тестові завдання залікової контрольної роботи**

1. Які з перелічених забруднення належать до радіаційних?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

2. Джерела іонізуючого випромінювання

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

3. Що називається радіоактивністю?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

4. Назвіть основні види іонізуючого випромінювання?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

5. Чому дорівнює ліміт дози опромінювання для осіб категорії В згідно НРБУ-97 ?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

6. В яких одиницях системи SI вимірюється активність радіоактивної речовини?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

7. Як змінюється активність радіоактивної речовини за один період напіврозпаду?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

8. Елементи, ядра яких мають однакову кількість нейтронів, називаються...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

9. За два періоди напіврозпаду активність радіоактивної речовини...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

10. Загальна кількість розпадів, що відбувається в радіоактивній речовині за одиницю часу, називається...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

11. На якому з ефектів заснований іонізаційний метод реєстрації іонізуючого випромінювання ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

12. Які дози радіації називають малими?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;

13. Яка з частинок має один протон і один нейтрон ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

14. При електронному бета-розпаді випромінюється...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

15. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

*Література:* [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [3]- с.178 -197;

16. На якому з ефектів заснований сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

17. Що називається радіоактивністю ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

18. Розподіл радіонуклідів ЧАЕС в урбосистемах.

*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;

19. Які радіонукліди були найбільш небезпечні відразу ж після аварії на ЧАЕС ?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

20. З яких частинок складається  $\alpha$  - частинка?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

21. Ізотопами називаються атоми, зарядові (Z) і масові (M) числа, а також періоди напіврозпаду (T) яких знаходяться в співвідношенні...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

22. За допомогою яких приладів визначали потужність дози випромінювання під час аварії на ЧАЕС?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

23. Що називають трофічними ланцюгами потрапляння радіонуклідів в організм людини?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;

24. Чому основною одиницею дози випромінювання для урбосистем є 1 людино-Зіверт?

*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;

25. Для якого міста України в результаті аварії на ЧАЕС колективна доза була максимальною?

*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;

26. Що є джерелом радіоактивного забруднення ?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

27. Як співвідносяться між собою одиниці поглинутої дози випромінювання 1 Грей і 1 рад?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

28. Електронний бета-розпад супроводжується...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

29. Які радіонукліди аварії на ЧАЕС найбільш небезпечні в даний час?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;

30. Яка з частинок має один протон і один електрон ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;

31. Яка модель атомного ядра пояснює процес поділу важких ядер ?

*Література:* [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [3]- с.178 -197;

32. Ізобарами називаються атоми, зарядові (Z) і масові (M) числа, а також періоди напіврозпаду (T) яких знаходяться в співвідношенні...
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
33. Яка з частинок має один протон і два нейтрони ?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
34. Що є властивістю ядерних сил ?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
35. Як при  $\alpha$  - розпаді змінюється масове число ?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
36. Яке рівняння описує закон радіоактивного розпаду, якщо N- кількість активних ядер?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
- 37.Що являє собою саркофаг над реактором 4-го енергоблока ЧАЕС?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
38. Які радіонукліди після аварії на ЧАЕС були найбільш небезпечні в перші дні після аварії?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
- 39.Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найбільша ?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
40. Причини аварії на ЧАЕС.
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
41. Який тип у реактора, який вибухнув на 4-му енергоблоці ЧАЕС?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
42. Що означає ТВЕЛ?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
43. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів мінімальна ?
- Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
44. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів не залежить від оточуючих ландшафтів?
- Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
45. Які фізичні процеси відбуваються при потраплянні радіонуклідів у водне середовище?
- Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;
46. Чи відносяться сільськогосподарчі роботи на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?
- Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
47. Як відбувається водна міграція радіонуклідів на забрудненій території?
- Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;
48. Чи відносяться переніс радіонуклідів птахами та тваринами на

- забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
49. Чи відносяться водна міграція на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;
50. Які ландшафти називають автономними?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
51. Де інтенсивніше відбувається міграція радіонуклідів - у лісі чи на пагорбі?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
52. Який ґрунт найбільш затримує радіонукліди при їх міграції?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
53. Що являють собою донні відкладення радіонуклідів?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;
54. Як потрапили радіонукліди від аварії на ЧАЕС у північно-західну частину Чорного моря?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;
55. Одиницею якої дози випромінювання є 1 людині - Зіверт?  
*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;
56. Чи відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти на рівні молекул?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
57. Чи відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти на рівні окремих органів?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
58. Яка їжа – рослинна чи тваринна, містить більше радіонуклідів та чому?  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
59. Поверхнєве та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
60. Чи містять у собі радіонукліди донні відкладення Дніпровського басейну?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;
61. Як відбувається затримання радіонуклідів лісовими системами на забрудненій території?  
*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;
62. Що більше поглинає радіонукліди – стовбур дерева, чи його листя?  
*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;
63. Чи відбулося радіаційне забруднення вод Тихого океану внаслідок водної міграції радіонуклідів після аварії на АЕС у м. Фукусіма?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

64. Де накопичення радіонуклідів відбувається більше – у гумусі лісу, чи у балці або у байраку?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

65. Яку небезпеку має пожежа у радіаційно забрудненому лісі?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

66. Які наслідки має пожежа у радіаційно забрудненому лісі?

*Література:* [1]- с.72-75; [3]- с.210;

67. На яких геологічних ландшафтах міграція радіонуклідів інтенсивніша – на автономних, чи геологічно підлеглих?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

68. На яких геологічних ландшафтах відбувається змивання радіонуклідів під час дощу?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;

69. Міграція якого ізотопу більша – розчиненого у воді цезію, чи дисперсного стронцію?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

70. Як відбувається міграція радіонуклідів ґрунтовими водами?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [3]- с.204- 206;

71. При радіаційному опромінюванні живих організмів летальна доза 50 на 30 (LD 50/30) означає, що

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;

72. Які середні значення річної ефективної дози, що отримує людина у розвинутих країнах світу ?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;

73. Що називають трофічними ланцюгами потрапляння радіонуклідів в організм людини?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;

74. В яких продуктах споживання міститься максимальна кількість радіоактивних речовин?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;

75. Заходи зменшення радіонуклідів в урбосистемах після аварії на ЧАЕС.

*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;

76. Методи кулінарної обробки сировини в умовах підвищеного забруднення радіонуклідними речовинами.

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;

77. Яку середню ефективну дозу випромінювання на Україні отримає людина щорічно внаслідок природного  $\gamma$ -фону ?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;

78. Як називається вплив іонізуючого випромінювання на потомство опроміненої людини ?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210.

79. Чи зменшується вміст радіоізоотопу при консервуванні?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;

80. Сепарація радіонуклідів при надходженні радіонуклідів з ґрунту через кореневу систему рослин

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;

## ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Основна література

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.

### Додаткова література

1. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
2. Сайт дистанційної освіти кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ. URL: <http://dpt12s.odeku.edu.ua>
3. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Gerasymov O. I., Andrianova I.S. Radiation safety : Textbook. Odesa: Odessa State Environmental University, 2020. 137p.
6. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина 1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.
7. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни „Фізичні основи радіометрії та дозиметрії” для студентів 4-го курсу денної форми навчання за спеціальністю «Екологія та охорона навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33 с.
8. Курятников В.В., Кільян А.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Радіоекологія” для студентів 3-го курсу очної форми навчання за спеціальністю “Екологія та охорона навколишнього середовища”. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35 с.
7. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
9. Шеин Е.В. Курс физики почв : Учебник. М.: Изд. МГУ, 2005. 432 с.
10. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.



**2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Радіаційна безпека-2 част.»**  
**Лекційні модулі - (2 семестр)**

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМЛ-3	<b>Норми, стандарти та принципи радіаційної безпеки.</b>		
	3.1 Основні радіаційно-гігієнічні регламентовані величини, ліміти доз та допустимі рівні.	5	8
	3.2 Основні принципи, вимоги і шляхи забезпечення радіаційної безпеки.	5	8
	3.3 Міжнародні та українські законодавчі акти з радіаційної безпеки. Норми радіаційної безпеки та основні санітарні правила України (НРБУ-97 та ОСПУ-97)	5	8
	3.4 Організаційне убезпечення територій, промислових об'єктів, персоналу і населення. Організація радіаційної безпеки на АЕС.	5	8
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР3		5
ЗМЛ-4	<b>Захист населення від іонізуючого випромінювання</b>		
	4.1 Хімічний та біологічний типи захисту населення від іонізуючого випромінювання	5	8
	4.2 Дезактивація. Способи очищення води та повітря. Дезактивація ґрунту.	5	7
	4.1 Хімічний та біологічний типи захисту населення від іонізуючого випромінювання	5	8
	4.2 Дезактивація. Способи очищення води та повітря. Дезактивація ґрунту.	5	8
	4.3 Вимоги радіаційної безпеки в разі виникнення радіаційних надзвичайних ситуацій і аварій	5	8
	4.4 Поводження з радіоактивними відходами. Радіаційна безпека об'єктів схову джерел іонізуючого випромінювання	5	6
	4.5 Державний митний контроль на кордонах і радіаційний аналіз	5	6
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР4		5
Разом:		45	75

Консультації: Герасимов О.І., д.ф.-м.н., проф.; сер., 15.30, ауд.315

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

## Практичний модуль ЗМ-П2

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
<b>Практичні заняття. Розв'язання задач</b>			
ЗМ-П2	1.Розрахунки радіоактивності.	15	15
	2.Розрахунки доз радіації.	10	15
	3. Розрахунки поширення радіаційного забруднення	10	15
	4. Розрахунки товщини захисних екранів від іонізуючих випромінювань.	10	10
ЗМ-КП	Підготовка КП Захист КП(обов'язково))		30
	Разом	45	85

Консультації: : Герасимов О.І., д.ф.-м.н., проф.; сер., 15.30, ауд.315

Прізвище і по батькові викладача, дні тижня та час за розкладом пар академічних годин, аудиторія.

### Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підготовка до лекційних занять</li> <li>• ПМКР1 (обов'язковий)</li> </ul>	32 5	1-7 тиждень
ЗМ-Л4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підготовка до лекційних занять</li> <li>• ПМКР2 (обов'язковий)</li> </ul>	33 5	8- 15тиждень
ЗМ-П2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підготовка до практичних занять</li> <li>• УО (обо'язковий)</li> </ul>	55	1-15 тиждень
ЗМ-КП	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підготовка КП Захист КП(обов'язково))</li> </ul>	30	1-15 тиждень
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підготовка до іспиту</li> </ul>	20	1-15 тиждень
	Разом:	180	

### Методики проведення та оцінювання контрольних заходів

#### 1.Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л3.

Модульна контрольна робота МКР1 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 25 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Оцінка за правильну відповідь на одне питання – 1 бал. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 25 балам.

## **2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-Л4.**

Модульна контрольна робота МКР2 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 25 тестових завдань, які охоплюють всі теми даного модуля навчальної дисципліни. Оцінка за правильну відповідь на одне питання – 1 бал. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 25 балам.

## **3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу модуля ЗМ-П2.**

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань у вигляді розв'язування задач. Максимальна оцінка за виконання модуля - 50 балів.

## **4. Методика проведення та оцінювання індивідуального змістовного модуля ЗМ-КП**

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання КП. Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМ-КП дорівнює 50 балам. Перед допуском до захисту студентів електронні версії наданих текстових документів обов'язково перевіряються на оригінальність із встановленням частки оригінального тексту згідно з п. 2.3 Тимчасового положення про заходи щодо недопущення академічного плагіату в ОДЕКУ.

## **5. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для семестрового іспиту**

Допуск до іспиту за підсумками модульного накопичувального контролю (ПСК) регламентуються п. 2.4 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів, а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з конкретної навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше половини від максимально можливої за практичну частину дисципліни (для іспиту), тобто не менше 50 балів за ЗМ-П2.

Кожен студент, який на день іспиту має допуск до ПСК з дисципліни, що закінчується іспитом, складає письмовий іспит (екзамен) за розкладом екзаменів.

Якщо студент на день екзамену не ліквідував заборгованість з практичної частини навчальної дисципліни, він не допускається до екзамену. Якщо студент ліквідував заборгованість по практичній частині до дня екзамену, то він допускається викладачем до екзамену.

Підсумкова контрольна робота (іспит) представляє собою тестові завдання, кожне з яких містить 20 запитань. Максимальна оцінка за результатами підсумкової атестації (іспиту) становить 100 балів.

Загальна оцінка за семестр виводиться як середньоарифметичне за підсумками поточного контролю (з теоретичної та практичної частин) та оцінкою за іспит.

### 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

**Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу.**

**Модуль ЗМ-ЛЗ .**

**Тема 3.1 Основні радіаційно-гігієнічні регламентовані величини, ліміти доз та допустимі рівні**

Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97 включають чотири групи радіаційно-гігієнічних регламентованих величин (скорочено) – *регламенти*):

**Перша група** - регламент для контролю за *практичною діяльністю*. метою яких є додержання опромінення *персоналу* та населення на прийнятному для індивідууму та суспільства рівні, а також підтримання радіаційне прийнятеного стану навколишнього середовища та технологій *радіаційно-ядерних об'єктів* як з позицій обмеження опромінення *персоналу* та населення, так і з позицій зниження Імовірності виникнення аварій на них. До цієї групи входять:

- ліміти доз;
- похідні рівні:
  - допустимі рівні,
  - контрольні рівні.

**Друга група** - регламенти, що мають за мету обмеження опромінення людини від медичних джерел. До цієї групи входять: і

- рекомендовані рівні.

**Третя група** — регламенти щодо *відвернутої* внаслідок *втручання* дози опромінення населення в умовах *радіаційної аварії*. До цієї групи входять:

- рівні *втручання*,
- рівні дії.

**Четверта група** - регламенти щодо *відвернутої* внаслідок *втручання* дози опромінення населення від *техногенно підсиленних джерел природного походження*. До цієї групи входять:

- рівні *втручання*;
- рівні дії.

Нормами радіаційної безпеки встановлюються такі категорії осіб які зазнають опромінювання :

*Категорія А (персонал)* - особи, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами Іонізуючих випромінювань.

*Категорія Б (персонал)* - особи, які безпосередньо не зайняті роботою з джерелами іонізуючих випромінювань, але у зв'язку з розташуванням

робочих місць в приміщеннях та на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримувати додаткове опромінення.

*Категорія В - все населення .*

Для кожної з категорій встановлюються ліміти доз . Так ліміт ефективної річної дози при практичній діяльності для категорії В встановлюється на рівні 1 мЗв/рік. Окремо встановлюються ліміти доз для деяких органів та тканин людського організму.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.
6. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.
8. Герасимов О.І. Радіаційна безпека при здійсненні окремих видів діяльності в сфері використання ядерної енергії : посібник. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 80 с.
9. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки : навчальний посібник. Одеса : ОДЕКУ, 2022. 183с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \*Що згідно норм НРБУ-97 та основних санітарних правил називають рівнями дій?
2. Чому дорівнює середньорічна еквівалентна рівноважна об'ємна активність (ЕРОА) ізотопів радону в повітрі будівель?
3. Які рівні дій (ППД -потужність поглиненої в повітрі дози) гамма-випромінювання в повітрі в будинках та приміщеннях?
4. Користуючись НРБУ-97 записати у формі таблиці «РАДІАЦІЙНО - ГІГІЄНИЧНІ РЕГЛАМЕНТИ ПЕРШОЇ ГРУПИ» (Ліміти доз та допустимі рівні для категорій осіб А, Б, В).

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок)

**Тема 3.2** Основні принципи, вимоги і шляхи забезпечення радіаційної безпеки.

*Радіаційна безпека та протирадіаційний захист* стосовно *практичної діяльності* будуються з використанням наступних 3-х основних принципів:

- 1) **принцип виправданості** - будь-яка *практична діяльність*, що супроводжується опроміненням людей, не повинна здійснюватися, якщо вона не приносить *більшої користі* опроміненним особам або суспільству в цілому у порівнянні зі шкодою, яку вона завдає ;
- 2) **принцип не перевищення** - рівні опромінення від усіх значимих видів *практичної діяльності* не повинні перевищувати встановлені *ліміти доз*;
- 3) **принцип оптимізації** - рівні індивідуальних *доз* та/або кількість опромінюваних осіб по відношенню до кожного *джерела випромінювання* повинні бути настільки низькими, наскільки це може бути досягнуто з врахуванням економічних та соціальних факторів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.
6. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. \*Чим визначається перерозподіл радіонуклідів в продуктах споживання?
- 2.\* Яка доза випромінювання називається еквівалентною?
3. \*Які шляхи міграції радіонуклідів в біосфері?

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

### **Тема 3.3 Міжнародні та українські законодавчі акти по забезпеченню радіаційної безпеки. Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97, Основні санітарні правила України ОСПУ- 97**

На заняттях потрібно надати слухачам базові знання: Радіація. Радіоактивність природних вод. Шляхи і форми надходження радіоактивних речовин у природні екосистеми.

Мета заняття - вивчення міжнародних та українських законодавчих актів по забезпеченню радіаційної безпеки.

Студенти мають ознайомитися з міжнародними законодавчими актами:

- рекомендації Міжнародної комісії з радіологічного захисту (МКРЗ), видані у 1989-1996рр.;

- Міжнародні основні норми безпеки для захисту від іонізуючих випромінювань та безпеки джерел випромінювання (МАГЛТЕ, 1994, 1996.1997, Серія "Безпека" Ма 115) та інші публікації МАГАТЕ серії "Безпека".

**Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97, НРБУ-97** є основним державним документом, що встановлює *систему радіаційно-гігієнічних регламентів* для забезпечення прийнятних рівнів опромінення як для окремої людини, так і суспільства взагалі.

Метою НРБУ-97 є визначення основних вимог до:

- охорони здоров'я людини від можливої *шкоди*, що пов'язана з опроміненням від *джерел іонізуючого випромінювання*;
- безпечної експлуатації *джерел іонізуючого випромінювання*.
- охорони навколишнього середовища.

Зазначена мета НРБУ-97 досягається шляхом введення гігієнічних регламентів, які забезпечують:

- запобігання виникнення *детерміністичних ефектів* у осіб, що зазнали опромінення;
- обмеження на прийнятному рівні імовірності виникнення *стохастичних ефектів*.

НРБУ-97 не поширюються на:

- опромінення від *природного радіаційного фону*;
- опромінення в умовах *повного звільнення практичної діяльності (джерел іонізуючого випромінювання)* від регулювання

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.

4. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.
6. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.
7. Герасимов О.І. Радіаційна безпека при здійсненні окремих видів діяльності в сфері використання ядерної енергії : посібник. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 80 с.
8. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки : навчальний посібник. Одеса : ОДЕКУ, 2022. 183с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

- 1.\* Визначити період напіврозпаду за даними вимірювання питомої активності ізотопів?
2. Визначити питому активність ізотопів  $q$ , Бк/кг цезію 137 за даними періоду його напіврозпаду, який дорівнює 30 років
3. Радіаційне забруднення молока відповідає об'ємній активності  $A_v=370$  Бк/л. Розрахувати річну еквівалентну дозу  $H_T$  на організм дорослої людини, якщо об'єм споживання молока складає 0,5 л на добу і об'ємна активність його зберігається на протязі року.  
(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

#### **Тема 3.4 Організаційне забезпечення територій, промислових об'єктів, персоналу і населення. Організація радіаційної безпеки на АЕС. Заходи з радіаційної безпеки. Захист від радіації.**

Розглядаючи заходи з **радіаційної безпеки** навколишнього середовища, у тому числі харчових продуктів, необхідно відзначити такі напрямки роботи:

1. Охорона атмосферного шару Землі, як природного екрану, що захищає від згубного космічного впливу радіоактивних частинок;
2. Контроль за вмістом радіоактивних елементів у повітрі, будівельних матеріалах, воді та інших об'єктах навколишнього середовища;
3. Дотримання глобальної техніки безпеки при видобутку, використанні та зберіганні радіоактивних елементів, які застосовуються людиною в процесі його життєдіяльності;
4. Виключення із вживання їжі та води речовини з високим вмістом радіоактивних елементів;
5. Заборона використання будівельних матеріалів, що мають



підвищений вміст радіонуклідів, при зведенні житла.

Для харчових продуктів і питної води визначаються допустимі рівні вмісту радіонуклідів.

### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.
6. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.
7. Герасимов О.І. Радіаційна безпека при здійсненні окремих видів діяльності в сфері використання ядерної енергії : посібник. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 80 с.
8. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки : навчальний посібник. Одеса : ОДЕКУ, 2022. 183с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Назвіть основні заходи захисту від радіації.
2. Як екранування може захистити від радіації?
3. Чому екрани з гранульованим наповнювачем може мати переваги у порівнянні із суцільними екранами?

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

### **Лекційний модуль ЗМЛ-4**

#### **Тема 4.1 Хімічний та біологічний типи захисту населення від іонізуючого випромінювання**

Хімічний захист – це підвищення стійкості організму до дії іонізуючих випромінювань шляхом введення спеціальних хімічних речовин, що мають захисну дію (радіопротекторів).

Радіотоксини, що накопичуються в організмі після опромінення й зумовлюють його отруєння, не є специфічними, характерними тільки для процесів опромінення. При різних стресах, таких, як нервово потрясіння, надмірне м'язове навантаження, гіподинамія (малорухливий спосіб життя),

голодування, опіки, інфекція, у печінці піддослідних тварин накопичуються однакові токсичні продукти переокиснення. Ці токсини — перша ознака порушеного обміну, вони неначе «запускають» процес розвитку всіх механізмів стресу, що дозволило назвати їх «стресоїнами». Виведення «стресоїнів» з організму необхідно для зняття пострадіаційного токсемічного синдрому.

Радіопротекторні речовини поділяються на такі групи:

- антигістамінні засоби;
- ендокринні препарати;
- антигеморагічні засоби (ті, що перешкоджають кровотечі);
- речовини, що відновлюють функції кровотворних органів;
- препарати, що сприяють виведенню радіоактивних речовин і важких металів;
- препарати, які нормалізують окремі ланки обміну речовин.

Радіопротектори суттєво знижують тяжкість променевого ураження. Їх корисна дія найбільше виражена на ранніх стадіях захворювання. Навіть якщо проміжок між введенням препарату й опроміненням обчислюється хвилинами, протектор встигає проникнути в радіочутливий орган і почати діяти.

Прискорити виведення радіонуклідів можна шляхом їх заміщення або комплексоутворення. Так, для захисту від  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{140}\text{Ba}$  використовують сірчаноокислий барій, глюконат кальцію, хлористий кальцій; для  $^{239}\text{Pu}$  – пентацин; для  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$  – йодистий калій або йодисту настоянку.

Біологічний захист передбачає підвищення стійкості організму до дії іонізуючих випромінювань шляхом введення захисних речовин, виділених з живих організмів (лікарські рослини, вітаміни і т.д.).

Біологічні добавки природного походження практично позбавлені негативних ефектів, характерних для фармакологічних препаратів (токсичність, побічні дії), створюють захисний поріг в організмі та задовольняють енергетичні потреби.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”,

частина 1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.

6. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.

7. Герасимов О.І. Радіаційна безпека при здійсненні окремих видів діяльності в сфері використання ядерної енергії : посібник. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 80 с.

8. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки : навчальний посібник. Одеса : ОДЕКУ, 2022. 183с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Що являють собою радіотоксини?
2. Яку функцію виконують радіопротектори?
3. Що використовують для захисту від  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{140}\text{Ba}$  ?

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

## **Тема 4.2 Дезактивація. Способи очищення води та повітря. Дезактивація ґрунту**

Ліквідацію радіоактивного забруднення здійснюють шляхом дезактивації.

Дезактивація – це видалення радіоактивних речовин із зараженої поверхні. Розрізняють природну та штучну дезактивацію.

Природна дезактивація являє собою зменшення зараженості радіоактивними речовинами внаслідок перетворення атомів, що розпадаються в стабільні. Вона дозволяє без додаткових матеріальних затрат зменшити зараженість до допустимої межі або нижче. Істотним недоліком природної дезактивації є її повільність. Вона найбільш ефективна впродовж перших 15-20 діб після радіоактивного зараження, коли в суміші продуктів поділу наявні переважно короткоживучі радіонукліди.

Штучна дезактивація полягає в очищенні заражених об’єктів від радіоактивних речовин шляхом вилучення цих речовин із заражених поверхонь. Вона застосовується за необхідності ліквідації радіоактивної зараженості в найкоротший термін, але вимагає трудових і матеріальних затрат.

Існуючі види дезактивації можна класифікувати за різними ознаками, які, з одного боку, визначаються умовами радіоактивних забруднень, а з іншого – умовами проведення самої дезактивації. Вибір способу дезактивації диктується особливостями радіоактивних забруднень і самого об’єкта.

Залежно від агрегатного стану дезактивуючого середовища всі способи дезактивації можна поділити на рідинні і безрідинні. Для

підвищення ефективності дезактивації використовуються комбіновані методи обробки, які являють собою поєднання рідинних і безрідинних методів. У теперішній час винайдені матеріали для дезактивації забруднених поверхонь, які створені на основі графенової піни. Графен – це новий вуглеграфітовий матеріал, що має величезну адсорбційну здатність завдяки своїм властивостям.

### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв’язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.
6. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.
8. Герасимов О.І. Радіаційна безпека при здійсненні окремих видів діяльності в сфері використання ядерної енергії : посібник. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 80 с.
9. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки : навчальний посібник. Одеса : ОДЕКУ, 2022. 183с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Як називається видалення радіоактивних речовин із зараженої поверхні?
2. Що називається дезактивацією?
3. На які 2 види озрізняють дезактивацію?
4. Що дає дезактивація?
5. Які речовини використовують для дезактивації?
6. Які переваги має дезактивація графеном?

(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

### Тема 4.3 Вимоги радіаційної безпеки в разі виникнення радіаційних надзвичайних ситуацій і аварій

Середньорічна активність радіонуклідних ДІВ, що використовуються в Україні на виробництві та в медицині, становить близько 1 млн. кюрі, що не виключає, як і в будь-якому виробничому процесі, виникнення надзвичайних ситуацій (НС), пов'язаних з переопроміненням людей і радіаційним забрудненням навколишнього середовища.

НС – це порушення нормальних умов життя та діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом або іншою небезпечною подією, яка призвела або може призвести до неможливості проживання населення на території чи знаходження на об'єкті, здійснення там господарської діяльності, загибелі людей та/або значних матеріальних втрат.

Усі надзвичайні ситуації, які можуть виникати в процесі поводження з ДІВ, доцільно поділити на дві групи:

- *радіаційний інцидент*, на думку МАГАТЕ, являє собою будь-яку ненавмисну подію, в тому числі помилки під час експлуатації, відмови устаткування та інші несправності, або несанкціоновані дії, реальні або потенційні наслідки яких не можуть ігноруватись з точки зору захисту або безпеки. Іншими словами, це втрата регулюючого контролю за ДІВ.
- *радіаційна аварія (РА)* – це подія, внаслідок якої втрачено контроль за ДІВ або ядерною установкою, і яка призводить або може призвести до радіаційного впливу на людей та навколишнє природне середовище, що перевищує допустимі межі, встановлені нормами, санітарними правилами та стандартами безпеки. Розрізняють осередок радіаційної аварії і зону радіоактивного забруднення.

Масштаби і ступінь радіоактивного забруднення місцевості і повітря визначають радіаційну обстановку. Радіаційна обстановка являє собою сукупність умов, що виникають в результаті забруднення місцевості, повітря, джерел водопостачання, що негативно впливає на життєдіяльність населення та проведення аварійно-рятувальних робіт. На динаміку радіаційної обстановки впливає вид радіонуклідів та їх період напіврозпаду, саме ці показники визначають швидкість зниження радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

Усі РА поділяються на дві великі групи:

- перша група – аварії, що не супроводжуються радіоактивним забрудненням виробничих приміщень, проммайданчика об'єкта та навколишнього середовища;
- друга група – аварії, внаслідок яких відбувається радіоактивне забруднення виробничих приміщень, проммайданчика об'єкта та навколишнього середовища.

Внаслідок аварій першої групи може відбуватися підвищене опромінення людини тільки зовнішнім рентгенівським, гамма-, бета- та

нейтронним випромінюванням.

