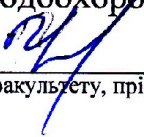


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності
протокол № 6 від «17.06» 2021 року
Голова групи  Герасимов О.І.

УЗГОДЖЕНО

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

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни
Основи радіаційної безпеки
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища
(шифр та назва спеціальності)

Технології захисту навколишнього середовища
(назва освітньої програми)

бакалавр
(рівень освіти)

денна
(форма навчання)

<u>3</u>	<u>6</u>	<u>6/180</u>	<u>іспит</u>
(рік навчання)	(семестр навчання)	(кількість кредитів ЕКТС/годин)	(форма контролю)

кафедра загальної та теоретичної фізики
(кафедра)

Одеса, 2021 р.

Автори: Герасимов О.І., зав.кафедри загальної та теоретичної фізики, д.ф.-м.н., проф.; Курятников В.В., доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м.н., доцент;

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

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри (назва кафедри) від «09» 06. 2021 року, протокол № 11 _____.

Викладачі: Лекції – Герасимов О.І., зав.кафедри загальної та теоретичної фізики, д.ф.-м.н., проф.; Практичні заняття – Герасимов О.І., зав.кафедри загальної та теоретичної фізики, д.ф.-м.н., проф.;

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

Рецензент _____ Софронков О.Н., зав.каф.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

1.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Поглиблене вивчення основних принципів та норм радіаційної безпеки, методів захисту від іонізуючого випромінювання, санітарних правил поводження з радіоактивними речовинами; надання студентам глибокого розуміння методів та навиків проведення деяких, зокрема, спектрометричних вимірів, теоретичних методів щодо інтерпретації експериментальних даних і, зокрема, інтерпретації спектрів іонізуючого випромінювання.
Компетентність	Код та зміст компетентності згідно з освітньою програмою: К06. Здатність розробляти та управляти проектами К08. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина України К10. Здатність до попередження забруднення довкілля та кризових явищ і процесів. К14. Здатність до розробки методів і технологій поводження з відходами та їх рециклінгу. К16. Здатність до управління (розміщення і утилізація) відходами. К17. Здатність до забезпечення екологічної безпеки. К24. Здатність використовувати принципи та застосовувати норми радіаційної безпеки (нормування екологічного, зокрема, радіаційного навантаження) в задачах захисту систем довкілля.
Результат навчання	ПР04 Обґрунтовувати природозахисні технології, базуючись на теоретичному змісті предметної області. ПР07 Знати шляхи та методи здійснення науково-обґрунтованих технічних, технологічних та організаційних заходів щодо запобігання забруднення довкілля. ПР11 Вміти застосовувати знання з вибору та обґрунтування методів та технологій збирання, сортування, зберігання, транспортування, видалення, знешкодження і переробки відходів виробництва й споживання; оцінювати їх вплив на якісний стан об'єктів довкілля та умови проживання і безпеку людей. Вміти обґрунтовувати ступінь відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов завданням захисту,

	збереження та відновлення навколишнього середовища. ПР20 Вміти використовувати принципи та норми радіаційної безпеки (нормування екологічного навантаження, радіаційного нормування) в задачах захисту навколишнього середовища. ПР 21 Вміти здійснювати контроль дотримання норм діючого екологічного законодавства організаціями, підприємствами, юридичними та фізичними особами, складати відповідні акти.
Базові знання	Основні радіаційно-гігієнічні регламентовані величини, ліміти доз та допустимі рівні. Міжнародні та українські законодавчі акти з радіаційної безпеки. Основні принципи радіаційної безпеки. Норми радіаційної безпеки та основні санітарні правила України (НРБУ-97 та ОСПУ-97). Радіаційна безпека об'єктів схову джерел іонізуючого випромінювання.
Базові вміння	Застосовувати на практиці правила радіаційної безпеки. Розробляти рекомендації щодо поводження з джерелами іонізуючого випромінювання, радіоактивними 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	
Попередня дисципліна	Основи технологій захисту навколишнього середовища.
Наступна дисципліна	немає
Кількість годин	лекції: 45 практичні заняття: 30 лабораторні заняття: немає самостійна робота студентів: 105

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Норми та стандарти радіаційної безпеки		

