

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський державний екологічний університет


ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи  
забезпечення спеціальності  
183 «Технології захисту  
навколишнього середовища»  
від «22» серпня 2022 року  
протокол № 5

Голова групи  Герасимов О.І.

УЗГОДЖЕНО

Завідувач відділу аспірантури та  
докторантури

 Ільїна А.О.

**СИЛЛАБУС**

навчальної дисципліни

«Інженерні основи систем захисту навколишнього середовища»

(назва навчальної дисципліни)

**183 «Технології захисту навколишнього середовища»**

(шифр та назва спеціальності)

**Технології захисту навколишнього середовища**

(назва освітньої програми)

**Третій (освітньо-науковий) рівень (PhD)**

(рівень вищої освіти)

**денна**

(форма навчання)

**II**

(рік навчання)

**III**

(семестр навчання)

**5/150**

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

**залік**

(форма контролю)

**Загальної та теоретичної фізики**

(кафедра)

Одеса, 2022 р.

Автори: Герасимов О.І., зав. каф загальної та теоретичної фізики, д.ф.-м.н., проф.; зав.лаб. каф загальної та теоретичної фізики Сідлецька Л.М.

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри (назва кафедри)  
від « 11 » 03 2022 року, протокол № 8.

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

Практичні заняття - – Герасимов О.І., зав. каф загальної та теоретичної фізики, д.ф.-м.н., проф

(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>Полягає у формуванні у аспірантів знань інженерних принципів захисту об'єктів навколишнього середовища, здатності застосовувати адекватні до умов галузі сучасні технології захисту екосистем. Мета дисципліни досягається шляхом якісної підготовки фахівців, що уміють грамотно і чітко вирішувати практичні і теоретичні важливі екологічні задачі.</p>
<p>Компетентність</p>	<p><b>Компетенції</b> (шифри основних фахових компетенцій у ОПП – К12):  <b>К12:</b> Здатність приймати раціональні інженерні рішення на основі знань фізико-технічних принципів захисту об'єктів навколишнього середовища, оперуючи відповідними фізико-математичними, хімічними, біологічними, медичними параметрами систем, елементами сучасних технологій (нано- та біотехнологій, телекомунікаційних, та ін.)</p>
<p>Результати навчання</p>	<p><b>Р121</b> Застосовувати адекватні до умов галузі сучасні технології захисту екосистем (геоінформаційні, нанотехнології, біотехнології та ін.), концептуалізувати, розробляти та впроваджувати дослідницький проект та узгоджувати проект з урахуванням кризових сценаріїв (катастроф).  <b>Р122</b> Освоювати та використовувати сучасні прилади та обладнання для вимірювання параметрів навколишнього середовища та застосовувати новітні технології для проведення авторських досліджень.</p>
<p>Базові знання</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- інженерно-фізичні принципи захисту навколишнього середовища;</li> <li>- інженерно-фізичні принципи захисту від радіоактивного забруднення навколишнього середовища;</li> <li>- науково-обґрунтовані підходи до ліквідації наслідків забруднення навколишнього середовища;</li> <li>- організація життєдіяльності в умовах, що забезпечують мінімізацію дозових навантажень.</li> </ul>
<p>Базові вміння</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проводити вимірювання фізичних характеристик об'єктів навколишнього середовища;</li> <li>- застосовувати сучасні фізико-хімічні методи та апарати для очищення атмосферного повітря та води;</li> <li>- здійснювати радіо-дозиметричні вимірювання.</li> </ul>

Базові навички	- проводити вимірювання фізичних характеристик об'єктів навколишнього середовища; - застосовувати методи та прилади у радіо-дозиметричних вимірюваннях; - застосовувати сучасні фізико-хімічні методи та апарати для очищення атмосферного повітря; - застосовування сучасних фізико-хімічних методів та апаратів для очищення води.
Пов'язані силлабуси	Немає
Попередня дисципліна	Немає
Наступна дисципліна	
Кількість годин	лекції: 15 практичні заняття: 15 лабораторні заняття: немає семінарські заняття: немає самостійна робота аспірантів: 120

