
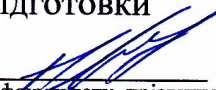


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності
протокол № 6 від «17» __06__ 2021
року
Голова групи  Герасимов О.І.

УЗГОДЖЕНО

Декан факультету магістерської
підготовки
 Боровська Г.О.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

Спеціальні розділи радіоекології (системної та за галузями) – ч. 2
(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 2 6/180 іспит
(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; Співак А.Я., ст. викл. кафедри загальної та теоретичної фізики

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

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри загальної та теоретичної фізики від «09» 06. 2021 року, протокол № 11.

Викладачі: Лекції – Курятников В.В., доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м.н., доцент;

Практичні заняття – Курятников В.В., доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м.н., доцент;

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

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

<p>Мета</p>	<p>Мета дисципліни полягає у формуванні у студентів загального уявлення про закономірності міграції радіонуклідів в біосфері та про вплив іонізуючого випромінювання на біосистеми надорганізованого рівня організації. Програма дисципліни переслідує мету підготовки фахівців, що уміють грамотно і чітко вирішувати практичні і теоретичні важливі радіоекологічні задачі.</p>
<p>Компетентність</p>	<p>Код та зміст компетентності згідно з освітньою програмою: ЗК04. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК06. Здатність розробляти проекти та управляти ними. ЗК07. Здійснення безпечної діяльності. СК02 Здатність використовувати науково-обґрунтовані методи обробки результатів досліджень в галузі технологій захисту навколишнього середовища. КВ02 Здатність застосовувати реабілітаційні та профілактичні заходи при ліквідації наслідків екологічного забруднення КВ05 Здатність використовувати принципи та норми радіаційної безпеки (нормування екологічного навантаження, радіаційного нормування) в задачах захисту навколишнього середовища</p>
<p>Результат навчання</p>	<p>ПР04 Обґрунтовувати рішення направлені на мінімізацію екологічних ризиків господарської діяльності на загальнодержавному, регіональному й локальному рівнях. ПР07 Розробляти системи екологічного управління з дотриманням вимог ISO 14004, встановлювати процедури та планувати і реалізовувати природоохоронні заходи протягом всього життєвого циклу продукції. ПР09 Оцінювати загрози фізичного, хімічного та біологічного забруднення біосфери та його впливу на довкілля і людину, вміти аналізувати зміни, що відбуваються в навколишньому середовищі під впливом природних і техногенних факторів. ПР13 Використовувати у практичній діяльності знання вітчизняного та міжнародного природоохоронного законодавства. Р021В Застосовувати профілактичні заходи для захисту навколишнього середовища, зокрема, здатність</p>

	<p>застосовувати реабілітаційні заходи при ліквідації наслідків екологічного забруднення, методи дезактивації радіаційно-забруднених об'єктів.</p> <p>P051B 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>Закономірності, розподіли та шляхи міграції радіонуклідів у природних середовищах, в екосистемах та їх складових елементах;</p> <p>Наслідки для біологічних систем впливу радіоактивного забруднення;</p> <p>Механізми самоочищення екосистем від радіоактивного забруднення;- Науково-обгрунтовані підходи до ліквідації наслідків радіоактивного забруднення навколишнього середовища</p>
Базові вміння	<p>Оцінювати рівень небезпеки радіоактивного забруднення;</p> <p>1. Базове вміння - Розробляти схеми аналізу шляхів міграції радіонуклідів у природних середовищах і екосистемах;</p> <p>2. Базове вміння - Організовувати життєдіяльність в умовах радіоактивного забруднення, що забезпечує мінімізацію дозових навантажень.</p>
Базові навички	<p>1.Базова навичка - користуватися побутовими та дослідницькими приладами для вимірювання рівня радіоактивності;</p> <p>2.Базова навичка - застосовувати заходи захисту від радіації.</p>
Пов'язані силлабуси	Немає
Попередня дисципліна	Немає
Наступна дисципліна	Немає
Кількість годин	<p>лекції: 30</p> <p>практичні заняття: 30</p> <p>лабораторні заняття: немає</p> <p>самостійна робота студентів: 120</p>

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Загальні засади радіоекології		
	1.Наукові основи радіоекології та етапи її розвитку	4	3
	2.Сучасний радіаційний стан України та радіоекологічні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС	3	3
	3.Методологічні засади, основні принципи і поняття сучасних радіоекологічних досліджень	3	3
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР1		5
ЗМ-Л2	Радіоекологія природних екосистем		
	Радіоекологія лісових екосистем	4	3
	Радіоекологія водних екосистем	3	3
	Міграція радіонуклідів у відкритих та гірських ландшафтах	3	3
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР2		5
ЗМ-Л3	Радіоекологія агроценозів і урбанізованих територій		
	Поведінка радіонуклідів в агроценозах	4	3
	Міграція радіонуклідів трофічними ланцюгами до людини	3	2
	Особливості надходження, розподілу і перерозподілу радіонуклідів в урбосистемах	3	2
	Підготовка до модульної контрольної роботи МКР3		5
Разом:		30	40

Консультації: Співак А.Я., понед. 15.30, ауд. 315, сер., 15.30, ауд.315

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

Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Розрахунки перерозподілу радіоактивних речовин у довкіллі. Практичні заняття-розв'язання задач		
	Тема1. Міграція радіонуклідів у водному середовищі. Радіоактивність природних вод. Шляхи і форми надходження радіоактивних речовин у водні екосистеми .	6	6
	Тема2. Дифузійні переноси через кордони « донні відкладення - водна товща».	6	6

	Рециклінг. Механізми рециклінгу		
	Тема3. Джерела та шляхи надходження радіоактивних речовин в наземні екосистеми. Пряме надходження. Загальна схема міграції радіонуклідів в наземному середовищі	6	6
	Тема4. Перерозподіл радіонуклідів в агроценозах Надходження радіонуклідів з ґрунту через кореневу систему рослин. Захист рослин, внесення добрив, регулювання водного режиму ґрунтів.	6	6
	Тема5. Трофічні ланцюги міграції радіонуклідів Закономірності міграції радіонуклідів по харчових ланцюгах та накопичення радіонуклідів на різних трофічних рівнях.	6	6
ЗМ-ІЗ	Курсовий проект з дисципліни		30
	Разом:	30	60

Консультації: Співак А.Я., понед. 15.30, ауд. 315, 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	<ul style="list-style-type: none"> Підготовка до лекційних занять ПМКР1 (обов'язковий) 	9 5	1-7 тиждень
ЗМ-Л2	<ul style="list-style-type: none"> Підготовка до лекційних занять ПМКР2 (обов'язковий) 	9 5	8-11 тиждень
ЗМ-Л3	<ul style="list-style-type: none"> Підготовка до лекційних занять ПМКР3 (обов'язковий) 	7 5	12-14 тиждень
ЗМ-П1	<ul style="list-style-type: none"> Підготовка до практичних занять УО (обов'язковий) 	30	1-14 тиждень
ЗМ-ІЗ	<ul style="list-style-type: none"> КП Підготовка до іспиту 	30 20	15 тиждень
	Разом:	120	

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 20 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 20 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 20 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 20 балам.

