

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності
протокол № 3 від « 02.11 » 2021 року
Голова групи Герасимов О.І.

УЗГОДЖЕНО

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

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

Спеціальні розділи радіоекології (системної та за галузями) – част.1
(Радіаційний моніторинг)

(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

(шифр та назва спеціальності)

Технології захисту навколишнього середовища

(назва освітньої програми)

магістр
(рівень освіти)

денна
(форма навчання)

1 1 4/120 залік
(рік навчання) (семестр навчання) (кількість кредитів ЄКТС/годин) (форма контролю)

кафедра загальної та теоретичної фізики
(кафедра)

Одеса, 2021 р.

Автори: Герасимов О. І., зав. каф. загальної та теоретичної фізики, д.ф.-м.н., проф.; Курятников В.В., доцент каф. загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м.н., доцент; Співак А.Я., ст.викл. каф. загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м.н.

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

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри загальної та теоретичної фізики від «13» жовтня 2021 року, протокол № 3.

Викладач: Лекції – Співак А.Я., ст. викл. каф. загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м. н. ;

Практичні заняття – Співак А.Я., ст. викл. каф. загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м. н.

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

Рецензент Софронков О.Н., зав. каф. хімії навколишнього середовища, д.т.н., проф.

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Надання знань щодо системи спостережень за закономірностями радіоактивного забруднення природних об'єктів навколишнього середовища, повітря, води, промислових об'єктів, будівель, приміщень, техніки і людей на певній території; опанування сучасних методів, методик та засобів вивчення даних закономірностей; вироблення навиків практичного використання отриманих знань. Основними завданнями вивчення дисципліни є: - поглиблене вивчення особливостей переносу радіонуклідів у біосфері та радіоактивного забруднення її компонентів; - вивчення джерел радіоактивного забруднення та можливих радіоекологічних наслідків і дозових навантажень; - визначення основних дозоутворюючих радіонуклідів у часі та вивчення методів їх реєстрації; - вивчення методик проведення радіаційного моніторингу за об'єктами спостережень; - вивчення засобів виявлення, реєстрації та вимірювання іонізуючих випромінювань; - вивчення основ організації радіаційного моніторингу; - вивчення основ технологій геоінформаційних систем і математичного моделювання для оцінювання впливу, поведінки, розподілу та перерозподілу радіонуклідів у різних ландшафтних умовах.
Компетентність	Код та зміст компетентності згідно з освітньою програмою: KB01 Здатність здійснювати екологічний (радіаційний) моніторинг стану об'єктів навколишнього середовища за параметрами, які характеризують екологічну ситуацію, як в зоні забруднення, так і за її межами.
Результати навчання	P011B Здатність здійснювати фізичні вимірювання характеристик забруднених об'єктів навколишнього середовища.
Базові знання	Знання системи організації радіаційного моніторингу різних рівнів; законодавчого забезпечення функціонування системи радіаційного моніторингу; міжнародних рекомендацій щодо організації

	радіаційного моніторингу. Знання основних положень та нормативно-правової бази радіаційного моніторингу. Основи радіоекологічного нормування. Методи і засоби радіоекологічного моніторингу. Завдання радіаційно-гігієнічного моніторингу та методи оцінки радіоекологічного стану довкілля
Базові вміння	- освоювати та використовувати сучасне обладнання та застосовувати новітні технології для проведення вимірювань доз та потужності доз випромінювання; - проводити відбір проб і визначати вміст радіонуклідів; - проводити комплексне оцінювання стану екосистем, що зазнали радіоактивного забруднення, оцінювати вплив доз на опромінені об'єкти; - володіти методами оцінювання радіаційної ситуації за допомогою радіометричних та дозиметричних приладів різних систем; - застосовувати методи спостереження та контролю стану зон, забруднених радіонуклідами; - визначати дозові навантаження на основні компоненти екосистем; - здійснювати моніторинг стану об'єктів природного середовища за параметрами, які характеризують радіоекологічну ситуацію як в зоні забруднення, так і за її межами.
Базові навички	- застосовувати фізичні методи та прилади у радіо-дозиметричних вимірюваннях;
Пов'язані силлабуси	-
Попередня дисципліна	-
Наступна дисципліна	-
Кількість годин	лекції: 30 практичні заняття: немає лабораторні заняття: 30 самостійна робота студентів: 60 залік

2. ПРОГРАМА* НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Організація радіаційного моніторингу довкілля		
	1.1 Основні положення радіаційного моніторингу	4	3
	1.2 Наукові основи, цілі та об'єкти радіаційного моніторингу	4	3
	1.3 Радіоекологічний моніторинг забруднених радіонуклідами екосистем Джерела радіаційного забруднення довкілля	4	2
	1.4 Базові засади організації комплексного радіаційного моніторингу Радіоекологічне нормування. Нормативно-правове забезпечення	3	2
	Підготовка до модульної контрольної роботи.		5
ЗМ-Л2	Основні методи і засоби радіоекологічного моніторингу		
	2.1 Методи і засоби радіоекологічного моніторингу	4	3
	2.2 Дозиметричне та радіометричне обладнання Радіоекологічна оцінка стану довкілля	4	3
	2.3 Відбір зразків, формування та опрацювання баз даних	4	2
	2.4 Застосування ГІС-технологій у радіаційному моніторингу Радіаційно-гігієнічний моніторинг Оптимізація системи моніторингу	3	2
	Підготовка до модульної контрольної роботи.		5
	Разом:	30	30

* - Програма вивчення навчальної дисципліни “Радіаційний моніторинг ” відповідає за своїм змістом освітньо-професійній програмі підготовки магістра спеціальності 8.04010605 “Радіоекологія”, затвердженій наказом МОНУ від 6 грудня 2012 року № 673.

Консультації: Співак А.Я., ст. викл. каф. загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м.н. пон., 12.45, ауд. 301(2)

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	Лабораторні заняття		
	1. Радіометрія (радіометри РУБ-01)	6	5
	2. Елементи дозиметрії (дозиметри РКС-Стора, дозиметри ТЕРРА)	6	5
	3. Гамма-спектрометрія (віртуальна лабораторія ГАММАЛАБ)	6	5
	4. Відбір проб і визначення вмісту радіонуклідів Методи і засоби радіоекологічного моніторингу	6	5
	5. Радіоекологічна оцінка стану довкілля	6	5
Разом:		30	25

Перелік лабораторій: Лабораторія радіоекології кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ.

1. Лабораторія – ауд.319 (навчально-лабораторний корпус 2).