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	<b>Інженерно-фізичні принципи захисту навколишнього середовища</b>		
	1.Методологічні засади, основні принципи і поняття сучасних технологій захисту навколишнього середовища	3	10
	2. Методи та заходи зниження рівня забруднення навколишнього середовища <b>ЗАХИСТ АТМОСФЕРИ.</b> Способи очищення газових викидів. Інженерно-фізичні принципи очищення повітря від аерозольних домішок: гравітаційне, інерційне, відцентрове осадження частинок. Фільтрування аерозолів. Мокре газоочищення. Осадження частинок в електричному полі. Термодифузіофорез частинок аерозолів.	3	10

	3. Абсорбція газових домішок Класифікація способів очищення стічних вод Методи захисту літосфери	3	10
	4. Підготовка до КР-1		5
ЗМ-Л2	<b>Науково-обґрунтовані підходи до ліквідації наслідків забруднення навколишнього середовища</b>		
	5. Методи захисту довкілля від енергетичних дій Екологічні прилади та системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій. Захист від радіації.	3	20
	6. Технології та апарати очищення об'єктів навколишнього середовища Сучасний екологічний стан України та наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. Дезактивація та реабілітація радіаційно забруднених територій. Організація життєдіяльності в умовах, що забезпечують мінімізацію дозових навантажень. Схов, переробка та утилізація джерел іонізуючого випромінювання.	3	20
	7. Підготовка до КР-2		5
Разом:		15	80

Консультації: Герасимов Олег Іванович, сер, 15.30, ауд. 305

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	<b>Практичні заняття-розв'язання задач</b>		
	1. Сучасні інженерні задачі екологічної безпеки та захисту навколишнього середовища.	2	10
	2. Розрахунки ступеня очищення об'єктів навколишнього середовища в сучасних технологічних установках.	5	10
	3. Радіаційне забруднення. Захист від радіації. Розрахунки доз та потужностей доз випромінювання в умовах підвищеної радіаційної безпеки.	3	10
	Екологічні прилади та системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій.	5	10

	4. Радіометричні прилади та системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій.		
	Разом:	15	40

**Консультації: Герасимов Олег Іванович, сер,15.30, ауд.305**

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

### Самостійна робота аспіранта та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Підготовка до лекційних занять</li> <li>ПМКР1 (обов'язковий)</li> </ul>	30 5	1-8 тиждень
ЗМ-Л2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Підготовка до лекційних занять</li> <li>ПМКР2 (обов'язковий)</li> </ul>	40	8-12 тиждень
ЗМ-П1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Підготовка до практичних занять</li> <li>УО (обов'язковий)</li> </ul>	40	1-12 тиждень
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Підготовка до ЗКР</li> </ul>	5	15 тиждень
	Разом:	120	

### ОРГАНІЗАЦІЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Матеріал з дисципліни, що вивчається на протязі семестру, розбивається на 2 теоретичні модулі та 1 практичний.

Теоретичні модулі оцінюються згідно результатів контрольних робіт. метою яких є також перевірка знань аспірантів.

Максимальна сума балів, яку може отримати аспірант, склавши всі теоретичні та практичний модулі на протязі семестру, береться рівною 100 балів. Пропонується рівне співвідношення ваги теоретичної та практичної частин курсу фізики в підсумковій оцінці: 50 балів відведено на теоретичну частину і 50 балів – на практичну частину.

### Теоретичні та практичні модулі

№	Характер модуля	Назва модуля	Вид контролю (обов'язковий)	Макс. кількість балів	Викладач, що веде контроль

1	Теоретичний	ЗМ-Л1	КР-1 (обов'язковий)	25	Викладач, що веде заняття.
2	Теоретичний	ЗМ-Л2	КР-2 (обов'язковий)	25	Викладач, що веде заняття.
3	Практичний	ЗМ-П1	УО (обов'язковий)	50	Викладач, що веде заняття.

Фактична сума балів, яку отримає аспірант за кожний модуль складається із підсумків виконання запланованих контрольних заходів, враховуючи своєчасність виконання аспірантом графіку навчального процесу. Якщо аспірант без поважних причин пропустив контрольний захід, або отримав незадовільну оцінку, то він має право скласти його у тижневий термін з максимальною сумою балів, яка дорівнює оцінці "задовільно".