До аварій другої групи належать аварії на об'єктах, де здійснюються роботи з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді, при розгерметизації закритих джерел гамма-, бета-, альфа- та нейтронного випромінювання, а також на складах радіоактивних речовин і пунктах захоронення радіоактивних відходів, де можливі викиди в атмосферу і скиди у водоймище радіонуклідів у кількостях, що перевищують допустимі межі для навколишнього середовища. Внаслідок аварії другої групи променеве навантаження можуть отримувати люди за рахунок зовнішнього, внутрішнього і контактного опромінення.

За масштабами, тобто розміром території та можливістю опромінення персоналу та населення, РА поділяються на два класи: промислові і комунальні.

При промислових РА радіоактивне забруднення не виходить за межі промислових приміщень і території промислового майданчика. Аварійного опромінення може зазнавати тільки персонал підприємства.

Будь-які аварії, наслідки яких розповсюдилися за межі підприємства і обумовили підвищене опромінення населення, вважаються комунальними аваріями.

Аварії з радіонуклідними джерелами зазвичай пов'язані з їх використанням у промисловості, газо-нафтовидобуванні, будівництві, науково-дослідних та медичних закладах, на транспорті при перевезенні радіонуклідних ДІВ.

РА можуть відбуватися як без розгерметизації закритих джерел, так і з розгерметизацією. Характер радіаційного впливу визначається видом радіоактивного джерела, його активністю, умовами, терміном опромінення, тощо.

При аварії із закритими радіоактивними джерелами (ЗРД) у вигляді ампул або патронів невеликих розмірів (кілька сантиметрів) без розгерметизації опромінення зазнає обмежена кількість людей, що мали безпосередній контакт із джерелом, при цьому клініка опромінення має місцевий (локальний) характер з ушкодженням окремих частин тіла та органів або всього тіла.

У випадку розгерметизації радіонуклідного джерела можливе радіоактивне забруднення значних територій, рослинності, забруднення тіла людей, що мешкають на цій території.

Характер впливу на навколишнє середовище визначається агрегатним станом РР, що розповсюджуються в зовнішньому середовищі, і, тим самим, механізмом надходження радіонуклідів до організму людини.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія

(Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.

3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.
6. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.
8. Герасимов О.І. Радіаційна безпека при здійсненні окремих видів діяльності в сфері використання ядерної енергії : посібник. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 80 с.
9. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки : навчальний посібник. Одеса : ОДЕКУ, 2022. 183с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Чим відрізняється *радіаційний інцидент* від *радіаційної аварії*?
2. Що таке радіаційна аварія?
3. Що відбувається внаслідок аварії першої групи?
4. Що відбувається внаслідок аварії другої групи?
5. За якими ознаками відбувається поділ аврій на два класи: промислові і комунальні?

#### **Тема 4.4 Поводження з радіоактивними відходами. Радіаційна безпека об'єктів схову джерел іонізуючого випромінювання**

Існує два варіанти поведінки з відпрацьованим паливом: або тепловиділяючі елементи не піддають обробці, або у них видаляють оболонку і вміст розбавляють кислотами для прискорення розпаду радіонуклідів.

1. **Прямий схов.** Принцип прямого схову відпрацьованого ядерного палива полягає в тому, що після вилучення з реактора його відправляють у тимчасові сховища.
2. **Переробка.** Переробка відпрацьованого ядерного палива полягає у виділенні урану і плутонію з тепловиділяючих елементів, які згодом можуть бути використані повторно. Тепловиділяючі елементи витягуються з реактора АЕС і відправляються на тимчасове зберігання в спеціальні «мокрі» басейни. Крізь деякий час рівень радіоактивності значно

знижується, і тепловиділяючі елементи направляють на переробку. Першим етапом переробки є видалення оболонки, в яку укладено паливе. Потім сегменти розчиняють в кислоті і з отриманого розчину виділяють одночасно уран і плутоній. В ідеальному варіанті плутоній повинен переводитися в оксидну форму і змішуватися з оксидом урану для отримання нового палива.

Термін «остаточний» схов відходів передбачає зміну статусу сховища, пов'язане із завершенням операцій щодо його заповнення відходами (особливо відпрацьованого палива і високорадіоактивних контейнерів), що допускається в разі наявності в такому сховищі бар'єрів для забезпечення безпеки, ізолюючих радіоактивні відходи від навколишнього середовища протягом періоду їх потенційної небезпеки. Остаточний схов повинен проводитися на великій глибині в геологічних шарах. Основним місцем поховання є шахти. Також для цих цілей підходять печери і глибокі свердловини.

Діяльність спеціальних організацій, які здійснюють утилізацію та захоронення радіоактивних відходів, відбувається на базі Українського державного підприємства «Радон».

Підприємство «Радон» є одним із спеціальних комбінатів України по захороненню радіоактивних відходів.

Питання переробки та утилізації радіоактивних відходів на пунктах захоронення стосуються розташування пунктів захоронення радіоактивних відходів, вимог до розміщення та обладнання пунктів захоронення.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
6. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \*На якому рівні відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти?
2. \*Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?
3. \*У скільки разів зменшується активність радіоактивної речовини за один період напіврозпаду?



4. Чим відрізняється поверхнєве та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами?
5. Яким шляхом можна досягти зниження складу радіонуклідів у молочних продуктах?
6. Які радіаційно небезпечні загрози існують в Україні?
7. У яких спеціальних організаціях здійснюють утилізацію та захоронення радіоактивних відходів?
8. Чи є задовільним стан радіаційного контролю продуктів споживання, які привозять з радіаційно небезпечних районів України до м. Одеса?  
(\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

#### **Тема 4.5 Державний митний контроль на кордонах і радіаційний аналіз.**

Основним завданням держкоінспекторів у пунктах пропуску через державний кордон та в зоні діяльності митниць є здійснення державного контролю громадян, а також іноземних осіб, що перетинають державний кордон або здійснюють переміщення через нього транспортних засобів і вантажів відповідно до вимог чинного природоохоронного законодавства та норм і правил екологічної безпеки під час транспортування небезпечних вантажів.

Безпосередній екологічний контроль вантажу включає три види контролю:

оглядовий;

- радіаційний;
- хіміко-аналітичний (при потребі).

РК усіх вантажів, що перетинають державний кордон України, у тому числі й транзитних, є обов'язковим. Контроль проводиться безпосередньо на кордоні до митного оформлення.

Основними завданнями радіаційного контролю є:

- виявлення фактів випадкового або навмисного несанкціонованого ввезення, вивезення транзитного перевезення територією України джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) у вигляді РР і ЯМ;
- контроль за виконанням вимог, норм і правил при санкціонованому транспортуванні РР і ЯМ через державний кордон;
- контроль за забезпеченням радіаційної безпеки (РБ) персоналу, який здійснює перевезення РР і ЯМ, персоналу в пунктах пропуску через державний кордон та пасажирів.

РК в пунктах пропуску через державний кордон проводиться стаціонарними та переносними приладами дозиметричного контролю.

РК вантажів, багажу та транспортних засобів, які перетинають державний кордон, передбачає чотири послідовних рівні:

- експрес-контроль наявності іонізуючого випромінювання, яке йде від об'єкта, що контролюється, здійснюється за допомогою наявних стаціонарних або переносних дозиметрів;
- детальний контроль - за допомогою переносних дозиметричних приладів та шляхом візуального огляду об'єктів з метою виявлення контейнерів або матеріалів, які призначено для екранування іонізуючого випромінювання;
- поглиблений контроль затриманих об'єктів – за допомогою спектрометра-радіометра;
- комплексний контроль та ідентифікація затриманих об'єктів.

Методика виконання вимірювань іонізуючого випромінювання (далі – МВВ) встановлює процедуру проведення вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання та поверхневої густини потоку бета-частинок на поверхні транспортних засобів та вантажів. Метод вимірювання поверхневої густини потоку бета-частинок ґрунтується на прямому вимірюванні поверхневої густини потоку бета-частинок на поверхні обстежуваного об'єкта.

МВВ забезпечує виконання вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання на поверхні об'єктів із границями сумарної відносної похибки ( $\pm\delta\gamma$ ), значення якої за довірчої ймовірності  $P = 0.95$  не перевищує 40 %.

МВВ забезпечує виконання вимірювань поверхневої густини потоку бета-частинок на поверхні об'єктів із границями сумарної відносної похибки ( $\pm\delta\beta$ ), значення якої за довірчої ймовірності  $P = 0.95$  не перевищує 40%.

Застосовуються такі засоби вимірювальної техніки та допоміжне обладнання: дозиметр-радіометр пошуковий типу МКС-07-»Пошук», РКС-01 «Стора-ТУ» (далі – дозиметр-радіометр) або інші з метрологічними характеристиками та показниками якості не нижчими за вказані в цій МВВ.

Засоби вимірювальної техніки мають бути повірені або атестовані в установленому порядку.

До виконання вимірювань й обробки їх результатів допускаються фахівці, які пройшли інструктаж із радіаційної безпеки та охорони праці, ознайомилися з даною методикою й інструкцією з експлуатації дозиметра-радіометра та яких допущено до роботи в установленому в організації порядку.

За необхідності виконання радіаційного контролю при більш низьких температурах, використовують покриття, що утеплюють детектор дозиметра-радіометра, або скорочують час перебування приладу в умовах низьких температур.

Наводиться методика вимірювання потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання здійснюється наступним чином.

Вимірювання поверхневої густини потоку бета-частинок

здійснюють, якщо в режимі пошуку на поверхні об'єкта виявлено контрольні точки.