Перелік лабораторного обладнання:

1. Обладнання 1 – радіо-дозиметричні прилади лабораторія радіоекології кафедри загальної та теоретичної фізики.

2. Обладнання 2 – гамма-спектрометрична комп'ютерна лабораторія.

Консультації: Співак А.Я., ст. викл. каф. загальної та теоретичної фізики, к.ф.-м.н. _четв., 14.30, ауд. 319(2)

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

Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	• Підготовка до лекційних занять	10	1-7 тиждень
	• МКР1 (обов'язковий)	5	
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять	10	8-11 тиждень
	• МКР2 (обов'язковий)	5	
ЗМ-П1	• Підготовка до лабораторних занять	25	12-14 тиждень
	• Захист лабораторних робіт (обов'язковий)		
	• Підготовка до ЗКР	5	
Разом:		60	

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

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

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

Модульна контрольна робота МКР2 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 25 тестових завдань. Максимальна оцінка за виконання модульної контрольної роботи дорівнює 25 балам.

3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗМ-П1.

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань у вигляді виконання лабораторних робіт. Оцінка за виконання робіт кожної теми -10 балів.

Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМП1 дорівнює 50 балам.

4. Методика проведення та оцінювання заліку.

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

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

де ОЗ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за змістовними модулями;

ОЗКР – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) залікової контрольної роботи.

Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується заліком, отримує якісну оцінку («зараховано» або «не зараховано»), якщо має на останній день семестру інтегральну суму балів поточного контролю, достатню (60балів та більше) для отримання позитивної оцінки, та не менше 50 балів за залікову контрольну роботу.

Білет ЗКР у формі тестів складається з 20-питань, в які входять теми лекційних та практичних модулів. Максимальна можлива оцінка 100 балів еквівалентна 100% правильних відповідей.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу.

Модуль ЗМ-Л1. Положення радіаційного моніторингу

Тема 1.1 Основні положення радіаційного моніторингу

Починаючи вивчати дисципліну, студентам потрібно виділити основні поняття дисципліни.

Магістрам, які тільки що починають вивчати дисципліну, корисно зупинитися на основних визначеннях та положеннях радіаційного моніторингу та особливостях радіаційного моніторингу.

Державна система моніторингу довкілля – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля й дотримання вимог екологічної безпеки.

Радіаційний моніторинг передбачає спостереження за гамма-фоном та постійний радіологічний контроль небезпечних радіаційних об'єктів виробничо-господарської діяльності.

Радіоекологічний моніторинг на території України має певні особливості, спричинені значним забрудненням довкілля внаслідок катастрофи на ЧАЕС та великою кількістю АЕС.

Потрібно показати системний характер моніторингу, зв'язок системи моніторингу з відбором проб, вимірюваннями, збору інформації та її обробки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Радіаційний моніторинг : Конспект лекцій [Radiation monitoring : Lecture-notes]. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 69с. (англ. та укр. мовами) ISBN 978-966-186-142-7
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.* Що називається моніторингом?
 - 2.*Що означає екологічний моніторинг?
 - 3.*Які особливості має радіаційний моніторинг?
 - 4.*Які вимірювання потребує радіаційний моніторинг?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 1.2 Наукові основи, цілі та об'єкти радіаційного моніторингу.

Потрібно розказати про види, рівні та критерії радіаційного моніторингу. Виділити об'єкти, назвати цілі радіаційного моніторингу та задачі радіаційного моніторингу, приділити увагу параметрам радіаційного моніторингу.

У структурі державної системи радіометричного контролю можна виділити три основних напрямки радіоекологічного моніторингу: **базовий** (стандартний), **кризовий** (оперативний) і **науковий** (фоновий).

Базовий радіоекологічний моніторинг проводиться систематично, **кризовий** моніторинг передбачає оперативний контроль за дотриманням гранично допустимих рівнів (концентрацій, скидів) з метою швидкого реагування та локалізації наслідків радіаційних аварій, **науковий** моніторинг створений з метою детального аналізу окремих показників природного середовища, для прогнозування довгострокових наслідків порушення екологічної рівноваги.

Масштабні рівні проведення моніторингових досліджень залежать від розмірів досліджуваних територій. Розрізняють такі рівні вивчення радіоекологічного стану природних і техногенних систем:

- **національний** (масштаб 1 : 1 000 000 - 1 : 500 000), коли оцінюється радіаційна ситуація в цілому по країні;
- **регіональний** (масштаб 1 : 200 000 - 1 : 100 000), який охоплює великі природні територіальні одиниці (регіони) чи їхні частини в певних природних або адміністративних межах;
- **локальний** (масштаб 1 : 50 000 - 1 : 25 000) застосовується під час дослідження урбоекосистем та надто забруднених промислових районів;
- **детальний** (масштаб 1 : 10 000 - 1 : 2 000 і крупніше), спрямований на вивчення елементів урбоекосистеми та інших природно-техногенних систем нижчих порядків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Радіаційний моніторинг : Конспект лекцій [Radiation monitoring : Lecture-notes]. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 69с. (англ. та укр. мовами) ISBN 978-966-186-142-7
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Назвіть основні види радіаційного моніторингу.
- 2.*Назвіть рівні радіаційного моніторингу.

3.*Назвіть цілі радіаційного моніторингу та задачі радіаційного моніторингу

4. З якими параметрами можна характеризувати радіаційний моніторинг? (*- питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 1.3 Радіоекологічний моніторинг забруднених радіонуклідами екосистем

Питання цієї теми:

- Радіоекологічний моніторинг екосистем, забруднених радіонуклідами;
- Організація спостережень у природних і штучних екосистемах;
- Визначення об'єктів і параметрів вимірювання у різних типах екосистем;
- Особливості перерозподілу радіонуклідів у різних типах екосистем.

Моніторинг поверхневих водних систем. Основною причиною здійснення цього виду моніторингу було потрапляння великої кількості радіоактивних опадів у водозбори рік Прип'ять, Десна, Дніпро, які є основними водними артеріями водосховищ Дніпровського каскаду.

Установи АН, Міністерства охорони здоров'я, гідрометслужби згідно програми радіологічного моніторингу гідросфери басейну Дніпра здійснюють спостереження за всім каскадом Дніпровського водосховища, Чорним морем та всіма основними річками України, а також у місцях водозаборів з підземних джерел.