### **Методика проведення та оцінювання контрольних заходів модулів ЗМ-Л1 –ЗМЛ-2.**

У семестрі заплановано обов'язкове проведення 2-х модульних контрольних робіт з теоретичної частини. Контрольна робота виконується аспірантом на протязі запланованого часу за індивідуальними завданнями викладача.

#### **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 оцінюються в 1 бал за одне питання (25 балів)

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

Модульна контрольна робота МКР2 проводиться у тестовому форматі по завершенню опрацювання матеріалів лекційних занять. Модульна контрольна робота складається з 25 тестових завдань, які оцінюються в 1 бал за одне питання (25 балів).

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

Виконання завдань модуля проводиться у вигляді опрацювання та виконання завдань у вигляді розв'язування задач.

Оцінювання контрольного заходу ЗМ-П1 проводиться шляхом УО біля дошки.

Максимальна оцінка за виконання модуля ЗМП1 дорівнює 50 балам.

### **Методика проведення та оцінювання контрольного заходу ЗКР**

Для денної форми навчання питання про допуск до семестрового заліку за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 Положення про проведення підсумкового контролю знань аспірантів, а саме, аспірант 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 балів за теоретичну та практичну частину (для заліку). Якщо дисципліна закінчується заліком, то аспірант 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.

Аспірант, 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 (60 балів та більше) для отримання позитивної оцінки, та не менше 50 балів за залікову контрольну роботу.

Шкала переходу від оцінок за національною системою до системи ЄКТАС наведена у таблиці «Шкала переходу»:

Шкала переходу

За шкалою ECTS	За національною системою		Бал успішності
	для іспиту	для заліку	
A	5 (відмінно)	зараховано	90–100
B	4 (добре)	зараховано	82–89,9
C	4 (добре)	зараховано	74–81,9
D	3 (задовільно)	зараховано	64–73,9
E	3 (задовільно)	зараховано	60–63,9
FX	2 (незадовільно)	не зараховано	35–59,9
F	2 (незадовільно)	не зараховано	1–34,9



### **3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

**Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу.**

**Модуль ЗМ-Л1 Інженерно-фізичні принципи захисту навколишнього середовища.**

**Тема 1.1 Методологічні засади, основні принципи і поняття інженерних аспектів захисту навколишнього середовища**

Починаючи вивчати дисципліну дисципліни “ Інженерні основи систем захисту навколишнього середовища”, аспірантам спеціальності «Технології захисту навколишнього середовища» потрібно знати та розуміти методологічні засади, основні принципи і поняття інженерних аспектів захисту навколишнього середовища.

По-перше: будемо розуміти під інженерією систему заходів та засобів, пов'язаних з алгоритмічним втіленням науково-технічної ідеї та з її реалізацією у вигляді розробленого технічного об'єкту.

При цьому відбувається трансформація наукового знання в технічні об'єкти - технічне обладнання, технологічні промислові процеси. Технічні об'єкти та технологічні процеси постійно удосконалюються.

Відбувається заміна їх на більш ефективні, економічні, безпечні, що відповідають сучасним вимогам енергозберігання, безвідходного виробництва та ін.

Інженерна діяльність спряжена із технічною творчістю, результатом якої є нові винаходи, конструкторські розробки таратаціоналізаторські пропозиції.

Науково-технічний прогрес відбувається завдяки новим науковим відкриттям, появі нових технологій та нової техніки. Цьому сприяє два аспекти:

- розвиток науки, відкриття нових законів;
- розвиток техніки та технологій.

Потрібно звернути увагу також на **системний підхід в інженерній творчості.**

Системний підхід може використовуватися для вирішення різноманітних пошукових завдань в інженерній справі, він передбачає розгляд технічного об'єкта як системи, що має різноманітні зв'язки між її елементами.

Системний підхід допомагає знайти загальний напрямок дій в інженерних пошуках, побачити задачу створення інженерної системи більш повно і глибоко.

Зрозуміло, що якісно нові інженерні системи створюються тоді, коли з'являються нові наукові відкриття.

Відкриття М.Фарадеєм у 1831 році закону електромагнітної індукції

надало імпульс для розвитку електротехніки, телеграфного зв'язку, радіотехніки, електроніки. Нові технічні елементи стають характерними для нових систем, у яких вони обов'язково присутні. В електротехніці – це електрогенератор, електродвигун, трансформатор. У радіотехніці та електроніці – це коливальний контур, який складається з конденсатору та котушки індуктивності.

### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51с.
3. Герасимов О.І. Фізика гранульованих матеріалів : Монографія. Одеса: ТЕС, 2015. 264с.
4. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Що розуміється під поняттям «інженерія»?
  2. \*Які Ви знаєте джерела загроз навколишньому середовищу?
  3. Як системний підхід допоміг Карно побачити задачу створення ідеальної машини та зробити відкриття?
  4. \* Назвіть новітні технології теперішнього часу, які широко втілюються у життя.
  5. \*Які принципи можна вважати основними принципами інженерної діяльності?
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

## **Тема 1.2 Методи та заходи зниження рівня забруднення навколишнього середовища**

Окремим розділом дисципліни розглядаються методи та заходи зниження рівня забруднення навколишнього **середовища, зокрема, методи захисту навколишнього середовища від промислових забруднень**

Вдосконалення і використання методів захисту навколишнього середовища пов'язані з розробкою конкретних програм дій по запобіганню забруднення навколишнього середовища, розвитку ресурсо-, енергозберігаючих та маловідходних технологій, зниження газових викидів і рідинних скидів, переробки та утилізації господарських відходів, зменшення енергетичного впливу на навколишнє середовище.

Організаційно-технічні методи захисту навколишнього середовища можна умовно розділити на активні та пасивні методи.

Активні методи захисту навколишнього середовища є технологічні рішення по створенню ресурсозберігаючих і маловідходних технологій. Пасивні методи захисту навколишнього середовища передбачають

раціональне розміщення джерел забруднення та локалізацію джерел забруднення.

### ***Загальні інженерні принципи природокористування та захисту навколишнього середовища***

До основних принципів природокористування разом з принципом системного підходу належать наступні принципи [1]: - принцип оптимізації біосфери; Темпи зростання виробництва повинні бути вище, ніж темпи зростання видобутку сировини. - принцип гармонізації відносин природи і техніки, при якому темпи зростання виробництва повинні бути вище, ніж темпи зростання видобутку сировини, що стосується створення геотехнічних систем, взаємодіючих з елементами природного середовища; -принцип екологізації виробництва, який досягається за рахунок впровадження маловідходних енергозберігаючих та ресурсозберігаючих виробництв.

Загальні принципи захисту навколишнього середовища можна сформулювати у вигляді трьох принципів, які розповсюджуються на ***Загальні принципи інтенсифікації технологічних процесів захисту навколишнього середовища***

Загальні принципи інтенсифікації технологічних процесів захисту довкілля [1] зводяться до використання кінетичних і термодинамічних чинників, ефективно впливають на швидкість процесу і вихід продуктів взаємодії.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51с.
3. Герасимов О.І. Фізика гранульованих матеріалів : Монографія. Одеса: ТЕС, 2015. 264с.
4. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \*Які принципи належать до основних принципів природокористування?
2. У чому полягають принципи інтенсифікації технологічних процесів захисту довкілля ?
3. \*За рахунок чого досягається принцип екологізації виробництва?
4. Назвіть лімітуючу стадію процесу у кінетичному та дифузійному режимах.
- 5.\*Назвіть новітні технології теперішнього часу, які широко втілюються у життя.
6. \*Які принципи можна вважати основними принципами інженерної діяльності?

7. Які методи концентрування використовують для виділення радіоізотопів?

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

### **Тема 1.3 Способи очищення газових викидів. Захист атмосфери.**

В основу дії пилоуловлюючих і сепараційних пристроїв покладений

певний фізичний механізм. У пилоуловлювачах і сепараційних пристроях знаходять застосування наступні способи відділення зважених частинок від середовища, тобто повітря (газу): осадження в гравітаційному полі, осадження під дією сил інерції, осадження в відцентровому полі, фільтрування, осадження в електричному полі, мокра газоочистка і ін.

Робота гравітаційних пилоуловлюючих пристроїв заснована на законах гравітаційного осадження, т. е. осадження пилових частинок під дією сили тяжіння. Явища осадження мають місце також в апаратах, дія яких, головним чином, заснована на використанні інших сил.

Цей метод відділення частинок аерозолів від повітря (газу) значно ефективніше гравітаційного осадження, так як виникає відцентрова сила, яка у багато разів більше, ніж сила тяжіння. Відцентрова сепарація може застосовуватися по відношенню до більш дрібним частинкам.