Дозиметр-радіометр підготовлюють до вимірювань поверхневої густини потоку бета-частинок згідно з інструкцією з експлуатації.

Проводять багаторазові вимірювання поверхневої густини потоку бета-частинок об'єкта, розміщуючи блок детектування на мінімальній можливій відстані (не більше ніж 10 см) від виявленої контрольної точки на поверхні об'єкта. Кількість одиничних вимірювань при цьому дорівнює кількості одиничних вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінення фону.

Обробку результатів вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінення та поверхневої густини потоку бета-частинок виконують згідно з ДСТУ ГОСТ 8.207-2008.

Для обробки результатів вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінення фону розраховують потужність амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінення фону,  $H(I0)_ф$ , мкЗв/год, як середнє арифметичне результатів  $n$  одиничних вимірювань..

Нормативно-правова база радіаційного контролю вантажів і транспортних засобів, що перетинають кордон України створювалася, виходячи з того, що радіаційний контроль є складовою екологічного контролю (як радіаційна безпека – складовою екологічної безпеки), а екологічний контроль – функція органів Мінекобезпеки. Практичну реалізацію зазначених функцій забезпечують державні інспектори з охорони навколишнього природного середовища (держкоінспектори). Основними документами, які регламентують практичну діяльність інспектора під час радіаційного контролю (РК) вантажів і транспортних засобів, що перетинають кордон України залишаються **Положення** про екологічний контроль у пунктах пропуску через державний кордон та в зоні діяльності регіональних митниць і митниць (Затверджено Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України 08.09.99 N 204), та **Інструкція** щодо проведення радіаційного контролю транспортних засобів і вантажів у пунктах пропуску через державний кордон та на митній території України (Затверджено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 15.05.2000 №27). Саме в цих документах викладено основні вимоги до РК у пунктах попуску через державний кордон та на митній території України.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.

3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.
6. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. 209 с.
8. Герасимов О.І. Радіаційна безпека при здійсненні окремих видів діяльності в сфері використання ядерної енергії : посібник. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 80 с.
9. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки : навчальний посібник. Одеса : ОДЕКУ, 2022. 183с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Що є основним завданням держекоінспекторів у пунктах пропуску через державний кордон та в зоні діяльності митниць?
2. Що називається амбієнтним еквівалентом дози гамма-випромінення?
3. Що називається потужністю амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінення?
4. Що являє собою поверхнева густина потоку бета-частинок виконують згідно з ДСТУ ГОСТ 8.207-2008
5. Як виконують вимірювання поверхневої густини потоку бета-випромінювання?

### **5. Практичний модуль ЗМ-П2**

#### **Тема 5.1 Розрахунки радіоактивності.**

**Приклади розв'язання задач:** Визначити період напіврозпаду цезію 137 за даними вимірювання питомої активності ізотопів  $\rho$ , Бк/кг, яка дорівнює  $3,2 \cdot 10^{15}$  Бк/кг.

#### **Розв'язання:**

Період напіврозпаду визначається формулою

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2 \cdot N}{a},$$

де  $N = N_A \cdot \frac{m}{M}$ ,

$N_A$  - число Авогадро,  $M$  - молярна маса.

Отже  $T_{1/2} = \frac{\ln 2 \cdot N_A}{M \cdot q} = 30$  років.

**Відповідь:** 30 років.

### **Тема 5.2 Розрахунки доз радіації та дозових навантажень**

**Задача:** Визначити еквівалентну дозу випромінювання для окремих органів людини (таблиця зважувачих факторів  $w_R$  наведена у НРБУ-97)

**Доза випромінювання** – це енергетична характеристика іонізуючого випромінювання.

**Доза еквівалентна** в органі чи тканині  $H_T$  — величина, що визначається як добуток поглиненої дози в окремому органі чи тканині на радіаційний зважувачий фактор  $w_R$ :

$$H_T = D w_R$$

Одиниця еквівалентної дози в системі СІ - Зіверт (Зв). 1 Зв = 100 бер.

Якщо поглинена доза  $D=0,2$  Гр.(20 рад), а  $w_R=0,1$ , то  $H_T=0,2 \times 0,1=0,02$  Зв, або 20 мЗв.

### **Тема 5.3 Розрахунки поширення радіаційного забруднення**

**Задача:** Радіаційне забруднення питної води відповідає об'ємній активності  $A_v=370$  Бк/л. Розрахувати річну еквівалентну дозу  $H_T$  на організм дорослої людини, якщо об'єм споживання води складає 2 л на добу і об'ємна активність води зберігається на протязі року.

#### **Розв'язання:**

Дозовий коефіцієнт розраховується за формулою і для води він дорівнює

$$B_{ig} = \Gamma Д / ГРП = 10^{-3} / 7,1 \cdot 10^4 = 1,4 \cdot 10^{-8} \text{ (Зв/Бк)}.$$

Використовуючи значення дозового коефіцієнта та об'єм річного споживання води  $V=2 \cdot 365=730$  л/рік = 0,73 м<sup>3</sup>/рік, за формулою (4.3) отримаємо еквівалентну дозу

$$H_T = 370 \cdot 10^3 \cdot 1,4 \cdot 10^{-8} \cdot 0,73 = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ Зв/рік}.$$

**Відповідь:** еквівалентна доза дорівнює 3,7 мЗв/рік

**Задача:** Під час аварії на АЕС річний викид ізотопу йоду  $I^{131}$  в атмосферу складає  $Q = 8,1 \cdot 10^{11}$  Бк.

Розрахувати еквівалентну дозу на щитовидну залозу дорослої людини, що потрапляє в організм через органи дихання, якщо відомо, що коефіцієнт метеорологічного розбавлення дорівнює  $G=5 \cdot 10^{-8}$  с/м<sup>3</sup>.

#### **Розв'язання:**

Об'ємна активність повітря розраховується за формулою

$$A_v = Q \cdot G / t = 8,1 \cdot 10^{11} \cdot 5,0 \cdot 10^{-8} / 3,16 \cdot 10^7 = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3,$$

де  $t = 3,16 \cdot 10^7$  с = 1 рік.

Еквівалентна доза розраховується за формулою

$$H_T = A_v \cdot B_i \cdot v,$$

і дорівнює

$$H_T = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ Зв/рік.}$$

**Відповідь:** еквівалентна доза дорівнює  $3,2 \cdot 10^{-6}$  Зв/рік.

#### **Тема 5.4 Розрахунки товщини екранів**

Одним з методів захисту (але, не основним) є захисні екрани, які поглинають або гальмують високоенергетичні частинки іонізуючого випромінювання. Щоби розрахувати товщини екранів потрібно записати закон поглинання, наприклад, експоненціальний для гамма-випромінювання, та задати коефіцієнт поглинання випромінювання.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
3. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48 с.
4. Герасимов О.І. Радіаційна безпека при здійсненні окремих видів діяльності в сфері використання ядерної енергії : посібник. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 80 с.
5. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки: навчальний посібник. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 183 с.

#### ***ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ***

1. Розрахувати товщину екрана, матеріал якого має коефіцієнт поглинання  $0,1 \text{ м}^{-1}$ , для половинного поглинання гамма-випромінювання.
2. Як розрахувати еквівалентну дозу на щитовидну залозу дорослої людини, що потрапляє в організм через органи дихання?
3. Чому дорівнює питома активність радіоізотопа?

## **6. Модуль курсового проекту ЗМ-ІЗ.**

### **Повчання щодо підготовки курсового проекту ЗМ-ІЗ**

*(Перелік тем та графік їх виконання, вказівки щодо виконання, змісту та оформлення курсового проекту які також можуть містити план курсового проекту та приклади розрахунків, посилання на навчальну та наукову літературу (розділ 5 syllabusу), за допомогою якої потрібно виконувати курсовий проект).*

Метою виконання курсового проекту з дисципліни “Радіаційна безпека ” є поглиблене вивчення студентами методів та засобів захисту об’єктів навколишнього середовища, зокрема, захисту від радіації, радіаційних забруднень, здатності застосовувати для захисту екосистем адекватні до умов галузі сучасні технології.

Виконуючи курсовий проект, магістри повинні мати не тільки розуміння та знання сучасних технологій захисту навколишнього середовища, але й придбати вміння та навички використання цих знань для роботи з проектування конструкцій, окремих елементів та систем захисту навколишнього середовища від енергетичних забруднень.

Задача курсового проекту - засвоєння знань фізичних основ, методів, моделей та підходів до виявлення екологічно небезпечних зовнішніх збурень та організації захисту від них природних екосистем, зокрема, від впливу іонізуючих випромінювань, а також придбання вмінь та навичок застосовування заходів їх ліквідування.

В результаті виконання курсового проекту з дисципліни “Радіаційна безпека ” студент має розбиратися в особливостях вимірювань характеристик різноманітних видів випромінювань, питаннях визначення радіоактивності, дози і потужності дози від різних видів іонізуючих випромінювань, володіти методами контролю екологічного стану природних та технологічних об’єктів, здійснювати контроль радіаційного стану за допомогою вимірювальних приладів, вміти визначати дозові навантаження на компоненти екосистем, оцінювати розмір ризику та запропоновувати способи його зменшення.

#### ***Приклади розрахунків***

На основі запропонованого студенту алгоритму, він, використовуючи запропоновані йому вихідні дані, має визначити кількісні характеристики розсіювання та поглинання небезпечних енергетичних випромінювань, провести аналіз радіаційної безпеки досліджуваних об’єктів та оцінити відповідність їх державним і міжнародним нормативам та стандартам безпеки. Наприклад, використовуючи закон поглинання заданою речовиною гамма-випромінювання з врахуванням енергетичних характеристик цього випромінювання розрахувати товщину екрана з вибраною речовини. Екран промодулювати за допомогою програмного пакету ГАММАЛАБ.