3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-ІЗ.

Модульна контрольна робота МКР2 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 20 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 20 балам.

4. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-ПІ.

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань у вигляді розв'язування задач. Оцінка за виконання задач кожної теми -4 бали.

Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМ-ПІ дорівнює 20 балам.

5. Методика проведення та оцінювання модуля курсового проекту ЗМ-ІЗ.

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання КП. Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМ-ІЗ дорівнює 20 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.

6. 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 50% від максимально можливої за практичну частину дисципліни (для іспиту), тобто не менше 20 балів у

сумі за **ЗМ-П1** та **ЗМ-ІЗ**.

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

Загальні засади радіоекології

Тема 1.1 *Наукові основи радіоекології та етапи її розвитку*

Існує верхня і нижня критичні межі параметрів довкілля, досягнення яких може призвести до безповоротних порушень у біологічній системі і в її окремих ланках. Деякі речовини (наприклад, більшість важких металів) в значних кількостях є небезпечними, а в малих дозах вони потрібні, оскільки зменшення їх вмісту в організмі людини нижче від критичної величини спричиняє важкі функціональні розлади. Здоров'ю людства шкідливі, як зайве шумове навантаження, так і відсутність звуків: те ж саме можна сказати про електромагнітні поля, радіаційний фон, температурні навантаження, оптичні явища й інші фізичні, а також біологічні, інформаційні та інші параметри.

Оптимальні для життя і діяльності людини умови середовища знаходяться у визначених, відносно вузьких межах. Збільшення або зменшення цих меж означає якісну зміну умов життя людства. Промислове виробництво й інші види господарської діяльності людей супроводжуються забруднюванням повітря приміщень та атмосферного повітря і різних речовин, які забруднюють довкілля. Шкідливі речовини потрапляють в приміщення також в результаті життєдіяльності людей і тварин .

Наукові основи радіоекології складають принципи та закони фізичних та біологічних явищ. Етапи її розвитку пов'язані з відкриттям у 1896 р. А.Беккерелем явища радіоактивності, роботами М.Кюрі, початком роботи у 1908 р. Петербурзького інституту радіологічних досліджень, відкриттям у 1910 р. в Одесі на вул.Пастера лабораторії радіобіологічних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. 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. 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). Київ, 1997. 121 с.
8. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Гранично допустимі викиди (ГДВ) – це нормативи, які використовуються для оцінки забруднення:
- 2.*Які з перелічених антропогенних забруднень належать до енергетичних?
- 3.*Які з перелічених антропогенних забруднень належать до матеріальних?
- 4.*Що є основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі?
5. *Назвіть основні етапи розвитку радіоекології.
(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 1.2 Сучасний радіаційний стан України та радіоекологічні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС

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 SiO₂.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. 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. 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). Київ, 1997. 121 с.
8. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Як захиститися від дисперсних аерозолів з рідкими частинками?
 2. *Який метод очищення повітря від аерозольних домішок ефективніший – гравітаційний чи відцентровий?
 3. *Який з радіонуклідів був найбільш небезпечним у перший тиждень після аварії на ЧАЕС?
 4. Який з радіонуклідів після аварії на ЧАЕС є найбільш небезпечним у наш час?
 5. Що було причиною аварії на ЧАЕС?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 1.3 Методологічні засади, основні принципи і поняття сучасних радіоекологічних досліджень

Класифікація радіоактивних відходів можлива за різними показниками, але найголовнішою з них є міра безпеки для людського здоров'я. Найбільш шкідливими відходами вважаються радіоактивні відходи. Їх збір і ліквідація регламентуються спеціальними санітарними правилами.

При вивченні цього розділу потрібно розглянути питання біологічного впливу радіації.

Відома її біологічна дія. 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.

Це 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.

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.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. 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. 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). Київ, 1997. 121 с.
8. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Яка біологічна дія радіації?
2. *Як називається речовина, добавка якої дозволяє знизити швидкість хімічної реакції?
3. *Який вплив малих доз радіації?
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).

Лекційний модуль ЗМ-Л2 Радіоекологія природних екосистем

Тема 2.1 Радіоекологія лісових екосистем

Міграція радіонуклідів в лісі. Серед природно-кліматичних зон ліс є такою, що найбільшою мірою накопичує радіонукліди, окрім того, ліс найдовше їх утримує. Найінтенсивніше радіонукліди накопичуються в ростучих частинах організму рослин і тварин. Так, у рослин до таких частин відносяться листя, плоди, ягоди, молоді пагони, внутрішня частина кори, колючки, а найменше радіонуклідів у деревині.

Рослини є основними переносниками радіоактивних речовин з ґрунту в організм тварин і людини. Хоча на переході ґрунт – рослина можна досить істотно впливати на нагромадження радіоактивних речовин сільськогосподарськими рослинами. Радіонукліди надходять у рослини тоді, коли вони переходять у ґрунтові розчини. Цей процес, як і взагалі рухомість речовин, прискорюється у кислому середовищі.

Радіоактивне забруднення продукції рослинництва залежить не тільки від ступеня забруднення ґрунту, але й від його здатності до зв'язування і утримування радіонуклідів. Ця здатність визначається фізико-хімічними та агрохімічними властивостями ґрунтів. Наприклад, на Поліссі вона найслабкіша, значно вища – у сірих лісових, ще вища - у чорноземів Лісостепу.

Накопичення радіонуклідів залежить також від фітомаси. Так, завжди радіонуклідів більше в наземній частині рослини, а серед наземної – в ягодах, плодах. Щодо тварин, то їх найбільше в шерсті, шкірі, червоному кістковому мозку, у паренхімі залоз внутрішньої секреції.

Накопичення радіонуклідів проходить інтенсивніше в умовах вологого клімату. Кількість опадів, вологість ґрунту впливають на міграцію радіонуклідів.

Міграція радіонуклідів повною мірою відповідає закону В.І. Вернадського про біогенну міграцію атомів, що формулюється так: міграція хімічних елементів на земній поверхні і в біосфері в цілому здійснюється або при безпосередній участі живої речовини (біогенна міграція), або ж протікає у середовищі, геохімічні особливості якого зумовлені живою речовиною, як тією, яка нині населяє біосферу, так і тією, яка діяла на Землі протягом всієї геологічної історії. Цей закон з особливою силою проявляється на такій природній арені, до якої відноситься ліс.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. 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. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
5. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ, 1997. 121 с.
6. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Як може здійснюватися міграція радіонуклідів у ґрунті?
 2. *Що є основним приймачем радіоактивних опадів на Землі?
 3. *Що є основними переносниками радіоактивних речовин з ґрунту в організм тварин і людини?
 4. Від яких факторів залежить радіоактивне забруднення продукції рослинництва?
 5. Де накопичення радіонуклідів проходить інтенсивніше?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 2.2 Радіоекологія водних екосистем

Міграція радіонуклідів у водоймах. У воду рік, які беруть початок у горах, радіонукліди можуть потрапляти з гірських порід, що в різних кількостях містять радіоактивні елементи та продукти їх розпаду (уран, торій, калій-40, радон тощо). Радіоактивність поверхневих вод завжди значно нижча, ніж підземних. Найбільше урану, радію, торію міститься в підземних водах уранових покладів. Зі збільшенням глибини підземних водних джерел концентрація радіонуклідів в них підвищується.