Радіаційний моніторинг лісових екосистем пов'язаний з питаннями лісівництва і агролісомеліорації. Основною метою лісного моніторингу є інформаційне забезпечення органів управління лісним господарством оперативною і точною інформацією про стан та зміни, які відбуваються в лісах для збереження стійкого розвитку лісного сектора економіки як складової частини розвитку суспільства в цілому.

Урбоекосистеми характеризуються підвищеним вмістом важких металів. На територіях зосередження великих промислових підприємств утворюються техногенні біогеохімічні провінції з аномально високим вмістом важких металів та мікроелементів.

У зонах забруднення вміст важких металів може сягати тисячі міліграмів на 1 кг ґрунту. Це перевищує нормальний фоновий вміст у сотні – тисячі разів. Розподіл важких металів уздовж шляхів залежить від інтенсивності автотранспорту, напрямку вітру тощо. Максимальне забруднення спостерігається в поверхневому шарі ґрунтів (0 – 5 см) та на глибині 20 – 25 см на відстані 7–10 м від дороги.

Як свідчать результати досліджень, найпомітніше в міських ґрунтах акумулюються цинк, олово, мідь, менше – хром.

ЛІТЕРАТУРА:

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

2. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
3. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
4. Краснов В.П., Орлов О.О. Радіаційний моніторинг лісових екосистем: концептуальні положення // Лісівництво і агролісомеліорація. 2002. Вип. 102. С. 10-19.
5. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Державні гігієнічні нормативи. К.: Відділ Поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. 121с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.* Як радіоекологічний моніторинг забруднених радіонуклідами територій пов'язаний з екосистемами?
 2. Як особливості перерозподілу радіонуклідів залежать від різних типів екосистем?
 3. Як організація спостережень при радіаційному моніторингу ведеться у природних і штучних екосистемах?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 1.4 Базові засади організації комплексного радіаційного моніторингу

Вивчаючи цю тему, потрібно засвоїти питання:

- Базові засади організації комплексного радіаційного моніторингу;
- Складові комплексного радіаційного моніторингу.
- Підсистеми комплексного радіаційного моніторингу.
- Особливості організації роботи у підсистемах комплексного радіаційного моніторингу.
- Радіоекологічне нормування. Нормативно-правове забезпечення.

Комплексний радіоекологічний моніторинг ґрунтується на інформації, отриманій внаслідок здійснення базових видів радіаційного моніторингу. Основними складовими радіоекологічного моніторингу є: радіогеохімічний моніторинг; моніторинг поверхневих водних систем; радіогідрогеологічний моніторинг; ядерно-радіаційний моніторинг.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Радіаційний моніторинг : Конспект лекцій [Radiation monitoring : Lecture-notes]. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 69с. (англ. та укр. мовами) ISBN 978-966-186-142-7
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.

3. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Державні гігієнічні нормативи. К.: Відділ Поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. 121с.
5. Закон України „Про забезпечення санітарного і епідеміологічного благополуччя населення” від 07.02.02 № 3037-III
6. Закон України „Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання” від 14.01.98. № 15/98-ВР
7. Закон України „Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку” від 08.02.95 № 39/95-ВР.
8. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ). ДСП 6.177-2005-09.02. -К, 2005.
9. Руководство по мониторингу при ядерных или радиационных авариях МАГАТЭ, Вена, IAEA-TECDOC-1092/R ISSN 1011-42896, 2002.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Що означає комплексність радіаційного моніторингу?
 2. *Які базові засади організації комплексного радіаційного моніторингу?
 3. *Що означає радіоекологічне нормування?
 4. *Що складає нормативно-правове забезпечення радіаційного моніторингу?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу.

Модуль 3М-Л2 Основні методи і засоби радіоекологічного моніторингу

Тема 2.1 Методи і засоби радіоекологічного моніторингу

Тут потрібно ознайомити слухачів з основними методами виявлення та реєстрації іонізуючих випромінювань. Надати методи проведення вимірювань. Надати сцинтиляційний, іонізаційний, напівпровідниковий методи. Ознайомити з основними типами детекторів.

Студенти мають володіти методами оцінювання радіаційної ситуації за допомогою радіометричних та дозиметричних приладів різних систем; застосовувати методи спостереження та контролю стану зон, забруднених радіонуклідами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Радіаційний моніторинг : Конспект лекцій [Radiation monitoring : Lecture-notes]. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 69с. (англ. та укр. мовами) ISBN 978-966-186-142-7

2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
4. Авсеенко В.Ф. Дозиметрические и радиометрические приборы и измерения. К.: Урожай: 1990. 144с.
5. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Державні гігієнічні нормативи. К.: Відділ Поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. 121с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. *Назвіть основні методи проведення вимірювань.
 2. *У чому сутність сцинтиляційного методу?
 3. *У чому сутність іонізаційного методу?
 4. *У чому сутність напівпровідникового методу?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

Тема 2.2 Дозиметричне та радіометричне обладнання

Розкриваючи цю тему потрібно розповісти про основні принципи роботи радіометричного та дозиметричного обладнання. Розібрати роботу основних сучасних радіометрів та дозиметрів, показати, як працюють дозиметри «Стора» та «Терра».

Нарешті розібрати питання

- реєстрація іонізуючого випромінювання.
- дозиметричні величини та одиниці їх вимірювання; гранично допустима доза випромінювання;
- кількісна оцінка радіоактивності.

Класифікація апаратури для проведення радіаційного моніторингу. Радіоекологічна оцінка стану довкілля. Особливості проведення моніторингових спостережень залежно від об'єкта спостережень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
2. Авсеенко В.Ф. Дозиметрические и радиометрические приборы и измерения. К.: Урожай: 1990. 144с.
3. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
4. Курятников В.В., Кільян А.М. Конспект лекцій з дисципліни “Системи та прилади контролю параметрів довкілля”. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 57с
5. Курятников В.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища” ч.2. Одеса: ОДЕКУ , 2021. 36с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Які прилади призначені для вимірювання радіоактивності?
 2. *Які прилади призначені для вимірювання доз випромінювання?
 3. *Які прилади призначені для вимірювання спектрів випромінювання?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 2.3 Відбір зразків, формування та опрацювання баз даних

Питаннями цієї теми є:

Відбір зразків, формування та опрацювання баз даних.

Методики відбору зразків під час проведення спостережень за різними об'єктами моніторингу. Повторюваність вимірювань і відбору зразків. Математичне обґрунтування кількості вимірювань та відібраних зразків. Методи опрацювання отриманих результатів радіаційного моніторингу.