	1. Джерела р/а забруднення	6	6
	2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання	6	6
	3. Атомна енергетика та її вплив на довкілля	5	5
	4. Організаційне забезпечення радіаційної безпеки території, об'єкту, персоналу і населення	5	5
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР1		5
ЗМ-Л2	Принципи радіаційної безпеки		
	1. Сучасна р/а ситуація в Україні	6	6
	2. Ліквідування наслідків радіаційного забруднення	6	6
	3. Поводження з радіоактивними відходами	6	6
	4. Радіаційна безпека об'єктів схову джерел іонізуючого випромінювання.	5	5
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР2		5
Разом:		45	55

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 ЗМП-1

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Розрахунки перерозподілу радіоактивних речовин у довкіллі. Практичні заняття-розв'язання задач		
	1. Вивчення міжнародних та українських законодавчих актів по забезпеченню радіаційної безпеки.	6	6
	2. Основні принципи радіаційної безпеки.	6	6
	3. Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97, Основні санітарні правила України ОСПУ- 97	6	6
	4. Заходи з радіаційної безпеки. Захист від радіації.	6	6
	5. Поводження з радіоактивними відходами	6	6
	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.

Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	- Підготовка до лекційних занять - ПМКР1 (обов'язковий)	22 5	1-7 тиждень

ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять • ПМКР2 (обов'язковий)	23 5	8-15тиждень
ЗМ-П1	• Підготовка до практичних занять • Розв'язування задач (обо'язковий)	30	1-15 тиждень
	• Підготовка до іспиту	20	
Разом:		105	

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 модуля ЗМ-П1.

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань у вигляді розв'язування задач. Оцінка за виконання кожної теми -10 балів. Максимальна оцінка за виконання модуля - 50 балів.

4. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для семестрового іспиту

Підсумковий семестровий контроль (ПСК) передбачає оцінювання успішності засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни у формі іспиту.

Семестровий іспит (екзамен) – це письмова форма підсумкового контролюючого заходу в період заліково-екзаменаційної сесії. Під час екзамену перевіряється засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу (знань, вмінь та навичок, що визначені у силлабусі навчальної дисципліни) з окремої навчальної дисципліни за семестр. Оцінювання успішності виконання студентом цього заходу здійснюється у формі кількісної оцінки (бал успішності). 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 25 балів за **ЗМ-П1**.

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 25 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-Л1 Норми та стандарти радіаційної безпеки

Тема 1.1 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 безпеки 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 К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.- 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К.1997. -209 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Які з перелічених антропогенних забруднень належать до енергетичних?
- 2.*Які з перелічених антропогенних забруднень належать до матеріальних?
- 3.* Джерела іонізуючого випромінювання
- 4.*Що називається радіоактивністю?
- 5.*Назвіть основні види іонізуючого випромінювання?
(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 1.2 Біологічна дія іонізуючого випромінювання

При вивченні цього розділу потрібно розглянути питання біологічного впливу радіації.

Так, наприклад цю дію 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 К. 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 1.3 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 діоксин кремнію 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 К. 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. Які види іонізуючого випромінювання найбільш небезпечні?
6. Від яких видів іонізуючого випромінювання найбільш складно захиститись?

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

Тема 1.4 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;

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 гідробіонти, 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.

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).

Лекційний модуль ЗМ-Л2 Принципи радіаційної безпеки

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 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 2.3 Поводження з радіоактивними відходами

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 паливо. 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.

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?

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

Тема 2.4 Радіаційна безпека об'єктів схову джерел іонізуючого випромінювання

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. Які радіаційно небезпечні загрози існують в Україні?
2. У яких спеціальних організаціях здійснюють утилізацію та захоронення радіоактивних відходів?
3. Чи є задовільним стан радіаційного контролю продуктів споживання, які привозять з радіаційно небезпечних районів України до м. Одеса?

Практичний модуль ЗМ-П1. Повчання до практичних занять

Тема1. Вивчення міжнародних та українських законодавчих актів по забезпеченню радіаційної безпеки..

На практичних 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".

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: ОДЕКУ, 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 р., 48 с.
6. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.- 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К.1997. -209 с.

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.

Тема2. Основні принципи 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* опроміненню 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: ОДЕКУ, 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 р., 48 с.
6. Широков Ю. М., Юдин К. 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. Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97, Основні санітарні правила України ОСПУ- 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

НРБУ-97 включають чотири групи радіаційно-гігієнічних регламентованих величин (далі замість радіаційно-гігієнічних регламентованих величин використовуються (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 прийнятного 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:

- *рекомендовані рівні*.