У воді підземних джерел, що використовується для пиття людиною і тваринами, допускається вміст радіонуклідів тільки природного походження і в кількості, що не перевищує максимально допустимі норми для відкритих водойм.

У воду можуть потрапляти радіонукліди штучного походження, що потрапляють з атмосфери, з дощовими і талими водами, з відходами атомних реакторів, з підприємств радіохімічної промисловості і різних інших, що застосовують радіоізотопи.

Міграція радіонуклідів у водоймах забезпечується течіями, зоогідробіонтами, які поїдають фітогідробіонтів забруднених радіонуклідами. Певне місце нині має використання забрудненої води для зрошування у сільському господарстві та промисловості. Особливо значна міграція радіонуклідів здійснюється у водоймах текучих. У водоймах можуть зустрічатися тритій, цезій, цирконій, стронцій тощо.

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. Станом на 1965-1966 роки у водах Тихого океану концентрація стронцію-90 у поверхневому шарі води спостерігалась у 1,5 вищою, ніж на глибині 1000 м.

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. Для розуміння цієї ролі розглянемо явище транспортування радіонуклідів, трейсерів (міток) чи маркерів, що характеризують екосистеми.

Найбільші надходження радіонуклідів у моря й океани були під час випробувань ядерної зброї в 1950-1960 рр. 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.

Природні радіонукліди потрапляють у моря внаслідок ерозії гірських порід.

Більшість ядерних військових випробувань проводилися на континентальному шельфі й островах Тихого океану в 1946-1962 рр. Так, Великобританія провела кілька ядерних випробувань на Тихому океані в 1952-1958 рр., Росія проводила ядерні випробування на полігонах у полярних морях біля Кольського півострова і на Новій Землі.

Ядерні випробування у Тихому океані призвели до локальних радіонуклідних забруднень. Дослідники вважають, що внаслідок таких випробувань у океани і моря випало більше радіонуклідів, ніж на сушу. Частина радіонуклідів, що випали на сушу, потрапляє в океан через вітровий і поверхневий стоки.

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.

Інший важливий чинник міграції радіонуклідів у морях і океанах - хімічний склад води. Встановлено, що вміст Н, О, Na, С1 досягає 10-19 г/л, а К і Са - 380-400 мкг (у прісній воді їх вміст становить близько 10-8 г). Унаслідок цього прісноводні організми, у тому числі риби, поглинають значно більше Cs-137 і Sr-90, ніж морські.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. 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. 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). Київ, 1997. 121 с.
7. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як радіонукліди з гірських порід можуть потрапляти у море?
 2. Що є найважливішою складовою поверхневого стоку радіонуклідів у морські екосистеми?
 3. Коли відбулися найбільші надходження радіонуклідів у моря й океани?
 4. Де вища концентрація радіонуклідів – у водоймі чи у ґрунті дна водойм?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 2.3 Міграція радіонуклідів у відкритих та гірських ландшафтах

Промислові підприємства, об'єкти енергетики, зв'язки і транспорт є основними джерелами енергетичного забруднення промислових регіонів, міського середовища, будинків та природних зон. До джерел забруднення відносять дії радіонуклідів і іонізуючих випромінювань.

Студенти мають знати типи ландшафтів і перерозподіл радіонуклідів на них. Вони мають розрізняти, які ландшафти є автономними.

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 біологічного впливу радону, концентрації якого найбільші на гірських ландшафтах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. 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. 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). Київ, 1997. 121 с.
7. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Що є основними джерелами енергетичного забруднення промислових регіонів?
2. *Які типи ландшафтів Ви знаєте?
3. Як відбувається перерозподіл радіонуклідів на ландшафтах?
4. *Що називається внутрішнім опроміненням?
5. *Що називається зовнішнім опроміненням?
(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Лекційний модуль ЗМ-ЛЗ Радіоекологія агроценозів і урбанізованих територій

Тема 3.1 Поведінка радіонуклідів в агроценозах

Для професійної підготовки студентів питання перерозподілу радіонуклідів в агроценозах є предметом вивчення, метою якого є знайомство з сільськогосподарською радіоекологією, впливом радіоактивності мінеральних добрив, міграцією радіоізотопів у ґрунті.

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. Є повідомлення про те, що, наприклад, рапс підіймає радіонукліди глибини на поверхню ґрунту, здійснюючи якби вертикальну міграцію радіонуклідів у ґрунті.

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

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.

На теперішній час використання ядерної енергії стало одним із альтернативним видом добування електроенергії відносно палінню нафтопродуктів, газу та вугілля. Тому в деяких країнах світу споживання цього виду електроенергії складає більш 50% від загального її обсягу.

Тому для професійній підготовці 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. 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. 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). Київ, 1997. 121 с.
7. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

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. Еквівалентом якої одиниці є одиниця ефективної біологічної дози 1бер?
8. Що джерелом радіоактивного забруднення ?
9. *Як може здійснюватися міграція радіонуклідів у ґрунті?
(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 3.2 Міграція радіонуклідів трофічними ланцюгами до людини

Перед тим як потрапити в організм людини, радіоактивні речовини проходять складний шлях у навколишньому середовищі. Виникнення у біосфері продуктів ділення та включення їх у харчові ланцюги, зумовило надходження радіонуклідів у живі організми і стало причиною додаткового опромінення рослин, тварин та людини. Можна виділити наступні шляхи потрапляння радіонуклідів в організм людини через продукти харчування: рослина – людина; рослина – тварина – молоко –

людина; рослина – тварина – м'ясо – людина; атмосфера – опади – водойми – риба – людина.

Розрізняють поверхневе та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами. При поверхневому забрудненні радіоактивні речовини, перенесені повітряним середовищем осідають на поверхні продуктів, частково проникаючи всередину рослинної тканини. Більш ефективно радіоактивні речовини утримуються на рослинах з ворсистим покривом, в складках листя суцвіть. При цьому затримуються не тільки розчинні форми радіоактивних з'єднань, а й нерозчинні. Однак поверхневе забруднення легко видаляється навіть через декілька тижнів. Структурне забруднення обумовлене фізико-хімічними властивостями радіоактивних речовин, складом ґрунту, фізіологічними особливостями рослин. При надходженні радіонуклідів з ґрунту через кореневу систему рослин, внаслідок дії сорбційних сил ґрунтового поглинального комплексу, відбувається сепарація радіонуклідів. Одні з них перебувають у ґрунті у порівняно доступному для рослин стані і тому велика їх кількість надходить у наземні частини рослин, а та частина, що міцно фіксується твердою фазою ґрунту, мало доступна для рослин.