Радіохімічні методи використовують, дотримуючись певної послідовності:

- відбір і підготовка проб досліджуваних об'єктів;
- внесення носіїв та мінералізація проб; виділення радіонуклідів із проб;
- очистка виділених радіонуклідів від сторонніх нуклідів і супутніх мікроелементів;
- ідентифікація і перевірка радіохімічної чистоти;
- радіометрія виділених радіонуклідів;
- розрахунок активності і висновки.

Відібрані радіологічними відділами зразки проб повинні бути типовими для досліджуваного об'єкта, а маса – достатньою для проведення радіохімічного аналізу (після озолення – 20–40 г). Проби ґрунту, води, рослин важливо відбирати в місцях, які є репрезентативними для даної території, і радіоактивне забруднення яких має найбільшу ймовірність, а не в найбільш доступних місцях, тобто, наприклад, на вершині пагорбу, рівнині, де випав дощ, а не вздовж дороги або в канаві під деревами і т. ін. Проби поміщують у ємкості, які дозволяють, при необхідності, зберігати їх в різних умовах, та маркують із зазначенням природи зразка, місця, дати і часу відбору проби та групи відбору проб.

При відборі проб в контрольних пунктах вимірюють γ - фон приладом СРП-68-01 на відстані 0,7–1 м від ґрунту і 1–1,5 см від об'єкта.

Студенти мають навчитися:

- використовувати інформаційне забезпечення для складання прогнозу радіоекологічної ситуації в зоні забруднення радіонуклідами;
- аналізувати тенденції змін соціально-екологічного статусу населення забруднених радіонуклідами територій;

- прогнозувати еколого-економічний стан територій, забруднених радіонуклідами, розробляти рекомендації на основі радіоекологічних і гігієнічних нормативів;
- проводити оцінку радіочутливості і радіостійкості угруповань в екосистемах.
- використовувати технології геоінформаційних систем і математичне моделювання для оцінювання впливу, поведінки, розподілу та перерозподілу радіонуклідів у різних ландшафтних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Радіаційний моніторинг : Конспект лекцій [Radiation monitoring : Lecture-notes]. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 69с. (англ. та укр. мовами) ISBN 978-966-186-142-7
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
4. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
5. Герасимов О.І. та ін. Радіоекологія : Методичні вказівки до розв'язання задач. Одеса: Екологія, 2012. 60с.
6. Авсеєнко В.Ф. Дозиметрические и радиометрические приборы и измерения. К.: Урожай: 1990. 144с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Якими повинні бути відібрані зразки проб для радіаційного моніторингу?
2. Якою повинна бути маса відібраних зразків проб для радіаційного моніторингу?
3. Як і де відбираються проби для радіаційного моніторингу?
4. На якій на відстані від ґрунту і від об'єкта вимірюють γ - фон приладом СРП-68-01 при відборі проб в контрольних пунктах вимірюють?

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

Тема 2.4 Застосування ГІС - технологій у радіаційному моніторингу

Студенти мають навчитися:

- використовувати технології геоінформаційних систем і математичне моделювання для оцінювання впливу, поведінки, розподілу та перерозподілу радіонуклідів у різних ландшафтних умовах.

При викладанні цієї теми потрібно освітити наступні питання:

- 1) Використання геоінформаційних систем для картування радіоактивного забруднення територій.
- 2) Опрацювання просторово-часових даних із використання геоінформаційних систем.
- 3) Створення інформаційного

банку даних. 4)Моделювання та прогнозування рівнів радіоактивного забруднення територій та об'єктів моніторингу. 5)Радіаційно-гігієнічний моніторинг. 6)Оптимізація системи моніторингу.

Організація та оптимізація системи екологічного моніторингу напряму пов'язана з концепцією, яка покладена в його основу. На початку сімдесятих років в СРСР були розроблені дві альтернативні концепції екологічного моніторингу. В першій з них (автор Ю.А.Ізраель), застосовувався натуралістичний, або природно-науковий підхід, спрямований на фіксацію антропогенних змін природного середовища.

Основними блоками цієї системи є спостереження, оцінка та прогноз стану природного середовища.

Автор другої концепції (І.П. Герасимов) під моніторингом розумів систему спостереження, контролю і керування станом довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Радіаційний моніторинг : Конспект лекцій [Radiation monitoring : Lecture-notes]. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 69с. (англ. та укр. мовами) ISBN 978-966-186-142-7
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
4. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
5. Герасимов О.І. та ін. Радіоекологія : Методичні вказівки до розв'язання задач. Одеса: Екологія, 2012. 60с.
6. Авсеєнко В.Ф. Дозиметрические и радиометрические приборы и измерения. К.: Урожай: 1990. 144с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.*Які прилади призначені для вимірювання гамма-спектрів?
 2. * Назвіть види іонізуючих випромінювань.
 3. Яка небезпечність іонізуючих випромінювань?
 4. У чому сутність радіаційно-гігієнічного моніторингу?
 5. Як впливає іонізуюче випромінювання на живу клітину?
- (* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

ЗМ-П1. Повчання по послідовному вивченню практичного модуля

ЗМ-П1. Лабораторні заняття

Тема 3.1

Радіометрія (радіометри РУБ-01)

Радіоактивність – це явище самодовільного розпаду атомного ядра, при якому одне атомне ядро перетворюється в інше. При цьому випромінюються ядерні частинки, або гамма-кванти.

Радіометр – це прилад для вимірювання радіації.

Бета-радіометр РУБ-01П призначений для виміру питомої і об'ємної активності бета-випромінюючих нуклідів у пробах природного середовища. Бета-радіометр може застосовуватися для комплексного санітарного контролю в лабораторних і польових умовах.

Принцип дії бета-радіометра заснований на перетворенні світлових спалахів у чуттєвому об'ємі детектора в імпульси струму.

Прилад дозволяє проводити експресні виміри об'ємної активності проб рідин і газів, питомої активності сипучих харчових продуктів і ґрунту, а також питомої активності проб, приготуваних з використанням методів концентрування і радіохімічного виділення. З цією метою бета-радіометр постачається відповідними блоками детектування.

ЛІТЕРАТУРА

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

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

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

Розв'язання:

Період напіврозпаду визначається формулою 3.6

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2 \cdot N}{a}, \quad N = N_A \cdot \frac{m}{M}$$

N_A - число Авогадро, M - молярна маса.

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

Відповідь: 30 років.

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

Тема 3.2

Елементи дозиметрії (дозиметри РКС-Стора, дозиметри ТЕРРА)

Доза випромінювання – це енергетична характеристика іонізуючого випромінювання.

Доза еквівалентна в органі чи тканині 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.