В апаратах, заснованих на використанні відцентрової сепарації, можуть застосовуватися два принципових конструктивних рішення:

- потік аерозолу обертається в нерухомому корпусі апарату;
- потік рухається в обертвовому роторі.

Перше рішення застосоване в циклонах, друге - в ротаційних пилеуловлювачах.

Фізична сутність електроосадження полягає в тому, що газовий потік, що містить зважені частинки, попередньо іонізують, при цьому частинки, які містяться в газі, набувають електричний заряд. Зарядження частинок в полі коронного розряду відбувається під впливом електричного поля і внаслідок дифузії іонів. Максимальна величина заряду частинок розміром більше 0,5 мкм пропорційна квадрату діаметра частинок, а частинок розміром менше 0,2 мкм - діаметру частинок.

Термофорезом називають явище відштовхування частинок нагрітими тілами. Відбувається під дією сил з боку газоподібної фази на взважені в ній нерівномірно нагріті частинки. Дія сил в значній мірі залежить від відношення розміру частинок до середньої довжини вільного пробігу молекул газу.

Адсорбцією називають процес виборчого поглинання компонента газу, пари або розчину за допомогою адсорбентів - пористих твердих матеріалів з великою питомою поверхнею.

*ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51с.
3. Герасимов О.І. Фізика гранульованих матеріалів : Монографія. Одеса: ТЕС, 2015. 264с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Які фізичні механізми покладені в основу дії пилоуловлюючих і сепараційних пристроїв?
  - 2.\* Назвіть основні способи очищення газових викидів.
  3. На яких фізичних законах заснована робота гравітаційних пиловловлюючих пристроїв?
  4. У чому полягає фізична сутність електроосадження?
  5. Які два принципових конструктивних рішення можуть застосовуватися в апаратах, заснованих на використанні відцентрової сепарації?
  6. Яке явище називається термофорезом?
  - 7.\* Що називається абсорбцією?
  - 8.\* Чим адсорбція відрізняється від абсорбції?
  9. Як називаються апарати, у яких здійснюють процес абсорбції?
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Тема 1.4 Класифікація способів очищення стічних вод *Захист гідросфери. Гідромеханічні способи очищення стічних вод.***

Для видалення зважених частинок із стічних вод використовують періодичні і безперервні гідромеханічні процеси проціджування, гравітаційного і відцентрового відстоювання і фільтрування. Вибір методу залежить від розміру частинок домішок, фізико-хімічних властивостей, концентрації зважених частинок, витрати стічних вод і необхідного ступеня очищення.

Перед більш тонкої очищенням стічні води направляють на процеживання через решітки і сита, які встановлюють перед відстійниками з ціллю вилучення з них великих домішок.

Осадження відстоюванням відбувається під дією сили тяжіння.

*Розрахунок відстійників.* Відстоювання стічних вод проводять в апаратах, так званих відстійниками або згущувачі. Розрізняють горизонтальні, радіальні, вертикальні, трубчасті, пластинчасті відстійники з похилими перегородками.

Для очищення стічних вод використовують напірні і відкриті гідроциклони. В процесі очищення стічних вод доводиться мати справу з великою кількістю води, тому застосовують фільтри, для роботи яких не потрібний високий тиск. Виходячи з цього, використовують фільтри з

сітчастими елементами (мікрофільтри і барабанні сітки) і фільтри з фільтруючим зернистим шаром.

### ***Коагуляція і флокуляція забруднень стічних вод***

Коагуляція - це процес укрупнення дисперсних частинок в результаті їх взаємодії і об'єднання в агрегати.

Швидкість осадження частинок буде зростати зі збільшенням розміру частинок. Для прискорення відстоювання використовують коагуляцію частинок, тобто збільшення їх за допомогою коагулянтів, які вводяться в суспензію в результаті чого під дією молекулярних сил відбувається злипання дрібних частинок в великі конгломерати (пластівці, флокули).

Коагуляція найбільш ефективна для видалення з води колоїдно-дисперсних частинок, тобто частинок розміром 1 ... 100 мкм.