Розрахувати ефективність сцинтиляційного детектора, встановленого поза екраном згідно заданої геометрії.

***План виконання курсового проекту.***

Завдання студенту на виконання КП видається викладачем на початку семестру і має контролюватися викладачем на протязі усього семестру. Захист КП обов'язково має проходити на останньому тижні семестра згідно з розкладом занять. Останнє заняття практичного модуля ЗМ-П2.

***Згідно з методикою оцінювання виконання курсового проекту перед допуском до захисту студентів електронні версії наданих їх текстових документів обов'язково перевіряються на оригінальність із встановленням частки оригінального тексту згідно з п. 2.3 Тимчасового положення про заходи щодо недопущення академічного плагіату в ОДЕКУ.***

**Варіанти тем КП**

1. Вимоги радіаційної безпеки в разі виникнення радіаційних надзвичайних ситуацій і аварій
2. Поводження з радіоактивними відходами. Радіаційна безпека об'єктів схову джерел іонізуючого випромінювання
3. Сучасні технології захисту навколишнього середовища від енергетичних впливів
4. Державний митний контроль на кордонах і радіаційний аналіз
5. Регламентовані величини норм радіаційної безпеки України.
6. Вплив структурованих конгломерацій домішок на взаємодію космічного гамма-випромінювання із озоновим шаром атмосфери
7. Основні принципи, вимоги і шляхи забезпечення радіаційної безпеки.
8. Захист навколишнього середовища від ядерних випромінювань.
9. Аварії на АЕС.
10. Ліміти доз та допустимі рівні норм НРБУ-97.
11. Міжнародні та українські законодавчі акти з радіаційної безпеки. Норми радіаційної безпеки та основні санітарні правила України (НРБУ-97 та ОСПУ-97)
12. Організаційне забезпечення територій, промислових об'єктів, персоналу і населення. Організація радіаційної безпеки на АЕС.
13. Технології захисту елементів екосистем від впливу малих доз опромінення
14. Проходження випромінювань крізь екрануючі гіпернеоднородні системи в режимах екранування та тунелювання.
15. Дезактивація середовищ забруднених радіонуклідами за допомогою сконфігурованого у топологічній фазі графену.
16. Технологія та модель радіаційного екрану на основі гранульованих матеріалів для задач радіаційного забезпечення
17. Детектування іонізуючого випромінювання.



Прилади для реєстрації іонізуючого випромінювання.

18. Методи реєстрації гамма –випромінювання. Ефекти дії гамма – випромінювання на речовину.

19. Рентгенівське випромінювання. Рентгенівські апарати. Міри захисту від рентгенівських випромінювань

20. Проведення радіаційно-дозиметричного контролю.

21. Хімічний та біологічний типи захисту населення від іонізуючого випромінювання

22. Дезактивація. Способи очищення води та повітря. Дезактивація ґрунту.

23. Розповсюдження іонізуючих випромінювань в штучно-неоднорідних середовищах в задачах довкілля

24. Взаємодія елементів довкілля із морфологічно комбінованими випромінюваннями

25. Інформаційна база радіаційної безпеки. Електронне інформаційне табло.

### **Порядок захисту курсового проекту**

Після оформлення курсового проекту студент здійснює перевірку його на плагіат та віддає його викладачеві. Студент допускається до захисту курсового проекту після перевірки його викладачем.

Курсовий проект (робота) з навчальної дисципліни оцінюється в інтегральній відомості окремим змістовим модулем у практичній частині навчальної дисципліни у балах і відсотках і зараховується до загальної оцінки з дисципліни.

Підсумкова оцінка виконання модулю з курсового проекту (роботи) складається з двох частин: – оцінки виконання етапів курсового проекту протягом семестру згідно завдання та дотриманням чинних вимог до оформлення; – оцінки захисту курсового проекту (роботи). На кожну частину надається відповідна частка балів модулю з таким розрахунком, щоб перша частина становила 60%, а друга –40%. Курсовий проект оцінюється як самостійний вид навчання і виставляється підсумкова оцінка у кількісній та якісній формі.

### **Література для виконання КП**

Література, яка видається студенту для виконання КП відповідає переліку літератури (основної та додаткової), переліченої у 5-ому розділі силлабуса. В залежності від теми КП, обраної студентом, йому викладачем може бути рекомендована ще й додаткова спеціалізована література.

#### 4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

##### Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-ЛЗ МКР-3

1. Що означає період напіврозпаду радіонукліда?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- с.8 -10;
1. Що згідно норм НРБУ-97 та основних санітарних правил називають рівнями дій?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]-с.80;
2. Яка доза випромінювання називається еквівалентною?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
4. Чому дорівнює ліміт дози опромінювання для осіб категорії В згідно НРБУ-97 ?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
5. Основні радіаційно-гігієнічні регламентовані величини...  
*Література:* [3]- с.64-77
6. Ліміти доз  
*Література:* [3]- с.64-77
7. Допустимі рівні  
*Література:* [3]- - с.64-77
- 8 Основні принципи, вимоги і шляхи забезпечення радіаційної безпеки....  
*Література:* [3]- - с.77-80
9. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)  
*Література:* [3]- - с.80-85
11. Основні санітарні правила України ( ОСПУ-97)  
*Література:* [3]- - с.80-85
12. Організаційне убезпечення територій, промислових об'єктів, персоналу і населення.  
*Література:* [3]- - с.86-89
13. Що передбачає принцип виправданості?  
*Література:* [3]- - с.77-80
14. Що передбачає принцип неперевищення?  
*Література:* [3]- - с.77-80
15. Що передбачає принцип оптимізації?  
*Література:* [3]- - с.77-80
16. Чому дорівнює ліміт річної ефективної дози для категорії А?  
*Література:* [3]- с.64-77
17. Джерела ІВ природні та техногенні  
*Література:* [3]- с.38
18. Яка доза випромінювання називається експозиційною?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;

19. Яка доза випромінювання називається ефективною?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
20. Первинне та вторинне космічне випромінювання  
*Література:* [3]- с.39
21. У скільки разів біологічна еквівалентна доза кратна до поглинутої дози рентгенівського випромінювання?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5] - с.8 -10, с.37;
22. Яку середню ефективну дозу випромінювання на Україні отримає людина щорічно внаслідок природного  $\gamma$ -фону ?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [5] - с.207-210;
23. Як називається вплив іонізуючого випромінювання на потомство опроміненої людини ?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [5] - с.207-210;
24. Як співвідносяться між собою одиниці еквівалентної дози випромінювання 1 бер і 1 Зв ?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [5] - с.207-210;
25. Яка їжа – рослинна чи тваринна, містить більше радіонуклідів та чому?  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]-210- 219;
26. За допомогою яких приладів визначають потужність дози випромінювання?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93;;
27. Загальна кількість розпадів, що відбувається в радіоактивній речовині за одиницю часу, називається...  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10,;
28. Шляхи потрапляння радіонуклідів в організм людини через продукти харчування.  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71;
29. Поверхневе та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71;
30. Що називають трофічними ланцюгами потрапляння радіонуклідів в організм людини?  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]- с.210- 219
31. Чому основною одиницею дози випромінювання для урбосистем є 1 людино-Зіверт?  
*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [5]- с.219-222;
32. Для якого міста України в результаті аварії на ЧАЕС колективна доза була максимальною?  
*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [5]- с.219-222;
33. Що називається внутрішнім опроміненням?  
*Література:* [2]- с.97; [5]- с.178.

34. Що називається зовнішнім опроміненням?  
*Література:* [2]- с.97; [5]- с.178.
35. Які найбільш шкідливі радіоізотопи залишилися після аварії на ЧАЕС?  
*Література:* [5] - с.198.
- 36.Що відноситься до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93;
37. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів не залежить від оточуючих ландшафтів?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93;
38. Які фізичні процеси відбуваються при потраплянні радіонуклідів у водне середовище?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128;
39. Чи відносяться сільськогосподарчі роботи на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93;;
40. Чи відносяться вітровий переніс до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93;
41. Як відбувається водна міграція радіонуклідів на забрудненій території?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128;
42. Чи відносяться переніс радіонуклідів птахами та тваринами на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93;;
43. Чи відносяться водна міграція роботи на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128;
44. Які ландшафти називають автономними?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93;
- 45.Де інтенсивніше відбувається міграція радіонуклідів - у лісі чи на пагорбі?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93;;
46. Який ґрунт найбільш затримує радіонукліди при їх міграції?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93;
47. Які фізичні процеси переносу мають місце у випадку міграції радіонуклідів у водному середовищі?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]- с.204- 206;
48. Що являють собою донні відкладення радіонуклідів?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]- с.204- 206;
49. Як потрапили радіонукліди від аварії на ЧАЕС у північно-західну частину Чорного моря?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128;

50. Чи містять у собі радіонукліди донні відкладення північно-західної частини Чорного моря?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128;

51. Як відбувається затримання радіонуклідів лісовими системами на забрудненій території?

*Література:* [1]- с.72-75; [5] - с.210;

52. Що більше поглинає радіонукліди – стовбур дерева, чи його листя?

*Література:* [1]- с.72-75, [5] - с.210;

53. Як впливає радіація на дерева у лісі?

*Література:* [1]- с.72-75;

54. Як відбувається міграція радіонуклідів у гумусі лісового ґрунту?

*Література:* [1]- с.72-75; [5]- с.210;

55. Чи є радіоактивними стовбури дерев у лісі на забрудненій радіоактивними речовинами території?