Для вивчення теми рекомендовано користуватися методичними вказівками до практичних занять [3]. В цих вказівках наведені приклади лабораторних завдань.

Радіометр - дозиметр гамма-бета випромінювань РКС-01 "СТОРА" призначений для індивідуального та колективного користування при вимірюванні потужності експозиційної дози (ПЕД) гамма-випромінювання, а також щільності потоку бета-частинок. Прилад призначений для вимірювання фону в місцях проживання і праці населення, контролю радіаційної чистоти житлових та промислових приміщень, будівель та споруд, предметів побуду, одягу, території, що прилягає, ґрунту, транспортних засобів.

В основі роботи приладу лежить іонізаційний метод реєстрації ядерного випромінювання. В якості детектора в приладі використовується лічильник Гейгера-Мюлера.

ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Діапазон вимірювання потужності експозиційної дози (ПЕД), мР/рік
0,01-100;

Межа основної відносної похибки вимірювання ПЕД, що визначена за допомогою зразкового джерела Cz-37 при довірчій ймовірності 0,95, %
±25;

Діапазон енергій гама-випромінювання, МеВ 0,05-3,0

ЛІТЕРАТУРА

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

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. * Визначити еквівалентну дозу для дорослих і дітей в атмосферному повітрі.
- 2 Розрахувати еквівалентну дозу на поверхні землі, що утворює фотонне випромінювання від хмарини радіоактивних газів суміші ізотопів.
3. *Визначити експозиційну дозу та потужність дози фотонного випромінювання.
(* - питання для самоперевірки базових результатів навчання -знань, вмінь, навичок).

Тема 3.3

Гамма-спектрометрія (віртуальна лабораторія ГАММАЛАБ)

Спектрометр іонізуючого випромінювання - це прилад, за допомогою якого можна визначити енергетичний або будь-який інший (наприклад розподіл імпульсів за часом) спектр іонізуючого випромінювання. Знаючи спектр іонізуючого випромінювання, можна визначити радіонукліди, яким він належить і їх концентрацію. У склад гамма-спектрометра входить детектор гамма-випромінювання, який перетворює спектр гамма-випромінювання в спектр амплітуд імпульсів напруги, і аналізатор імпульсів.

Програмний комплекс GammaLab, призначений для моделювання в реальному часі апаратурних гамма-спектрів напівпровідникових та сцинтиляційних детекторів під час вимірювань широкого кола джерел, довільної просторової конфігурації та радіонуклідного складу.

ЛІТЕРАТУРА

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

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

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

Тема 3.4

Відбір проб і визначення вмісту радіонуклідів Методи і засоби радіоекологічного моніторингу

Мета дозиметричного і радіометричного контролю - оцінка потужності дози γ -фону при роботі з джерелами опромінення, а також визначення поверхневого забруднення різних об'єктів і обладнання РР.

Визначення радіаційного забруднення здійснюється за наступною послідовністю:

- відбір та підготовка проб для дослідження;
- підготовка приладу до роботи;
- вимірювання фону;
- вимірювання радіоактивного випромінювання від проби;
- розрахунок рівня забрудненості проби та зрівняння його з нормою.

У реєстраційному журналі записують час, місце відбору проби, найменування проби, результати вимірювання.

Відбір проб рослин проводиться на тих самих ділянках, що і проб ґрунту.

Проби поміщають у поліетиленові мішечки. У ці ж мішечки поміщають і ідентифікаційну етикетку, на якій вказують назву рослин, фазу вегетації, місце відбору, дату взяття проби. Проби сільськогосподарських культур на полі краще відбирати по діагоналі.

У сучасних умовах необхідно мати ефективні методи реєстрації і контролю радіоактивного забруднення води, ґрунту, кормів для тварин, продуктів харчування для людини і в цілому довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рома В.В., Степова О.В. Моніторинг довкілля : Навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 117с.

2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Фізичні основи радіометрії та дозиметрії : Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33с.
3. Курятников В.В., Кільян А.М. Радіоекологія : Методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35с.
4. Давиденко В.М. Радіобіологія. Миколаїв: Видав. МДАУ, 2011. 265с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

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

Тема 3.5

Радіоекологічна оцінка стану довкілля

Одним з методів захисту (але, не основним) є захисні екрани, які поглинають або гальмують енергетичні частинки іонізуючого випромінювання. Екранування небезпечних енергетичних випромінювань. Розрахунки товщини екранів.

Основним методом захисту від радіації є збільшення відстані до джерела радіації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рома В.В., Степова О.В. Моніторинг довкілля : Навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2016. 117с.
2. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Фізичні основи радіометрії та дозиметрії : Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33с.
3. Курятников В.В., Кільян А.М. Радіоекологія : Методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35с.
4. Герасимов О.І. та ін. Радіоекологія : Методичні вказівки до розв'язання задач. Одеса: Екологія, 2012. 60с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.* Знайти товщину залізного екрану від бетта-випромінювання ?
- 2.* Визначити період напіврозпаду за даними вимірювання питомої активності ізотопів?
- 3.* Яка частина γ - випромінювання пройде через екран зі свинцю завтовшки 1 см, якщо коефіцієнт поглинання випромінювання $\mu = 0.5$

1/см?

4. *Записати закон поглинання γ -випромінювання.

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

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1

1. Основні положення радіоекологічного моніторингу

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

2. Що називається моніторингом?

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

3. Що означає екологічний моніторинг?

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

4. Які особливості має радіаційний моніторинг?

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

5. Які вимірювання потребує радіаційний моніторинг?

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

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

Література: [1]- с.11-19, 23;

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

Література: [1]- с.7, 11;

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

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

9. У скільки разів біологічна еквівалентна доза кратна до поглинутої дози рентгенівського випромінювання?

Література: [1]- с.41 -42; [2]- с.36 -43, с.58; [3]- с.74 -83; [4]- с.165.

10. Які процеси не є основними механізмами впливу іонізуючого випромінювання на речовину?

Література: [1]- с.11; [2]- с.8-34; [3]- с.7- 28.

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

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

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

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

13. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найменша ?

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

14. Що називається радіоактивністю ?

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

15. Як змінюється кількість радіоактивних ядер за один період напіврозпаду?

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

16. З яких частинок складається α - частинка?

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

17. Що є джерелом радіоактивного забруднення ?

Література: [1]- с.19; [2]- с.7-28; [4]- с.10.

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

Література: [1]- с.11-19, 23;

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

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

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

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

21. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найбільша ?