Флокуляція - це процес агрегації зважених часток при додаванні встичну воду високомолекулярних сполук, які називаються флокулянтами. На відміну від коагуляції при флокуляції агрегація відбувається не тільки при безпосередньому контакті частинок, але і в результаті взаємодії молекул адсорбованого на частинках флокулянта.

Флотація - процес молекулярного прилипання частинок до поверхні розділу газу і рідини, обумовлений надлишком вільної енергії поверхневих прикордонних шарів.

### ***Очищення стічних вод екстракцією забруднень***

Рідинну екстракцію застосовують для очищення стічних вод, із вмістом фенолів, органічних кислот, іонів металів. Доцільність використання екстракції визначається концентрацією органічних домішок.

### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51с.
3. Герасимов О.І. Фізика гранульованих матеріалів : Монографія. Одеса: ТЕС, 2015. 264с.

### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Які фізичні механізми покладені в основу очищення рідини від твердої фази?
2. Як називається поділ рідких неоднорідних систем шляхом виділення з рідкої фази твердих або рідких зважених частинок під дією сили тяжіння, відцентрової сили.
- 3.\* Під дією якої сили відбувається осадження відстоюванням?
- 4.\* Назвіть основні способи очищення рідини.
- 5.\* Як проводять відстоювання стічних вод?
- 6.\* Що називається коагуляцією?

7. Що називається флокуляцією?

8. Що називається флоатацією?

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

### **Тема 1.5 Методи захисту літосфери**

Вивчаючи тему захисту літосфери, потрібно звернути увагу на питання переробки твердих відходів, а також утилізації сміття.

#### ***Механічна переробка твердих відходів***

Утилізація твердих відходів призводить до необхідності або їх розділення на компоненти з подальшою переробкою сепарованих матеріалів різними методами, або надання їм певного виду.

Після подрібнення та фракціонування, відходи перетворюються в продукти, готові для подальшого використання. Твердий матеріал можна подрібнити до частинок бажаного розміру роздавлюванням, розколюванням, розламуванням, різанням, розпилюванням, стиранням і різними комбінаціями цих способів.

Потрібно розглянути питання методів та принципів захисту літосфери, пов'язуючи їх з питаннями фізики ґрунтів та фізики гранульованих систем.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Фізика гранульованих матеріалів : Монографія. Одеса: ТЕС, 2015. 264с.
3. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51с.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

- 1.\* Які фізичні механізми покладені в основу очищення ґрунту?
- 2.\* Яка вбірна здатність ґрунту?
3. Назвіть основні фізичні властивості ґрунтів
4. Які водні властивості та водний режим ґрунту?
5. Походження і склад мінеральної та органічної частини ґрунту
6. Яка загальна схема ґрунтоутворного процесу?
- 7.\* Назвіть основні водні властивості ґрунтів
8. Водний режим ґрунту, закон Дарсі.
9. Теплові властивості та тепловий режим ґрунту
10. Повітрянні властивості та повітряний режим ґрунту
11. Походження і систематика ґрунтів.
12. В чому полягає проблема сміття у містах України?

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

## Тема 1.6 Методи захисту довкілля від енергетичних дій.

Окремим розділом дисципліни є захист довкілля енергетичних дій. Під енергетичними діями будемо розуміти дії від механічних і акустичних коливань, від теплових випромінювань, електромагнітних полів і випромінювань.

Механічні коливання з частотою від 16 Гц і до 20000 Гц є джерелом звуку. Механічні коливання з частотою менше 16 Гц є причиною інфразвуку, який не сприймається людським вухом. Але відомі негативні наслідки інфразвукових коливань на здоров'я живих організмів.

При вивченні цього розділу потрібно розглянути питання біологічного впливу енергетичних дій електромагнітних хвиль.

Відома біологічна дія високих частот електромагнітних хвиль. Так, наприклад цю дію використовують у медицині для локального розігріву органічної тканини.

У багатьох випадках ця дія є негативною. Наприклад радіохвилі з довжиною хвилі порядку 1 см є небезпечними для людини. Негативний вплив зростає із збільшенням інтенсивності хвиль.

Аспіранти мають звернути увагу на основні засоби захисту від випромінювань – екранування, відбиття екранами, поглинання випромінювання, віддалення від джерел випромінювання, використання маніпуляторів.