У дослідях на лактуючих козах і коровах доведено, що концентрація радіонуклідів у молоці завжди у 5 – 10 разів вища, ніж у плазмі крові. Найбільш високі концентрації радіонуклідів у молоці корів спостерігаються у зимові та весняні місяці, що пояснюється зменшенням потреби щитовидної залози в йоді і підвищенням поглинання його молочною залозою.

Внесок грибів у біологічний кругообіг ^{137}Cs у кілька разів перевищує внесок деревного і трав'янисто-чагарникового ярусу. Гриби є одним із головних факторів, що визначають роль підстилки як біохімічного бар'єру на шляху вертикальної міграції радіонуклідів у лісових екосистемах.

Зменшення кількості потрапляння радіонуклідів в організм з їжею можна досягти шляхом зменшення їх кількості в продуктах харчування за допомогою різних технологічних та кулінарних обробок харчової сировини. За рахунок обробки харчової сировини – ретельного миття, чистки продуктів, відділення малоцінних частин можливо видалити від 20 до 60 % радіонуклідів.

Найбільш ефективним методом кулінарної обробки сировини в умовах підвищеного забруднення радіонуклідними речовинами є варіння, при якому значна частина радіонуклідів переходить у відвар. Використовувати такий відвар в їжу недоцільно. Для отримання відвару необхідно варити продукти у воді 10 хв. Потім воду злити і продовжувати варку у новій порції води.

Зниження складу радіонуклідів у молочних продуктах можна досягти шляхом отримання із молока жирових та білкових концентратів. При переробці молока у вершки залишається не більше 9 % цезію і 5 %

стронцію, в сирі – 21 % цезію та 27 % стронцію, в твердих сирах 10 % цезію і 45 % стронцію. У вершковому маслі близько 2 % цезію від його складу в молоці.

Фрукти і овочі, крім кулінарної обробки у домашніх умовах, у великій кількості переробляють у промислових умовах. Особливий інтерес становить вплив технологічного режиму виробництва на плодови і овочеві консерви. При нормальній технологічній переробці основних фруктів і овочів вміст стронцію у готовому продукті зменшується майже у 6 разів порівняно із сировиною.

Отже, щоб запобігти забрудненню продуктів харчування, необхідний їх радіаційний контроль.

Методи контролю харчових продуктів (МКХП) застосовують для проведення гігієнічного контролю, а також для оцінки радіаційної безпеки харчових продуктів. За допомогою (МКХП) встановлюють вимоги до відбору проб, методом лабораторних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. 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. 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). Київ, 1997. 121 с.
7. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/>

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 поверхневе 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 3.3 Особливості надходження, розподілу і перерозподілу радіонуклідів в урбосистемах

Оцінки якості природного середовища міста та впливу на умови проживання населення дає змогу досягти оптимально можливого стану саме природної складової урбанізованих територій.

Урбанізовані території характеризуються концентрацією техногенних джерел забруднення, а їх функціонування є головним чинником зміни довкілля.

Одеса – це велике багатofункціональне місто, антропогенне навантаження на яке є вкрай різноманітним, що зумовлює формування несприятливої екологічної ситуації.

Разом з антропогенними основні природні фактори є причиною формування екологічної 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 Одеса:

- 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);
- незадовільний стан водопровідної і каналізаційної мереж внаслідок бездіяльності керівництва містом, потрапляння забрудненої води у Чорне море, поблизу пляжів;
- недостатня якість питних вод з поверхневих та підземних джерел водопостачання внаслідок масових порушень природного стану ґрунту;
- забрудненість ґрунтового покриву важкими металами та нафтопродуктами;
- недостатній рівень озеленення окремих районів міста і незадовільний стан в них зелених насаджень, несанкціоноване спилування дерев;
- формування техногенних ґрунтових вод і підтоплення значної частини території міста (Суворівський район);
- 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;
- наявність екологічно небезпечних промислових об'єктів та незадовільний стан здоров'я жителів міста та як наслідок, збільшення смертності та зменшення народжуваності;
- низький рівень екологічної культури населення, забруднення вулиць міста побутовими відходами, недостатній транспорт для вивезення сміття;
- низький епідеміологічний стан міста, особливо у літній період, коли до моря приїжджає велика кількість людей, зруйновані служби СЕС, що були відповідні за цій стан;
- відсутність захисту населення від загроз пандемії;
- відсутність технологічних проектів захисту населення та навколишнього середовища від існуючих та можливих загроз;
- відсутність захисту населення від дій осіб, які задля свого збагачення несуть шкоду здоров'ю населення та навколишньому середовищу (знищують зелені насадження, палять багаття та ін.), і це є навмисні ушкодження, які поки що, на жаль, не підлягають юридичному покаранню.

Але Одеса – це не тільки велике місто, антропогенне навантаження якого є вкрай різноманітним, але й територія, що зумовлює формування несприятливої екологічної ситуації в Україні.

Основні зусилля для поліпшення екологічної ситуації в місті мають бути спрямовані на охорону повітря, модернізацію водопостачання і водовідведення, удосконалення системи поводження з відходами виробництва та споживання, попередження розвитку небезпечних геологічних процесів на узбережжі Чорного моря у м. Одеса.

Урбанізовані території є окремими джерелами забруднення та є одним із головних чинників зміни довкілля.

На одних кафедрах ОДЕКУ [6] запропонований SWOT-аналіз, який полягає у виявленні сильних (S) і слабких (W) сторін внутрішнього середовища об'єкта дослідження, можливостей (O) і загроз (T) зовнішнього середовища, а також встановлення зв'язків між ними. До речі, вони [6] не бачать радіаційних загроз місту.

На інших кафедрах вчені ОДЕКУ [1], [2], [3 – 4], [5] намагаються довести, що створення систем захисту людей і навколишнього середовища є невідкладною задачею. Технологічні проекти захисту поки що відсутні, і це є дуже небезпечним. Проїшов час, коли велись балачки та політичні

суперечки, і вже край потрібним є створення конкретних технологічних проєктів захисту людей та довкілля.

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. 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. 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. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Шаніна Т.П., Гусєва К.Д. SWOT-аналіз екологічної складової урбанізованої території (на прикладі міста Одеса). // Український гідрометеорологічний журнал. 2019. № 23. С. 121-134.
7. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ, 1997. 121 с.
8. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Що розуміють під урбанізованими територіями?
2. Які основні загрози існують для урбанізованих територій?
3. Які основні загрози для території м. Одеса є радіаційно небезпечними?
4. У яких спеціальних організаціях здійснюють утилізацію та захоронення радіоактивних відходів?
5. Які основні загрози населенню і навколишньому середовищу існують для м. Одеса?
6. 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
Розрахунки перерозподілу радіоактивних речовин у довкіллі.**

Тема1. Міграція радіонуклідів у водному середовищі.

На практичних заняттях потрібно надати слухачам базові знання: Радіація. Радіоактивність природних вод. Шляхи і форми надходження

радіоактивних речовин у водні екосистеми . Розподіл радіонуклідів між рідкою і твердою фазами у водному середовищі . Механізми розподілу.