Література: [1]- с.11-19, 23;

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

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

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

Література: [1]- с.7; [2]- с.7-34; [4]- с.9, с.153-164;

24. Наукові основи радіоекологічного моніторингу

Література: [1]- с.11-19, 23;

25. Джерела радіаційного забруднення довкілля

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

26. Радіоекологічне нормування

Література: [1]- с.11-19, 23;

27. Нормативно-правове забезпечення з питань радіаційної безпеки

Література: [1]- с.11-19, 23;

28. Назвіть основні види радіаційного моніторингу.

Література: [1]- с.11-19, 23;

29. Назвіть рівні радіаційного моніторингу.

Література: [1]- с.11-19, 23;

30. Назвіть цілі радіаційного моніторингу та задачі радіаційного моніторингу

Література: [1]- с.11-19, 23;

31. З якими параметрами можна характеризувати радіаційний моніторинг?

Література: [1]- с.11-19, 23;

32. Як радіоекологічний моніторинг забруднених радіонуклідами територій пов'язаний з екосистемами?

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

33. Як особливості перерозподілу радіонуклідів залежать від різних типів екосистем?

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

34. Як організація спостережень при радіаційному моніторингу ведеться у природних і штучних екосистемах?

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

35. Моніторинг поверхневих водних систем

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

36. Радіаційний моніторинг лісових екосистем

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

37. Чим характеризується моніторинг урбоекосистем?

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

38. Що означає комплексність радіаційного моніторингу?

Література: [1]- с.11-19, 23;

39. Які базові засади організації комплексного радіаційного моніторингу?

Література: [1]- с.11-19, 23;

40. Що означає радіоекологічне нормування?

Література: [1]- с.11-19, 23;

41. Що складає нормативно-правове забезпечення радіаційного моніторингу?

Література: [1]- с.11-19, 23;

42. Що є основною метою лісного моніторингу?

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

43. На яких елементах ландшафту інтенсивність міграції радіонуклідів мінімальна ?

Література: [2]- с.71; [3]- с.90-93; [4]- с.207;

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

Література: [2]- с.71; [3]- с.90-93; [4]- с.207;

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

Література: [2]- с.71; [3]- с.90-93; [4]- с.207;

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

Література: [2]- с.71; [3]- с.90-93; [4]- с.207;

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

Література: [2]- с.71; [3]- с.90-93; [4]- с.207;

48. Чи відносяться переніс радіонуклідів птахами та тваринами на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?
Література: [2]- с.71; [3]- с.90-93; [4]- с.207;
49. Чи відносяться водна міграція роботи на забрудненій території до шляхів міграції радіонуклідів в біосфері?
Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;
50. Які ландшафти називають автономними?
Література: [2]- с.71; [3]- с.90-93; [4]- с.207;
51. Який ґрунт найбільш затримує радіонукліди при їх міграції?
Література: [2]- с.71; [3]- с.90-93; [4]- с.207;
52. Як відбувається затримання радіонуклідів лісовими системами на забрудненій території?
Література: [2]- с.72-75; [4]- с.210;
53. Що більше поглинає радіонукліди – стовбур дерева, чи його листя?
Література: [2]- с.72-75; [4]- с.210;
54. Як впливає радіація на дерева у лісі?
Література: [2]- с.72-75; [4]- с.210;
55. Як відбувається міграція радіонуклідів у гумусі лісового ґрунту?
Література: [2]- с.72-75; [4]- с.210;

Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2

1. Назвіть основні методи проведення радіометричних вимірювань.
Література: [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
2. У чому сутність сцинтиляційного методу?
Література: [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
3. У чому сутність іонізаційного методу?
Література: [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
4. У чому сутність напівпровідникового методу?
Література: [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
5. Яка доза характеризує кількість енергії іонізуючого випромінювання, поглинутої одиницею маси речовини?
Література: [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
6. На якому з ефектів заснований сцинтиляційний метод реєстрації радіації?
Література: [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
7. Система дозиметричних величин та основні радіаційно-гігієнічні регламентовані величини
Література: [1]- с.23; [2]- с.75-77.
8. За допомогою яких приладів визначали потужність дози випромінювання під час аварії на ЧАЕС?
Література: [2]- с.36-62,91; [3]- с.17-28; [4]- с.226- 227;
9. Як співвідносяться між собою одиниці поглинутої дози випромінювання

1 Грей і 1 рад?

Література: [2]- с.8,9-34; [3]- с.7-16; [4]- с.8 -10, с.37;

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

Література: [2]- с.19; [3]- с.7-28.

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

Література: [2]- с.19; [3]- с.7-28.

12. Для якого іонізуючого випромінювання товщина захисних екранів найбільша ?

Література: [2]- с.75-77,83-90; [3]- с.72-73; [4]- с.178 -197;

13. Як відбирають проби донних відкладень для радіоактивного аналізу?

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.72-75; [4]- с.210;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

32. Міграція радіонуклідів у лісі.

Література: [2]- с.72-75; [4]- с.210;

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

Література: [2]- с.72-75; [4]- с.210;

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

Література: [2]- с.72-75; [4]- с.210;

35. Які прилади призначені для вимірювання радіоактивності?

Література: [1]- с.43; [2]- с.44-55; [3]- с.74-83; [4]- с.218.

36. Які прилади призначені для вимірювання доз випромінювання?

Література: [1]- с.43; [2]- с.44-55; [3]- с.74-83; [4]- с.218.

37. Які прилади призначені для вимірювання спектрів випромінювання?

Література: [1]- с.43; [2]- с.44-55; [3]- с.74-83; [4]- с.218.

38. Якими повинні бути відібрані зразки проб для радіаційного моніторингу?

Література: [1]- с.45; [4]- с.213-217.

39. Якою повинна бути маса відібраних зразків проб для радіаційного моніторингу?

Література: [1]- с.45; [4]- с.213-217.

40. Як і де відбираються проби для радіаційного моніторингу?

Література: [1]- с.45; [4]- с.213-217.

41. Які прилади призначені для вимірювання гамма-спектрів?

Література: [1]- с.43; [2]- с.44-55; [3]- с.74-83; [4]- с.218.

42. Назвіть види іонізуючих випромінювань.

Література: [1]- с.23; [2]- с.83-89.

43. Яка небезпечність іонізуючих випромінювань?

Література: [1]- с.23; [2]- с.83-89.

44. У чому сутність радіаційно-гігієнічного моніторингу?

Література: [1]- с.23; [2]- с.83-89.

45. Як впливає іонізуюче випромінювання на живу клітину?