**Захист від радіації.** Окремо потрібно проаналізувати питання захисту від радіації. При цьому потрібно мати на увазі, що різні види іонізуючого випромінювання мають різні властивості. Серед цих питань ключовими є питання:

- екологічні прилади та системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій;
- прилади та системи контролю характеристик зовнішніх збурень та енергетичних дій, зокрема, контролю радіації: радіометри, дозиметри, гамма-спектрометри, багатоканальні аналізатори імпульсів та їх характеристики.

При вивченні цього розділу потрібно розглянути питання біологічного впливу енергетичних дій, зокрема впливу енергетичних дій на здоров'я людини. Аспіранти мають звернути увагу на основні засоби захисту – екранування, поглинання випромінювання, віддалення від джерел випромінювання, використання маніпуляторів.

Аспіранти повинні знати методи комп'ютерної обробки спектрів, а також спеціалізовані комп'ютерні пакети для обробки спектрів. Вивчення цього розділу програми доцільно починати з розгляду роботи багатоканального амплітудного аналізатора. Сучасні аналізатори мають сотні і тисячі каналів. Кожний з зареєстрованих імпульсів знаходиться в пристрій, що їх запам'ятає. Блок детектування, до якого входить детектор іонізуючого випромінювання і фотоелектронний помножувач,



розміщується у свинцевому будиночку. Аналоговий цифровий перетворювач (АЦП), що призначений для перетворення аналогових сигналів у цифрові коди, розміщується в одному блоці з аналізатором імпульсів. Інтерфейс забезпечує зв'язок і узгодження АЦП з оперативною пам'яттю комп'ютера, на який виводяться дані вимірювань.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51 с.
4. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. с.14; с.35.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

- 1.\* Назвіть види шкідливих енергетичних випромінювань.
- 2.\* Що називається радіацією?
3. Що називається питомою радіоактивністю?
4. Як пов'язана небезпечність електромагнітних випромінювань з його частотою?
- 5.\* Які Ви знаєте дози випромінювання?
- 6.\* Які гази здійснюють функцію захисту від ультрафіолетового випромінювання Сонця?
- 7.\* Що здійснює функцію захисту від заряджених частинок космічного випромінювання?
8. Які основні властивості та різновиди іонізуючих випромінювань?
9. Радіометричні та дозиметричні вимірювання.
- 10.\* Які засоби для вимірювань радіоактивності?
11. Спектрометри іонізуючого випромінювання. Функція відгуку
12. Як здійснюється захист від гамма-випромінювання?
13. На яких принципах заснована робота приладів, що реєструють іонізуюче випромінювання?

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

## **2. Модуль ЗМ-Л2 Науково-обґрунтовані підходи до ліквідації наслідків забруднення навколишнього середовища**

### **Тема 2.1 Технології та апарати очищення об'єктів навколишнього середовища**

#### ***Технології та апарати очищення атмосферного повітря.***

Технології та робота апаратів очищення атмосферного повітря від аерозольних домішок заснована на фізичних законах гравітаційного, інерційного та відцентрового осадження частинок.

У пилоуловлювачах і сепараційних апаратах застосовуються в основному фізичні методи очищення середовища, тобто повітря (газу) від

зважених дисперсних частинок. Це механічні методи – гравітаційні, інерційні, фільтрування та ін..

Очищення приміщень (житлових або виробничих) здійснюється шляхом проектування та встановлювання вентиляційних систем. Задача вентиляційних систем – не відділення забруднюючих речовин від повітря, а викиди забрудненого повітря здійснюються в атмосферу, де відбувається його розбавлення.

### ***Технології та апарати очищення стічних вод.***

В процесі теоретичного вивчення цих питань аспіранти мають знати принципи очистки стічних вод, а в процесі практичної підготовки мають спостерігати стан водних об'єктів.

Аспіранти мають можливість знайомитися з принципами очищення стічних вод на станціях біологічної очистки ( СБО ) "Південні" і "Північні" та спостерігати за морськими водами в місцях їх скиду.

Захист гідросфери пов'язаний із регіональними екологічними проблемами рекреаційної зони в районі Куяльницького та Хаджибейського лиманів, а також з протизсувними заходами рекреаційної зони на узбережжі Чорного моря.