Рекомендується розв'язання задач про міграцію радіонуклідів у водному середовищі. Приклади задач наведені у наступному розділі силлабуса.

Тема2. Дифузійні переноси через кордони « донні відкладення - водна товща ».

Програмою ОПП рекомендується розібрати наступні питання: Рециклінг радіонуклідів з донних відкладень у воду. Механізми рециклінгу: ресуспензія опадів; перемішування опадів (фізичний масопереніс і біотурбації) ; кореневе живлення вищих водних рослин; десорбція радіоцезію внаслідок конкурентних взаємин з іоном амонію. Роль деструкційної діяльності донної бактеріофлори в накопиченні амонію в донних відкладеннях. Механізми самоочищення. Самоочисний потенціал водних екосистем різного типу. Рекомендується розібрати задачу дифузії. Приклади задач наведені у наступному розділі силлабуса.

Тема3. Джерела та шляхи надходження радіоактивних речовин в наземні екосистеми.

Програмою ОПП рекомендується розібрати наступні питання: Пряме надходження. Загальна схема міграції радіонуклідів в наземному середовищі. Фактори, що визначають міграцію радіонуклідів в наземному середовищі: сполучення з властивостями ґрунтів; контрольовані фізико-хімічними характеристиками радіонуклідів; зумовлені типом рослинності, гідрологією, характером підстилаючих порід; кліматичні чинники.

Міграція радіонуклідів у ґрунті. Горизонтальна міграція та її механізми (стік поверхневих вод; паводкові і дощові потоки ; міграція тварин; господарська діяльність людини). Міграція в ґрунтовому шарі (вертикальна міграція) . Механізми розподілу радіонуклідів між твердою і рідкою фазами ґрунту , фактори, що регулюють розподіл. Коефіцієнт розподілу. Міграція з ґрунтовими частинками. Міграція через розчини. Поведінка в ґрунті основних дозоутворюючих « постчорнобильських » елементів - радіоізотопів цезію та стронцію. Аеральне забруднення рослин. Адсорбція твердих аерозольних частинок на поверхні рослин. Абсорбція радіонуклідів листям і включення в метаболізм. Найкращою формою практичних занять є розв'язання задач з даної теми.

Тема4. Перерозподіл радіонуклідів в агроценозах

Питання, які рекомендовано розібрати по даній темі: Надходження радіонуклідів з ґрунту через кореневу систему. Коефіцієнт накопичення (коефіцієнт переходу). Коефіцієнт дискримінації. Вплив фізико -хімічних властивостей радіонуклідів на перехід їх з ґрунту в рослину . Вплив властивостей ґрунту на надходження радіонуклідів в рослину . Вплив біологічних властивостей рослин на накопичення радіонуклідів з ґрунту. Прийоми, що обмежують надходження радіонуклідів в рослини (фіто

меліорація; перепрофілювання рослинництва; підбір культур; внесення добрив; захист рослин; регулювання водного режиму ґрунтів).

Тема 5. Трофічні ланцюги міграції радіонуклідів

Для магістерської програми освітніми стандартами підготовки рекомендовано розібрати наступні окремі питання радіоекології: Перенесення радіонуклідів в тіло тварин і включення їх в метаболізм. Рациональне ведення тваринництва на забруднених територіях, що забезпечує зниження дозових навантажень на людину. Особливості накопичення радіонуклідів мисливськими видами тварин. Включення радіонуклідів у біотичний кругообіг. Механізми включення: біоасиміляція та фізико - хімічні процеси сорбції . Міграція радіонуклідів по харчових ланцюгах. Закономірності накопичення радіонуклідів на різних трофічних рівнях. Роль різних структурно - функціональних блоків водних екосистем в транспорті радіонуклідів. Перенесення радіонуклідів до людини.

При розв'язанні екологічних задач стає зрозумілим, що їхня складність та мультипараметричність вимагають для свого вирішення системного залучення досвіду точних наук, перш за все фізики та хімії.

Природні екологічні системи є надзвичайно складними, у яких весь час відбувається складний енергетичний обмін. Це перш за все тепловий та матеріальний обмін. Ці процеси потребують знань термодинамічних методів розрахунків складних систем, законів екологічної фізики.

Для вивчення теми рекомендовано користуватися методичними вказівками до практичних занять [4], [5]. В цих вказівках наведені приклади розв'язаних задач, а також запропонований ряд задач для розв'язання студентами.

Магістри мають вміти моделювати та розраховувати термодинамічні задачі тепло - масообміну природних систем.

Тому при розв'язанні практичних задач магістрам потрібні знання методів теоретичної та математичної фізики та вміння моделювати процеси в задачах довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. 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. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І., Андріанова І.С., Затовська А.О., Співак А.Я. Радіоекологія : Методичні вказівки до розв'язання задач. Одеса: Екологія, 2012. 60 с.
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. Широков Ю.М., Юдин К.П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672 с.

7. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Київ, 1997. 121 с.

8. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

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.

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

5.* Визначити період напіврозпаду за даними вимірювання питомої активності ізотопів?

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

7.* Записати закон поглинання γ -випромінювання.

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

Модуль курсового проекту ЗМ-ІЗ.

Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-ІЗ.

Метою виконання курсового проекту з дисципліни “_Спеціальні розділи радіоекології (системної та за галузями) – ч. 2” є поглиблене вивчення студентами методів та засобів захисту об’єктів навколишнього середовища від радіації.

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 радіаційного забруднення.

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

В результаті виконання курсового проекту з дисципліни “ Спеціальні

розділи радіоекології (системної та за галузями) – ч. 2 ” студент має розбиратися в питаннях визначення радіоактивності, дози і потужності дози від різних видів іонізуючих випромінювань, володіти методами контролю екологічного стану природних та технологічних об’єктів за допомогою вимірювальних приладів, вміти визначати дозові навантаження на основні елементи довкілля, оцінювати розмір ризику та запропоновувати способи його зменшення.

На основі запропонованого студенту алгоритму, він, використовуючи запропоновані йому вихідні дані, має визначити кількісні характеристики міграції радіонуклідів, розсіювання та поглинання небезпечних іонізуючих випромінювань, провести аналіз радіаційної безпеки досліджуваних об’єктів та оцінити відповідність їх державним і міжнародним нормативам та стандартам.