*Література:* [1]- с.72-75; [5] -с.210;

56. Які природні процеси відносяться до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93;

57. Чи змінювалася крона дерев на забруднених територіях після аварії на ЧАЕС?

*Література:* [1]- с.72-75; [5]-с.210;

58. Які наслідки мала водна міграція радіонуклідів після аварії на АЕС у м. Фукусіма?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]- с.204- 206;

59. Чи відбулося радіаційне забруднення вод Тихого океану внаслідок водної міграції радіонуклідів після аварії на АЕС у м. Фукусіма?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]- с.204- 206;

60. Де накопичення радіонуклідів відбувається більше – у гумусі лісу, чи у балці або у байраку?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5] - с.204- 206;

#### **Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л4 МКР-4**

1. Організація радіаційної безпеки на АЕС...

*Література:* [3]- - с.86-89

2.Захист населення від іонізуючого випромінювання...

*Література:* [3]- - с.89

3. Хімічний та біологічний типи захисту населення від іонізуючого випромінювання....

*Література:* [3]- с.91

4.Дезактивація. Способи очищення води та повітря.

- Література:* [3]- - с.93
5. Дезактивація ґрунту...
- Література:* [3]- - с.93
6. Норми та правила поводження з радіоактивними відходами...
- Література:* [3]- - с.97
7. Екологічні ризики ядерного паливного циклу...
- Література:* [3]- - с.100
8. Регулювання у сфері використання ядерних технологій...
- Література:* [3]- - с.103
9. Схов, переробка та утилізація джерел іонізуючого випромінювання...
- Література:* [3]- - с.111
10. Накопичення РАВ...
- Література:* [3]- - с.111
11. Утилізація РАВ...
- Література:* [3]- - с.113
12. Державний митний контроль на кордонах і радіаційний аналіз...
- Література:* [3]- - с.119
13. Які дози радіації називають малими?
- Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]-- с.210- 219;
14. Що називають трофічними ланцюгами потрапляння радіонуклідів в організм людини?
- Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]- с.210- 219;
15. Чому основною одиницею дози випромінювання для урбосистем є 1 людино-зіверт?
- Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [5]- с.219-222;
16. Для якого міста України в результаті аварії на ЧАЕС колективна доза була максимальною?
- Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122[5]; - с.219-222;
17. Як співвідносяться між собою одиниці поглинутої дози випромінювання 1 грей і 1 рад?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5] - с.8 -10, с.37;
18. Що являє собою саркофаг над реактором 4-го енергоблока ЧАЕС?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; -[5]- с.226- 227;
19. Які радіонукліди після аварії на ЧАЕС були найбільш небезпечні в перші дні після аварії?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
20. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найбільша ?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- с.8 -10, с.37;
21. Причини аварії на ЧАЕС.
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]- - с.226- 227;

22. Який тип у реактора, який вибухнув на 4-му енергоблоці ЧАЕС?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
23. Що означає ТВЕЛ?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]- с.226- 227;
24. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів мінімальна ?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]-- с.207;
25. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів не залежить від оточуючих ландшафтів?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]- с.207;
26. Чи є дозвіл виконувати роботи з ліквідації РА та її наслідків без засобів індивідуального захисту ?  
*Література:* [3]- - с.108
27. Чи є дозвіл палити й приймати їжу в зоні радіаційного зараження?  
*Література:* [3]- - с.108
28. Чи можна знаходитися в зоні РА без засобів індивідуального дозиметричного контролю?  
*Література:* [3]- - с.108
29. До якої групи радіаційно-гігієнічних регламентів входять тільки рекомендовані рівні?  
30. Чи встановлюються ліміти доз для обмеження медичного опромінення?  
*Література:* [3]- - с.70
31. Як обґрунтовується лікарем необхідність проведення рентгенологічної чи радіологічної процедури?  
*Література:* [3]- - с.70
32. Які радіонукліди після аварії на ЧАЕС є найбільш небезпечні у наш час через більш ніж 30 років після аварії?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
33. Яка дезактивація, природна чи штучна застосовується за необхідності ліквідації радіоактивної зараженості в найкоротший термін?  
*Література:* [4]- с.104;
34. Яка дезактивація, природна чи штучна потребує більших економічних втрат?  
*Література:* [4]- с.104;
35. Шляхи потрапляння радіонуклідів в організм людини через продукти харчування.  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71;
36. Поверхнєве та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71;
37. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів

найменша ?

*Література:* [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [5]-- с.178 -197;

38. На якому з ефектів заснований сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]-- с.8 -10, с.37;

39. Розподіл радіонуклідів ЧАЕС в урбосистемах.

*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [5]- - с.219-222;

40. Чи є доцільною альтернативою захороненню переробка відпрацьованого палива енергетичних реакторів на теплових нейтронах?

*Література:* [3]- - с.118

41. Повторне використання продуктів регенерації відпрацьованих ядерних паливних елементів якості енергетичного реакторного палива,

*Література:* [3]- - с.118

42. Чи є небезпечною середньорічна активність радіонуклідних ДІВ, що використовуються в Україні на виробництві та в медицині, яка становить близько 1 млн. Кюрі?

*Література:* [3]- - с.94

43. Чи існує міграція радіонуклідів після аварії на АЕС у м. Фукусіма?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]- с.204- 206;

44. Що було причиною аварії на ЧАЕС?

*Література:* [3]- - с.45

45. Від яких видів іонізуючого випромінювання найбільш складно захиститись?

*Література:* [3]- - с.20

46. Заміщення та комплексоутворення для захисту від  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{140}\text{Ba}$  шляхом використання сірчаноокислого барію, глюконата кальцію, хлористого кальцію; для  $^{239}\text{Pu}$  – пентацину; для  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$  – йодистого калію або йодисту настоянку.

*Література:* [4]- - с.103

47. Біологічний захист до дії іонізуючих випромінювань шляхом введення захисних речовин, виділених з живих організмів (лікарські рослини, вітаміни і т.д.).

*Література:* [4]- - с.103

48. Чи пов'язані процес видобування уранової руди, її переробки, збагачення та виготовлення уранових паливних «брикетів» із екологічними ризиками ядерного паливного циклу?

*Література:* [3]- - с.100, [4]- - с.112

49. Що відбулося з реактором 4-го енергоблока ЧАЕС?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;

50. Які функції виконують на ядерному реакторі ТВЕЛ?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]- с.226- 227;



### Тестові завдання екзаменаційної роботи

1. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до енергетичних?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- - с.8 -10, с.37;

2. Джерела іонізуючого випромінювання

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- - с.8 -10, с.37;

3. Що називається радіоактивністю?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]-- с.8.;

4. Назвіть основні види іонізуючого випромінювання?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]-- с.8.; [5]- с.8 -10, с.37;

5. Чому дорівнює ліміт дози опромінювання для осіб категорії В згідно НРБУ-97 ?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;

6. В яких одиницях системи SI вимірюється активність радіоактивної речовини?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]-- с.8.; [5]-- с.8 -10, с.37;

7. Як змінюється активність радіоактивної речовини за один період напіврозпаду?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]-- с.8.; [5]- с.8 -10, с.37;

8. Елементи, ядра яких мають однакову кількість нейтронів, називаються...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]-- с.8 -10, с.37;

9. За два періоди напіврозпаду активність радіоактивної речовини...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]-- с.8 -10, с.37;

10. Загальна кількість розпадів, що відбувається в радіоактивній речовині за одиницю часу, називається...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]-- с.8.; [5]- - с.8 -10, с.37;

11. На якому з ефектів заснований іонізаційний метод реєстрації іонізуючого випромінювання ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]-- с.8 -10, с.37;

12. Які дози радіації називають малими?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]-- с.210- 219;

13. Яка з частинок має один протон і один нейтрон ?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; - с.8 [5]-10, с.37;

14. При електронному бета-розпаді випромінюється...

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- с.8 -10, с.37;

15. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

*Література:* [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [5]-- с.178 -197;

16. На якому з ефектів заснований сцинтиляційний метод реєстрації радіації?

*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]-- с.8 -10, с.37;

17. Що називається питомою радіоактивністю ?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]-- с.8 -10, с.37;
18. Розподіл радіонуклідів ЧАЕС в урбосистемах.  
*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [5]- - с.219-222;
19. Які радіонукліди були найбільш небезпечні відразу ж після аварії на ЧАЕС ?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]- с.226- 227;
20. З яких частинок складається  $\alpha$  - частинка?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5] - с.8 -10, с.37;
21. Ізотопами називаються атоми, зарядові (Z) і масові (M) числа, а також періоди напіврозпаду (T) яких знаходяться в співвідношенні...  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- с.8 -10, с.37;
22. За допомогою яких приладів визначали потужність дози випромінювання під час аварії на ЧАЕС?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
23. Що називають трофічними ланцюгами потрапляння радіонуклідів в організм людини?  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]- с.210- 219;
24. Чому основною одиницею дози випромінювання для урбосистем є 1 людино-Зіверт?  
*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [5]- с.219-222;
25. Для якого міста України в результаті аварії на ЧАЕС колективна доза була максимальною?  
*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122[5]; - с.219-222;
26. Що є джерелом радіоактивного забруднення ?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
27. Як співвідносяться між собою одиниці поглинутої дози випромінювання 1 Грей і 1 рад?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5] - с.8 -10, с.37;
28. Електронний бета-розпад супроводжується...  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- с.8 -10, с.37;
29. Які радіонукліди аварії на ЧАЕС найбільш небезпечні в даний час?  
*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
30. Яка з частинок має один протон і один електрон ?  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- с.8 -10, с.37;
31. Яка модель атомного ядра пояснює процес поділу важких ядер ?  
*Література:* [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [5]-- с.178 -197;
32. Ізобарами називаються атоми, зарядові (Z) і масові (M) числа, а також періоди напіврозпаду (T) яких знаходяться в співвідношенні...  
*Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]-- с.8 -10, с.37;
33. Яка з частинок має один протон і два нейтрони ?

- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- - с.8 -10, с.37;
34. Що є властивістю ядерних сил ?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]-- с.8 -10, с.37;
35. Як при  $\alpha$  - розпаді змінюється масове число ?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- с.8 -10, с.37;
36. Яке рівняння описує закон радіоактивного розпаду, якщо  $N$ - кількість активних ядер?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
- 37.Що являє собою саркофаг над реактором 4-го енергоблока ЧАЕС?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; -[5]- с.226- 227;
38. Які радіонукліди після аварії на ЧАЕС були найбільш небезпечні в перші дні після аварії?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
- 39.Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найбільша ?
- Література:* [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [5]- с.8 -10, с.37;
40. Причини аварії на ЧАЕС.
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]- - с.226- 227;
41. Який тип у реактора, який вибухнув на 4-му енергоблоці ЧАЕС?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;
42. Що означає ТВЕЛ?
- Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]- с.226- 227;
43. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів мінімальна ?
- Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]-- с.207;
44. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів не залежить від оточуючих ландшафтів?
- Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]- с.207;
45. Які фізичні процеси відбуваються при потраплянні радіонуклідів у водне середовище?
- Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]-- с.204- 206;
46. Чи відносяться сільськогосподарчі роботи на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?
- Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]-- с.207;
47. Як відбувається водна міграція радіонуклідів на забрудненій території?
- Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]-- с.204- 206;
48. Чи відносяться переніс радіонуклідів птахами та тваринами на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?
- Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]-- с.207;
49. Чи відносяться водна міграція на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?

- Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]-- с.204- 206;
50. Які ландшафти називають автономними?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]-- с.207;
51. Де інтенсивніше відбувається міграція радіонуклідів - у лісі чи на пагорбі?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]-- с.207;
52. Який ґрунт найбільш затримує радіонукліди при їх міграції?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]- с.207;
53. Що являють собою донні відкладення радіонуклідів?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]-- с.204- 206;
54. Як потрапили радіонукліди від аварії на ЧАЕС у північно-західну частину Чорного моря?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]- с.204- 206;
55. Одиницею якої дози випромінювання є 1 людино - Зіверт?  
*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [5] - с.219-222;
56. Чи відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти на рівні молекул?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [5]-- с.207-210;
57. Чи відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти на рівні окремих органів?  
*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [5]-- с.207-210;
58. Яка їжа – рослинна чи тваринна, містить більше радіонуклідів та чому?  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]- - с.210- 219;
59. Поверхнєве та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами  
*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]-- с.210- 219;
60. Чи містять у собі радіонукліди донні відкладення Дніпровського басейну?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]-- с.204- 206;
61. Як відбувається затримання радіонуклідів лісовими системами на забрудненій території?  
*Література:* [1]- с.72-75; [5]-- с.210;
62. Що більше поглинає радіонукліди – стовбур дерева, чи його листя?  
*Література:* [1]- с.72-75; [5]-- с.210;
63. Чи відбулося радіаційне забруднення вод Тихого океану внаслідок водної міграції радіонуклідів після аварії на АЕС у м. Фукусіма?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]-- с.204- 206;
64. Де накопичення радіонуклідів відбувається більше – у гумусі лісу, чи у балці або у байраку?  
*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]-- с.204- 206;
65. Яку небезпеку має пожежа у радіаційно забрудненому лісі?

*Література:* [1]- с.72-75; [5]- с.210;

66. Які наслідки має пожежа у радіаційно забрудненому лісі?

*Література:* [1]- с.72-75; [5]- с.210;

67. На яких геологічних ландшафтах міграція радіонуклідів інтенсивніша – на автономних, чи геологічно підлеглих?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5]- с.207;

68. На яких геологічних ландшафтах відбувається змивання радіонуклідів під час дощу?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90-93; [5] - с.207;

69. Міграція якого ізотопу більша – розчиненого у воді цезію, чи дисперсного стронцію?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]- с.204- 206;

70. Як відбувається міграція радіонуклідів ґрунтовими водами?

*Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5] - с.204- 206;

71. При радіаційному опромінюванні живих організмів летальна доза 50 на 30 (LD 50/30) означає, що

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [5] - с.207-210;

72. Які середні значення річної ефективної дози, що отримує людина у розвинутих країнах світу ?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [5] - с.207-210;

73. Що називають трофічними ланцюгами потрапляння радіонуклідів в організм людини?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]- с.210- 219;

74. В яких продуктах споживання міститься максимальна кількість радіоактивних речовин?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [5] - с.207-210;

75. Заходи зменшення радіонуклідів в урбосистемах після аварії на ЧАЕС.

*Література:* [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [5]- - с.219-222;

76. Методи кулінарної обробки сировини в умовах підвищеного забруднення радіонуклідними речовинами.

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; - с. [5]-210- 219;

77. Яку середню ефективну дозу випромінювання на Україні отримає людина щорічно внаслідок природного  $\gamma$ -фону ?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [5]-- с.207-210;

78. Як називається вплив іонізуючого випромінювання на потомство опроміненої людини ?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.90 -93; - [5]-.207-210.

79. Чи зменшується вміст радіоізотопу при консервуванні?

*Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]-- с.210- 219;

80. Сепарація радіонуклідів при надходженні радіонуклідів з ґрунту через кореневу систему рослин

- Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [5]- с.210- 219;
81. Організація радіаційної безпеки на АЕС...
- Література:* [3]- - с.86-89
- 82.Захист населення від іонізуючого випромінювання...
- Література:* [3]- - с.89
83. Хімічний та біологічний типи захисту населення від іонізуючого випромінювання....
- Література:* [3]- с.91
- 84.Дезактивація. Способи очищення води та повітря.
- Література:* [3]- - с.93
- 85.Дезактивація ґрунту...
- Література:* [3]- - с.93
- 86.Норми та правила поведінки з радіоактивними відходами...
- Література:* [3]- - с.97
- 87.Екологічні ризики ядерного паливного циклу.....
- Література:* [3]- - с.100
88. Регулювання у сфері використання ядерних технологій...
- Література:* [3]- - с.103
- 89.Схов, переробка та утилізація джерел іонізуючого випромінювання...
- Література:* [3]- - с.111
- 90.Накопичення РАВ...
- Література:* [3]- - с.111
- 91.Утилізація РАВ...
- Література:* [3]- - с.113
92. Державний митний контроль на кордонах і радіаційний аналіз...
- Література:* [3]- - с.119
93. Чи є доцільною альтернативою захороненню переробка відпрацьованого палива енергетичних реакторів на теплових нейтронах?
- Література:* [3]- - с.118
94. Чи існує міграція радіонуклідів після аварії на АЕС у м. Фукусіма?
- Література:* [1]- с.68-71,91; [2]- с.108,125-128; [5]- с.204- 206;
95. Що було причиною аварії на ЧАЕС?
- Література:* [3]- - с.45
96. Від яких видів іонізуючого випромінювання найбільш складно захиститись?
- Література:* [3]- - с.20
97. Біологічний захист до дії іонізуючих випромінювань шляхом введення захисних речовин, виділених з живих організмів (лікарські рослини, вітаміни і т.д.).
- Література:* [4]- - с.103
98. Чи пов'язані процесом видобування уранової руди, її переробки,

збагачення та виготовлення уранових паливних «брикетів» із екологічними ризиками ядерного паливного циклу?

*Література:* [3]- - с.100, [4]- - с.112

99. Що відбулося з реактором 4-го енергоблока ЧАЕС?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]-- с.226- 227;

100. Які функції виконують на ядерному реакторі ТВЕЛ?

*Література:* [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [5]- с.226- 227;

## **5.ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Основна література**

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
2. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (Конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
3. Герасимов О.І., Курятников В.В., Кудашкіна Л.С., Співак А.Я., Кільян А.М. Методи організації радіаційної безпеки: навчальний посібник. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2022. 183 с.
4. Герасимов О.І., Курятников В.В. Радіаційна безпека при здійсненні окремих видів діяльності в сфері використання ядерної енергії : посібник Одеса: ОДЕКУ, 2022. 80 с.
- 5.Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.

### **Додаткова література**

1. Герасимов О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія». Одеса: вид-во «Екологія», 2012. 60с.
2. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
3. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
4. Gerasymov O.I., Andrianova I.S. Radiation safety : Textbook. Odesa: Odessa State Environmental University, 2020. 137p.
5. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища”, частина 1: “Методи контролю та очищення довкілля від фізичних забруднень ” для студентів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса, ОДЕКУ, 2020. 48 с.

6. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни „Фізичні основи радіометрії та дозиметрії” для студентів 4-го курсу денної форми навчання за спеціальністю «Екологія та охорона навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33 с.
7. Курятников В.В., Кільян А.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Радіоекологія” для студентів 3-го курсу очної форми навчання за спеціальністю “Екологія та охорона навколишнього середовища”. Одеса: ОДЕКУ, 35 с.
8. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
9. Шеин Е.В. Курс физики почв : Учебник. М.: Изд. МГУ, 2005. 432 с.
10. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К: 1997. 209 с.
11. Сайт дистанційної освіти кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища ОДЕКУ. URL: <http://dpt12s.odeku.edu.ua>