Третя група — регламенти щодо *відвернутої* внаслідок *втручання*

доз опромінення населення в умовах *радіаційної аварії*. ;

До цієї групи входять:

- *рівні втручання*,
- *рівні дії*.

Далі замість радіаційно-гігієнічних регламентованих величин використовуються (скорочено) – *регламенти*.

Четверта група - регламенти щодо *відвернутої* внаслідок *втручання* дози опромінення населення від *техногенно підсилених 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* .

Найкращою формою практичних занять є розв'язання задач з даної теми.

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: ОДЕКУ, 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 р., 48 с.
6. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.- 672с.
7. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К.1997. -209 с.

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).

Тема4. 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: ОДЕКУ, 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 р.,

48 с.

6. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.- 672с.

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

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1.* Знайти товщину залізного екрану від бета-випромінювання з енергією частинок 1MeV ?

2.* Яка частина γ - випромінювання пройде через екран зі свинцю завтовшки $d = 1$ см, якщо коефіцієнт поглинання випромінювання $\mu = 0.50$ 1/см?

3. *Записати закон поглинання γ -випромінювання.

Тема5. Поводження з радіоактивними відходами

Використання ядерної енергії призводить до появи згубних для людства і навколишнього середовища ядерних відходів. Вони залишаються небезпечними протягом багатьох років через довгий період розпаду радіоактивних речовин.

Існують два основні методи по зменшенню рівня радіоактивності ядерних відходів - принцип розчинення і принцип концентрації.

Принцип розчинення полягає в прискоренні розкладання радіоактивних речовин і скидання відходів в атмосферу і водойми з метою запобігання згубного впливу на захищений ресурс.

Принцип концентрації полягає в тому, що радіоактивні відходи концентрують і ізолюють від навколишнього середовища. Сьогодні цей метод використовується в світовому масштабі щодо твердих і рідких радіоактивних відходів низького, середнього, і високого рівнів, а також щодо частини газоподібних і аерозольних відходів.

Існує три основних критерії для «Концепцій поведження з відходами»:

- піддавати тепловиділяючі елементи розкладанню або залишати недоторканими;
- здійснювати геологічний захоронення або зберігати на поверхні землі;
- здійснювати остаточний схов або тимчасове зберігання, поки не будуть знайдені нові, більш ефективні способи утилізації.

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: ОДЕКУ, 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 р., 48 с.

6. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972.- 672с.

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

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).

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

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

1.*Які з перелічених антропогенних забруднень належать до енергетичних?

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 γ -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. Поверхневе 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; *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 α - 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;

Приклади розв'язання задач практичного модуля ЗМ-ПІ

Задача 1

Визначити період напіврозпаду цезію 137 за даними вимірювання питомої активності ізотопів q , 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.

Задача 2

Розрахунки доз радіації та дозових навантажень

Визначити еквівалентну дозу випромінювання для окремих органів людини (*таблиця зважуючих 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 зважуючий 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.

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.

Задача 3

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

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

Використовуючи значення дозового коефіцієнта та об'єм річного споживання води $V=2 \cdot 365=730$ л/рік = $0,73$ м³/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 4

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/м³.

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.

Тестові завдання екзаменаційної роботи

1. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до енергетичних?

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 α - 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 α - 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 людино - 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 γ -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 радіоізотопу 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.
4. Герасимов.О.І. та ін. Методичні вказівки до розв'язання задач з дисципліни «Радіоекологія» - Одеса: ОДЕКУ, 2012. 60с.
5. Сайт кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: www.dpt12s.odeku.edu.ua

Додаткова література

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. - Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник.- Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
3. Gerasymov O. I., Andrianova I.S. Radiation safety: Textbook. Odesa: Odessa State Environmental University, 2020. 137.
4. 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 р., 48 с.
5. 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, 2008р., 33 с. укр. Мова
6. Курятников В.В., Кільян 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. укр. Мова
7. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. -М.: Наука, 1972.- 672с.
8. Шеин Е.В. Курс физики почв.: Учебник. - М.: Изд. МГУ, 2005. – 432 с.
9. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К: 1997. -209 с.