Варіанти тем КП

1. Міграція радіонуклідів у водному середовищі.
2. Шляхи і форми надходження радіоактивних речовин у водні екосистеми.
3. Міграція радіонуклідів у ґрунті.
4. Механізми розподілу радіонуклідів між твердою і рідкою фазами ґрунту
5. Міграція через розчини. Поведінка в ґрунті основних дозообразуючих « постчорнобильських » елементів - радіоізотопів цезію та стронцію.
6. Аеральне забруднення рослин. Адсорбція твердих аерозольних частинок на поверхні рослин.
7. Надходження радіонуклідів з ґрунту через кореневу систему. Коефіцієнт накопичення (коефіцієнт переходу) . Коефіцієнт дискримінації.
8. Вплив фізико -хімічних властивостей радіонуклідів на перехід їх з ґрунту в рослину .
9. Вплив властивостей ґрунту на надходження радіонуклідів в рослину .
10. Особливості накопичення радіонуклідів мисливськими видами тварин.
11. Включення радіонуклідів у біотичний кругообіг.
12. Міграція радіонуклідів по харчових ланцюгах. Закономірності накопичення радіонуклідів на різних трофічних рівнях.
13. Поглинання і розсіяння небезпечних випромінювань в штучно-неоднорідних середовищах в задачах довкілля
14. Вплив структурованих конгломерацій домішок на взаємодію космічного гамма-випромінювання із озоновим шаром атмосфери
15. Технології захисту елементів екосистем від впливу малих доз опромінення
16. Проходження випромінювань крізь екрануючі гіпернеоднорідні системи в режимах екранування іа тунелювання.
17. Дезактивація середовищ забруднених радіонуклідами за допомогою сконфігурованого у топологічні фази графену.

18. Технологія та модель радіаційного екрану на основі гранульованих матеріалів для задач радіаційного убезпечення
19. Детектування іонізуючого випромінювання. Прилади для реєстрації іонізуючого випромінювання.
20. Методи реєстрації гамма –випромінювання. Ефекти дії гамма – випромінювання на речовину.
21. Рентгенівське випромінювання. Рентгенівські апарати. Міри захисту від рентгенівських випромінювань
22. Проведення радіаційно-дозиметричного контролю в об'єктах навколишнього середовища

Порядок захисту курсового проекту

Після оформлення курсового проекту студент віддає його викладачеві на перевірку.

Студент допускається до захисту курсового проекту після перевірки його викладачем та перевірки на плагіат.

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, виданого викладачем, та дотриманням чинних вимог до оформлення;
- оцінки захисту курсового проекту (роботи).

На кожен 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.

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

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

1. 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;

2. 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;

3. 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;

4. 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;
5. Які процеси не є основними механізмами впливу іонізуючого випромінювання на речовину?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
6. Внаслідок яких явищ не відбувається ослаблення гамма-випромінювання в речовині?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
7. Елементи, ядра яких мають однакову кількість нейтронів, називаються...
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
8. За два періоди напіврозпаду активність радіоактивної речовини...
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
9. 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;
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. Визначенням якого поняття є відношення втраченої енергії зарядженої частинки іонізуючого випромінювання до довжини шляху її пробігу?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
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. 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;
19. Ізомерами називаються атоми, зарядові (Z) і масові (M) числа, а також

періоди напіврозпаду (Т) яких знаходяться в співвідношенні...

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

20. 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;

21. З яких частинок складається α - частинка?

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

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

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

23. 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;

24. Які з елементів не мають двічі магічних ядер ?

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

25. 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;

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

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

27. Що є умовою радіоактивної рівноваги ?

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

28. Що не є джерелом радіоактивного забруднення ?

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

29. 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;

30. Електронний бета-розпад супроводжується...

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

31. 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;

32. 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;

33. Які з елементів не починають радіоактивні ряди ?

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

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

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

35. Ізобарами називаються атоми, зарядові (Z) і масові (M) числа, а також періоди напіврозпаду (Т) 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 є властивістю ядерних сил ?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
42. До якої моделі атомного ядра відноситься поняття магічних чисел ?
Література: [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [3]- с.178 -197;
43. Як при α - розпаді змінюється масове число ?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
44. 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;
45. За два періоди напіврозпаду активність радіоактивної речовини...
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
- 46.Що являє собою саркофаг над реактором 4-го енергоблока ЧАЕС?
Література: [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
47. 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;
- 48.Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найбільша ?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
- 49.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;
50. 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;
51. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найбільша ?
Література: [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [3]- с.178 -197;

52. Причини аварії на ЧАЕС.

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

53. 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;

54. Що означає ТВЕЛ?

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

55. Системність сучасних радіоекологічних досліджень.

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. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів мінімальна ?

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

2. Що не відноситься до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?

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

3. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів не залежить від оточуючих ландшафтів?

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

4. 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;

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

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

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

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

7. Як відбувається водна міграція радіонуклідів на забрудненій території?

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

8. 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;

9. 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;

10. Які ландшафти називають автономними?

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

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

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

12. Чи відносяться дії терористів до шляхів міграції радіонуклідів в

біосфері?

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

13. Як відбувається переніс радіонуклідів птахами та тваринами на забрудненій території?

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

14. Який ґрунт найбільш затримує радіонукліди при їх міграції?

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

15. 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;

16. Що являють собою донні відкладення радіонуклідів?

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

17. 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;

18. Як відбирають проби донних відкладень для радіоактивного аналізу?

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;

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

1. На якому рівні не відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти?

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

2. 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;

3. 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;

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

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

5. Механізм впливу іонізуючого випромінювання, що пов'язаний з імовірністю влучення частинки в чутливий об'єм живої клітини, називається теорією...

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

6. Що не відноситься до основних принципів радіаційної безпеки і протирадіаційного захисту згідно НРБУ-97?

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

7. Скільки шарів половинного послаблення потрібно для зменшення рентгенівських променів в 4 рази?

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

8. 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;
9. Яка мінімальна вимірювальна активність бета-спектрометрів «Прогрес-бета-М», «Гама-плюс», (0,1 Бк, 0,1-1,0 Бк чи 1,0 Бк.)?
Література: [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;
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. Еквівалентом якої одиниці є одиниця ефективної біологічної дози 1 бер ?
Література: [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
13. На якому рівні відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти?
Література: [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
14. Механізм впливу іонізуючого випромінювання, що пов'язаний з імовірністю влучення частинки в чутливий об'єм живої клітини, називається теорією...
Література: [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
15. Які процеси не є основними механізмами впливу іонізуючого випромінювання на речовину?
Література: [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
16. Механізм впливу іонізуючого випромінювання, що пов'язаний з імовірністю влучення частинки в чутливий об'єм живої клітини, називається теорією...
Література: [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
17. Чи є радіоактивними стовбури дерев із зони ЧАЕС?
Література: [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;
18. Одиницею якої дози випромінювання є 1 людино - Зіверт?
Література: [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;
19. Чи можливо використовувати дерева із зони ЧАЕС для будівництва у містах?
Література: [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;
20. Які процеси описує модель Лоткі-Вольтерра?
Література: [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
21. Чи відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти на рівні молекул?
Література: [1]- с.71; [2]- с.90 -93; [3]- с.207-210;
22. Чи відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні

об'єкти на рівні живої клітини?

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

23. 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;

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

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

25. За допомогою яких приладів визначають потужність дози випромінювання?

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

26. Види харчових забруднюючих речовин

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

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

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

28. Поверхнєве та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами

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

29. 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;

30. Шляхи включення радіонуклідів у біологічні і харчові ланцюги.

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

31. Теорія мішені- це...

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

32. Канали виведення радіонуклідів з організму тварин.

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

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

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

34. Чи зменшується вміст радіоізоотопу при консервуванні?