Література: [1]- с.23; [2]- с.83-89.

46. На якій на відстані від ґрунту і від об'єкта вимірюють γ -фон приладом СРП-68-01 при відборі проб в контрольних пунктах вимірюють?

Література: [1]- с.45; [4]- с.213-217.

47. Методи та послідовність етапів в системі радіоекологічного моніторингу.

Література: [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.

48. Завдання радіаційно-гігієнічного моніторингу.

Література: [1]- с.23; [2]- с.83-89.

49. Показник відповідності харчових продуктів критеріям радіаційної безпеки та спосіб його визначення.

Література: [1]- с.65; [2]- с.83-89.

50. Принципи регіонального екологічного моніторингу та його оптимізація.

Література: [1]- с.65; [2]- с.83-89.

Приклади лабораторних робіт практичного модуля ЗМ-П1

Лабораторні роботи виконуються віртуально (з віртуальними джерелами іонізуючого випромінювання) за допомогою програмного комплексу ГАММАЛАБ.

Лабораторна робота № 1

Визначення за допомогою рентгенометра СРП-68-01, або ТЕРРА потужність дози γ -випромінювання, створеного еталонним джерелом ^{137}Cs через захисні матеріали.

Порядок виконання роботи: 1) підготувати прилад до роботи згідно з інструкцією; 2) встановити зонд рентгенометра в свинцевий «будиночок»; 3) помістити у свинцевий «будиночок» еталонне джерело ^{137}Cs і провести вимірювання потужності дози γ -випромінювання, створеного еталонним джерелом, у мікрорентгенах на годину (мкР/год) або імпульсах за секунду (імп/с); 4) послідовно ввести в проміжок поміж еталонним джерелом та зондом приладу захисні екрани з алюмінію, просвинцьованої гуми та оргскла і визначити потужність дози, зареєстровану приладом; 5) аналогічні вимірювання провести із захисними екранами зі свинцю; 6) розрахувати товщину шару половинного послаблення для цього елемента; 7) визначити R потенційно можливу дозу ІВ від еталонного джерела за 6-годинний робочий день та при використанні різних захисних екранів; 8) дані досліджень занотувати у таблиці; 9) зробити висновки.

Дози ІВ за день при використанні різних захисних екранів

Тип захисного екрану Потужність дози випромінювання, мкР/год Доза ІВ, отримана за день, Р

Без захисного екрану

Алюміній

Оргскло

Свинець

Лабораторна робота № 2

Визначення потоку β -частинок від еталонного джерела на різній відстані від детектора

Порядок виконання роботи: 1) підготувати один із β -радіометрів («МКС-01-Р та ін..») до роботи згідно з інструкцією; 2) підготувати еталонне джерело β -випромінювання на стандартній підложці (^{90}Sr); 3) визначити швидкість лічби імпульсів від фону за одну хвилину (N_f); 4) піднести еталон на відстань 1 см до детектора приладу і записати швидкість лічби від еталона і фону в імпульсах за хвилину ($N_{et} + N_f$); 5) аналогічне вимірювання провести на відстані 5, 10, 20 см; 6) ввести в результати вимірювань похибку, виконавши підраховування лічби фону $N_{et} = (N_{et} + N_f) - N_f$; 7) розрахувати зниження інтенсивності потоку β -

частинок залежно від відстані еталона від детектора; 8) дані розрахунків внести в таблицю.

Зміни інтенсивності β -потoku залежно від відстані

Відстань від еталона до лічильника, см

Швидкість лічби від еталона і фону, (Net+Nф), імп/хв., Nф, імп/хв. Net, імп/хв

Коефіцієнти зміни швидкості лічби: 1, 5, 10, 20 .

Лабораторна робота № 3

Визначення шару половинного послаблення β -випромінювання

Порядок виконання роботи: 1) підготувати радіометри ПС-20, КРБ-1 до роботи згідно з інструкцією; 2) визначити швидкість імпульсів електричного струму, які виникають у детекторі від фону Nф (імп/хв). Час вимірювання 3 хвилини; 3) на відстані 5 см від детектора розташувати джерело β -частинок (еталон 90Sr) і визначити швидкість підрахунку імпульсів від нього без фону Net (імп/хв). Час вимірювання - 3 хвилини; 4) накладати по черзі на еталон (препарат) пластини з фольги, визначаючи після кожної швидкість імпульсів до тих пір, поки значення не наблизиться до показників фону; 5) результати досліджень занести у робочий зошит за формою; 6) за результатами вимірювань накреслити графік: на осі ординат відкладають показники швидкості імпульсів (No_{et}), на осі абсцис - кількість пластин. Визначити кількість пластин, що зменшують інтенсивність β -частинок у два рази; 7) визначити шар половинного послаблення ($1/2$) в одиницях поверхневої густини (мг/см²). Для цього визначити середню масу 1 см² (мг) фольги і помножити результат (мг/см²) на кількість пластин, що зменшують у два рази інтенсивність потоку β -частинок; 8) провести аналогічні дослідження і розрахунки з пластинами з оргскла; 9) зробити висновки.

№ вимірювання	К-сть пластин	Net+ф за 3 хв	Net+ф, імп/хв	Nф, імп/хв	No _{et} , імп/хв
1					
2					
3					

Лабораторна робота № 4

Визначення поверхневого забруднення різних об'єктів β -випромінюючими ізотопами та ефективності їх дезактивації

Порядок виконання роботи: 1) підготувати радіометр (КРБ-1, МКС-01Р та їх аналоги) до роботи згідно з інструкцією; 2) визначити середній результат випромінювання фону (імп/хв·см²); 3) визначити ефективність дезактивації різних поверхонь (пластикат, лінолеум, оргскло, глазурований і метласький кахель) дезактивуючими засобами (10 %-й розчин фосфату натрію, щавелевої кислоти, розчин порошку «Захист», піно подібний

графен і вода). Для цього піпеткою нанести на різні поверхні 1-2 краплі радіоактивного ізотопу ^{90}Sr і висушити поверхню; 4) визначити швидкість підрахунку імпульсів до і після проведення дезактивації за допомогою радіометра; 5) із результатів вимірювання вирахувати значення фону; 6) зробити висновки про ефективність різних миючих засобів; 7) після виконання роботи провести дезактивацію робочого столу, перевірити її ефективність, вимкнути прилад, вимити руки.

Лабораторна робота № 5

Завдання 5.1 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 і для повітря він дорівнює

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

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. 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.