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

35. Радіаційний контроль продуктів харчування

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

36. За допомогою яких приладів здійснюють радіаційний контроль продуктів харчування?

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

37. Режим обробки при переробці у промислових умовах фруктів і овочів, забруднених радіонуклідами ззовні.

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

38. Вплив технологічного режиму виробництва на плодіві і овочеві

консерви.

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

39. Методи контролю харчових продуктів при проведенні гігієнічного контролю і оцінки радіаційної безпеки харчових продуктів.

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

40. Межа річної ефективної дози – це величина ефективної дози техногенного опромінення, яка не повинна...

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

41. Контрольний рівень – числові значення величин, які контролюються ...

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

42. Що означає радіаційний контроль харчових продуктів?

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

43. Річна ефективна доза опромінення у населення від техногенних джерел не повинна перевищувати ... мЗв/рік

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

44. Порядок відбору проб харчових продуктів при їх радіаційному контролю.

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

45. Розподіл радіонуклідів ЧАЕС в урбосистемах.

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

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

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

47. Вимірювання активності радіонуклідів у харчових продуктах

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

48. Чи рекомендується використовувати при вимірюванні цезію-137 в харчових продуктах сцинтиляційні та напівпровідникові гамма-спектри (так чи ні)?

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

49. Чи рекомендується використовувати при вимірюванні активності стронцію-90 в харчових продуктах сцинтиляційні та напівпровідникові гамма-спектри (так чи ні)?

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

50. Чому для вимірювання активності стронцію-90 рекомендується використовувати бета-спектрометри («Прогрес-бета-М», «Гама-плюс» і т. п.)?

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

51. Які дози радіації називають малими?

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

52. Як відбувається перерозподіл радіонуклідів в урбосистемах?

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

53. 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;

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

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

55. 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;

Приклади розв'язання задач практичного модуля ЗМ-П1

Задача 1

Визначити початкову активність A_0 радіоактивного препарату магнію ${}^{27}_{12}\text{Mg}$ масою $m = 0.2$ мкг, а також його активність A через 6 годин.

$$m = 0.2 \text{ мкг} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ кг}$$

$$T_{1/2} = 10 \text{ хв} = 600 \text{ с}$$

$$T = 6 \text{ год} = 2.16 \cdot 10^4 \text{ с}$$

$$A_0 = ? \quad A = ?$$

Розв'язання:

Активність A ізотопу характеризує швидкість розпаду:

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

Для початкової активності $t = 0$, тобто $A_0 = \lambda N_0$.

$$\lambda = (\ln 2) / T_{1/2}$$

Число радіоактивних ядер : $N = m N_A / \mu$, N_A - число Авогадро, μ - молярна маса. В таблицях знайдемо період напіврозпаду та молярну масу, таким чином отримаємо: початкова активність препарату

$$A_0 = \frac{m \cdot \ln 2 \cdot N_A}{\mu T_{1/2}};$$

його активність через час t :

$$A = \frac{m \cdot \ln 2 \cdot N_A}{\mu T_{1/2}} \exp\left(-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t\right);$$

$$\mu = 27 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; \quad N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

$$A_0 = \frac{2 \cdot 10^{-10} \cdot 0.693 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}}{27 \cdot 10^{-3} \cdot 600} = 5.13 \cdot 10^{12} \text{ Бк.}$$

$$A_0 = \frac{2 \cdot 10^{-10} \cdot 0.693 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}}{27 \cdot 10^{-3} \cdot 600} \exp(-0.693 \cdot 2.16 \cdot 10^4 / 600) = 81.3 \text{ Бк.}$$

Відповідь: початкова активність A_0 дорівнює 81.3 Бк.

Задача 2

Знайти питому активність радіоактивного ізотопу за даними значеннями періоду його напіврозпаду $T_{1/2}$ (таблиця 1).

Таблиця 1

Варіант №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ізотоп	Sr ⁹⁰	I ¹³¹	Cs ¹³⁷	C ¹⁴	Po ²¹⁰	Rn ²²²	Ra ²²⁶	U ²³⁵	U ²³⁸	Pu ²⁴²
$T_{1/2}$	28 роки	8 діб	30 років	5730 років	138 діб	3,82 діб	1590 років	7,1·10 ⁸ років	4,5·10 ⁹ років	3,8·10 ⁵ років

Розв'язання:

Період напіврозпаду $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$,

де λ - постійна розпаду.

Питома активність

$$q = \frac{a}{m},$$

де a - активність, m - маса ізотопу.

$$a = \lambda \cdot N,$$

де N – кількість радіоактивних ядер.

Звідси

$$q = \frac{\ln 2 \cdot N_A}{A \cdot T_{1/2}}.$$

де N_A - число Авогадро, q – питома активність, A – атомна маса

Підставляючи в останню формулу значення періоду напіврозпаду, які наведені у таблиці, знаходимо питому активність.

Задача 3

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 4

Внаслідок радіоактивного розпаду уран 238 перетворюється в ізотоп свинцю 206. Скільки альфа- та бетта-розпадів відбувається при цьому?

Розв'язання:

Кількість альфа-розпадів дорівнює

$$n_\alpha = \frac{\Delta A}{4} = \frac{238 - 206}{4} = 8,$$

кількість бетта-розпадів дорівнює

$$n_\beta = 2n_\alpha - \Delta Z = 2 \cdot 8 - (92 - 82) = 6$$

Відповідь: $n_\alpha = 8,$ $n_\beta = 6.$

Задача 5

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 $H_T=0,2 \cdot 0,1=0,02$ 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 6

Визначити еквівалентну дозу для дорослих і дітей, якщо в

атмосферному повітрі була зареєстрована об'ємна активність 100 Бк/м^3 . Час перебування в зоні дорівнює 1 добу.

Розв'язання:

Дозовий коефіцієнт розраховується за формулою (4.4) і для повітря він дорівнює

$$B_{ih} = 0,33 \cdot 10^{-7} \text{ Зв/Бк.}$$

Швидкість споживання повітря V - це середня швидкість дихання. Для дорослих її вважають рівною $23 \text{ м}^3/\text{добу}$; для дітей - $13 \text{ м}^3/\text{добу}$, або $8,4 \cdot 10^3$ і $5,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{рік}$ відповідно.

Еквівалентна доза розраховується за формулою (4.3). Для дорослих вона дорівнює

$$H_T = 100 \cdot 0,33 \cdot 10^{-7} \cdot 23 = 0,08 \text{ мЗв,}$$

для дітей

$$H_T = 100 \cdot 0,33 \cdot 10^{-7} \cdot 13 \cdot 1 = 0,44 \text{ мЗв.}$$

Відповідь: Еквівалентна доза дорівнює $0,08 \text{ мЗв}$ для дорослих і $0,44 \text{ мЗв}$ для дітей.