Завдання 5.2 Під час аварії на АЕС річний викид ізотопу йоду I^{131} в атмосферу складає $Q = 8,1 \cdot 10^{11} \text{ Бк}$.

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

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 $t = 3,16 \cdot 10^7 \text{ с} = 1 \text{ рік}$.

Еквівалентна доза розраховується за формулою

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

і дорівнює

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

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

Тестові завдання до залікової контрольної роботи

1. Основні положення радіоекологічного моніторингу
Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;
2. Що називається моніторингом?
Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;
3. Що означає екологічний моніторинг?
Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;
4. Які особливості має радіаційний моніторинг?
Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;
5. Які вимірювання потребує радіаційний моніторинг?
Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;
6. Чому дорівнює ліміт дози опромінювання для осіб категорії В згідно НРБУ-97 ?
Література: [1]- с.11-19, 23;
7. В яких одиницях системи SI вимірюється активність радіоактивної речовини?
Література: [1]- с.7, 11;
8. Як змінюється активність радіоактивної речовини за один період напіврозпаду?
Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;
9. У скільки разів біологічна еквівалентна доза кратна до поглинутої дози рентгенівського випромінювання?
Література: [1]- с.41 -42; [2]- с.36 -43, с.58; [3]- с.74 -83; [4]- с.165.
10. Які процеси не є основними механізмами впливу іонізуючого випромінювання на речовину?
Література: [1]- с.11; [2]- с.8-34; [3]- с.7- 28.
11. Яка з доз випромінювання є лімітом дози для осіб категорії А згідно НРБУ-97?
Література: [1]- с.11-19, 23;
12. Внаслідок яких явищ відбувається ослаблення гамма-випромінювання в речовині?
Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;
13. Яке рівняння описує закон радіоактивного розпаду, якщо N - кількість активних ядер?
Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;
14. Джерела радіаційного забруднення довкілля
Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.
15. Радіоекологічне нормування
Література: [1]- с.11-19, 23;
16. Як змінюється активність радіоактивної речовини за один період напіврозпаду?

Література: [1]- с.7; [2]- с.8-34; [4]- с.9, с.153-164;

17. Нормативно-правове забезпечення з питань радіаційної безпеки

Література: [1]- с.11-19, 23;

18. Назвіть основні види радіаційного моніторингу.

Література: [1]- с.11-19, 23;

19. Назвіть рівні радіаційного моніторингу.

Література: [1]- с.11-19, 23;

20. Назвіть цілі радіаційного моніторингу та задачі радіаційного моніторингу

Література: [1]- с.11-19, 23;

21. З якими параметрами можна характеризувати радіаційний моніторинг?

Література: [1]- с.11-19, 23;

22. Як радіоекологічний моніторинг забруднених радіонуклідами територій пов'язаний з екосистемами?

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

23. Як особливості перерозподілу радіонуклідів залежать від різних типів екосистем?

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

24. Як організація спостережень при радіаційному моніторингу ведеться у природних і штучних екосистемах?

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

25. Моніторинг поверхневих водних систем

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

26. Радіаційний моніторинг лісових екосистем

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

27. Чим характеризується моніторинг урбоекосистем?

Література: [1]- с.19; [3]- с.7-28; [4]- с.10.

28. Що означає комплексність радіаційного моніторингу?

Література: [1]- с.11-19, 23;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

Література: [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;

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

- Література:* [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;
34. Як впливають дифузійні процеси на інтенсивність міграції радіонуклідів у водному середовищі?
- Література:* [2]- с.68-71,91; [3]- с.108,125-128; [4]- с.204- 206;
35. Міграція радіонуклідів у лісі.
- Література:* [2]- с.72-75; [4]- с.210;
36. Які прилади призначені для вимірювання радіоактивності?
- Література:* [1]- с.43; [2]- с.44-55; [3]- с.74-83; [4]- с.218.
37. Які прилади призначені для вимірювання доз випромінювання?
- Література:* [1]- с.43; [2]- с.44-55; [3]- с.74-83; [4]- с.218.
38. Які прилади призначені для вимірювання спектрів випромінювання?
- Література:* [1]- с.43; [2]- с.44-55; [3]- с.74-83; [4]- с.218.
39. Якою повинна бути маса відібраних зразків проб для радіаційного моніторингу?
- Література:* [1]- с.45; [4]- с.213-217.
40. Назвіть основні методи проведення радіометричних вимірювань.
- Література:* [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
41. У чому сутність сцинтиляційного методу?
- Література:* [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
42. У чому сутність іонізаційного методу?
- Література:* [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
43. Яка доза характеризує кількість енергії іонізуючого випромінювання, поглинутої одиницею маси речовини?
- Література:* [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
44. У чому сутність радіаційно-гігієнічного моніторингу?
- Література:* [1]- с.23; [2]- с.83-89.
45. Як впливає іонізуюче випромінювання на живу клітину?
- Література:* [1]- с.23; [2]- с.83-89.
46. На якій на відстані від ґрунту і від об'єкта вимірюють γ -фон приладом СРП-68-01 при відборі проб в контрольних пунктах вимірюють?
- Література:* [1]- с.45; [4]- с.213-217.
47. Методи та послідовність етапів в системі радіоекологічного моніторингу.
- Література:* [1]- с.41; [2]- с.36-43, с.58; [3]- с.74-83; [4]- с.165.
48. Завдання радіаційно-гігієнічного моніторингу.
- Література:* [1]- с.23; [2]- с.83-89.
49. Показник відповідності харчових продуктів критеріям радіаційної безпеки та спосіб його визначення.
- Література:* [1]- с.65; [2]- с.83-89.
50. Принципи регіонального екологічного моніторингу та його оптимізація. *Література:* [1]- с.65; [2]- с.83-89.

ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна література

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Радіаційний моніторинг : Конспект лекцій [Radiation monitoring : Lecture-notes]. Одеса: ОДЕКУ, 2018. 69с. (англ. та укр. мовами) ISBN 978-966-186-142-7
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134с.
4. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
5. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

Додаткова література

6. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
7. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
8. Широков Ю.М., Юдин К.П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672с.
9. Герасимов О.І. та ін. Радіоекологія : Методичні вказівки до розв'язання задач. Одеса: Екологія, 2012. 60с.
10. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М. Фізичні основи радіометрії та дозиметрії : Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 33с.
11. Курятников В.В., Кільян А.М. Радіоекологія : Методичні вказівки до лабораторних робіт. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35с.
12. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Державні гігієнічні нормативи. К.: Відділ Поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. 121с.
13. Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: <http://dpt12.odeku.edu.ua/>