Задача 7

Радіаційне забруднення питної води відповідає об'ємній активності $A_v = 370 \text{ Бк/л}$. 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 (4.4), і для води він дорівнює

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

Використовуючи значення дозового коефіцієнта та об'єм річного споживання води $V = 2 \cdot 365 = 730 \text{ л/рік} = 0,73 \text{ м}^3/\text{рік}$, 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 $3,7 \text{ мЗв/рік}$

Задача 8

Розрахувати активність води на відстані $X = 5 \text{ км}$ від місця викиду змуленого радіонукліда в річку. Активність радіонукліда на місці викиду дорівнює 500 Бк/л . Швидкість річки $U = 0,5 \text{ М/с}$. Константа осадження частинок $b = 5 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$, константа розпаду $\lambda = 10^{-4} \text{ с}^{-1}$.

Розв'язання:

Радіаційна активність води пропорційна концентрації радіонукліда у воді. Тому на відстані X від місця викиду активність A води дорівнює

$$A = A_0 \cdot e^{-\frac{X}{U}(b+\lambda)} = 112 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3$$

Відповідь: активність води дорівнює 112 тисяч Бк/м^3

Задача 9

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

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

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. 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;

2. 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;

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

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

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

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

5. 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;

6. 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;

7. Які дози радіації називають малими?

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

8. 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;

9. При електронному бета-розпаді випромінюється...

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

10. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

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

11. 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;

12. Що називається радіоактивністю ?

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

13. Ізомерами 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;

14. 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;

15. З яких частинок складається α - частинка?

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

16. 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;

17. 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;

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

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

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

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

20. 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;

21. Що є умовою радіоактивної рівноваги ?

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

22. Що не є джерелом радіоактивного забруднення ?

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

23. 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;

24. Електронний бета-розпад супроводжується...

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

25. 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;

26. 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;
27. Які з елементів не починають радіоактивні ряди ?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
28. Яка модель атомного ядра пояснює процес поділу важких ядер ?
Література: [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [3]- с.178 -197;
29. 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;
30. 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;
31. Що є властивістю ядерних сил ?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
32. До якої моделі атомного ядра відноситься поняття магічних чисел ?
Література: [1]- с.75-77,83-90; [2]- с.72-73; [3]- с.178 -197;
33. Як при α - розпаді змінюється масове число ?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
34. 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;
- 35.Що являє собою саркофаг над реактором 4-го енергоблока ЧАЕС?
Література: [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
36. 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;
- 37.Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найбільша ?
Література: [1]- с.8,9-34; [2]- с.7-16; [3]- с.8 -10, с.37;
38. Причини аварії на ЧАЕС.
Література: [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
39. 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;
40. Що означає ТВЕЛ?
Література: [1]- с.36-62,91; [2]- с.17-28; [3]- с.226- 227;
41. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів мінімальна ?
Література: [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
42. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів не залежить від оточуючих ландшафтів?
Література: [1]- с.71; [2]- с.90-93; [3]- с.207;
43. 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;

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

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

45. Як відбувається водна міграція радіонуклідів на забрудненій території?

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

46. 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;

47. 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;

48. Які ландшафти називають автономними?

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

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

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

50. Як відбувається переніс радіонуклідів птахами та тваринами на забрудненій території?

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

51. Який ґрунт найбільш затримує радіонукліди при їх міграції?

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

52. 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;

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. Як відбирають проби донних відкладень для радіоактивного аналізу?

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

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

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

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

Література: [1]- с.72-75; [3]- с.210;

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

Література: [1]- с.72-75; [3]- с.210;

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; [3]- 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; [3]- с.204- 206;
61. Яку небезпеку має пожежа у радіаційно забрудненому лісі?
Література: [1]- с.72-75; [3]- с.210;
62. 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;
63. Міграція радіонуклідів у лісі.
Література: [1]- с.72-75; [3]- с.210;
64. Яке місце у міграції радіонуклідів у лісових системах має хвоя?
Література: [1]- с.72-75; [3]- с.210;
65. Яке місце мають гриби у перерозподілі радіонуклідів у лісових системах?
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. Механізм впливу іонізуючого випромінювання, що пов'язаний з імовірністю влучення частинки в чутливий об'єм живої клітини, називається теорією...

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

76. Що не відноситься до основних принципів радіаційної безпеки і протирадіаційного захисту згідно НРБУ-97?

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

77. Яку середню ефективну дозу випромінювання на Україні отримує людина щорічно внаслідок природного γ -фону ?

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

78. Яка мінімальна вимірювальна активність бета-спектрометрів «Прогрес-бета-М», «Гама-плюс», (0,1 Бк, 0,1-1,0 Бк чи 1,0 Бк.)?

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

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

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

80. Механізм впливу іонізуючого випромінювання, що пов'язаний з імовірністю влучення частинки в чутливий об'єм живої клітини, називається теорією...

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

81. Одиницею якої дози випромінювання є 1 людино - Зіверт?

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

82. Чи відбувається вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти на рівні молекул?

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

83. 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;

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

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

85. Види харчових забруднюючих речовин

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

86. Поверхневе та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами

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

87. 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;

88. Шляхи включення радіонуклідів у біологічні і харчові ланцюги.

- Література:* [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
89. Методи кулінарної обробки сировини в умовах підвищеного забруднення радіонуклідними речовинами.
Література: [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
90. Чи зменшується вміст радіоізоотопу при консервуванні?
Література: [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
91. Радіаційний контроль продуктів харчування
Література: [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
92. За допомогою яких приладів здійснюють радіаційний контроль продуктів харчування?
Література: [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
93. Режим обробки при переробці у промислових умовах фруктів і овочів, забруднених радіонуклідами ззовні.
Література: [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
94. Вплив технологічного режиму виробництва на плоді і овочеві консерви.
Література: [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
95. Методи контролю харчових продуктів при проведенні гігієнічного контролю і оцінки радіаційної безпеки харчових продуктів.
Література: [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
96. Порядок відбору проб харчових продуктів при їх радіаційному контролю.
Література: [1]- с.80-81,91; [2]- с.70-71; [3]- с.210- 219;
97. Розподіл радіонуклідів ЧАЕС в урбосистемах.
Література: [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;
98. Заходи зменшення радіонуклідів в урбосистемах після аварії на ЧАЕС.
Література: [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;
99. Чи рекомендується використовувати при вимірюванні цезію-137 в харчових продуктах сцинтиляційні та напівпровідникові гамма-спектри (так чи ні)?
Література: [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;
100. Чому для вимірювання активності стронцію-90 рекомендується використовувати бета-спектрометри («Прогрес-бета-М», «Гама-плюс» і т. п.)?
Література: [1]- с.81; [2]- с.113 -122; [3]- с.219-222;

ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна література

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

3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І., Андріанова І.С., Затовська А.О., Співак А.Я. Радіоекологія : Методичні вказівки до розв'язання задач / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: Екологія, 2012. 60 с.
5. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

Додаткова література

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
3. 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.
4. Широков Ю.М., Юдин К.П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672 с.
5. Шеин Е.В. Курс физики почв : Учебник. М.: Изд. МГУ, 2005. 432 с.
6. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Державні гігієнічні нормативи. Київ: Відділ поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. 121 с.