Інженерно-фізичні аспекти захисту водних об'єктів стосуються Одеського регіону у зв'язку із забрудненням лиманів, зокрема, Хаджибейського та Куяльницького лиманів. Тому аспіранти ОДЕКУ мають можливість ознайомлення із інженерними спорудами скиду стічних вод у водні об'єкти ( на прикладі Хаджибейського лиману та трубопроводу у Чорне море ), ознайомлення з екологічними проблемами Хаджибейського та Куяльницького лиманів. Окремим інженерним питанням є протизсувні берегоукріплюючі споруди на узбережжі Чорного моря у місті Одеса.

Перед більш тонким очищенням стічні води проходять ***механічне очищення***. Для цього їх направляють на процеживання через решітки і сита, які встановлюють перед відстійниками з ціллю вилучення з них великих домішок, видалення з них великих включень, що плавають. В літературі приведений опис блоку механічного очищення, до якого входять очисні апарати: решітки, дробарки, пісколовки, преаератори і первинні відстійники та їх роботи.

Решітки призначені для уловлювання великих включень, що при необхідності подрібнюються в дробарках.

Пісколовки представляють собою ємності визначених розмірів. В них відбувається осадження зважених речовин завдяки різкому зменшенню швидкості плинину рідини, що очищається. У пісколовках видаляється зі стічної води приблизно 40-60% дрібних механічних домішок.

Після біологічного очищення стічні води можуть бути скинуті в

поверхневі водні об'єкти. Перед скиданням в обов'язковому порядку відбувається їхнє знезаражування шляхом обробки хлорною водою.

**Проціджування** стічної води відбувається на решітках, які виготовляються з металевих стрижнів або арматури з зазорами між ними 5-20 мм і встановлюються під кутом 60 ° до горизонту.

**Поля фільтрації** це очисні споруди, які людство використовувало для очищення води вже більш п'яти сторіч. Поля фільтрації являють собою ділянки землі площею від декількох квадратних метрів до 1,5-2 га з ухилом до 0,02, обваловані дамбами. Ці ділянки землі влаштовуються на пісках, супісках, або легких суглинках. До недоліків полей фільтрації відноситься заняття великих площ, можливість забруднень підземних вод і атмосферного повітря газоподібними продуктами розкладання стічних вод. Різновидом полів фільтрації є поля підземної фільтрації, у яких на глибині 0,5-1,8 м укладаються дренажні труби.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51 с.
3. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
4. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. с.14; с.35.

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. \*На яких явищах та законах засновані технології та робота апаратів очищення атмосферного повітря?
2. \*На яких явищах та законах засновані технології та робота апаратів очищення стічної води?
3. Які фізичні та фізико-хімічні характеристики визначають при спостереженні за станом водних об'єктів?
4. \*Що являють собою поля фільтрації?

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

### Тема 2.2 Сучасний екологічний стан України та наслідки аварії на Чорнобильській АЕС.

**Сучасний екологічний стан** визначається з одного боку, ступенем забруднення атмосферного повітря, водного середовища та ґрунтів, а з другого боку - кількістю викидів та скидів шкідливих речовин у навколишнє середовище у процесі народногосподарської діяльності. Для України у теперішній час потрібно враховувати також шкоду від воєних дій, які стосуються величезних районів та площ.

Для атмосфери забруднення визначається кількістю та висотою викидів, які поділяють на тропосферні та стратосферні. Період

полуочищення тропосфери складає 2 роки. Якщо викиди в тропосферу були здійснені на висоті порядку 100 м, то важкі аеродисперсні частинки твердих домішок осаджуються на відстанях декілька кілометрів від місця викиду у напрямку вітру. Таким чином найбільш небезпечною є 30-км зона. Шкідливу дію оксидів сірки та азоту можна побачити по жовтому відтінку зеленого коліру ялинок та сосен поблизу теплових електростанцій.

У 1986 р. на Чорнобильській атомній електростанції відбулася аварія, в результаті якої сталося радіоактивне забруднення величезних територій України та сусідніх країн. Наслідки цієї аварії мають глобальний характер та залишаються екологічними проблемами і в наші часи.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51 с.
4. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1980.
5. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. с.14.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. \*Чим обумовлений сучасний екологічний стан України?
  2. Чим обумовлено забруднення атмосфери ?
  3. \*Що називається радіацією?
  4. \*Яка небезпечність атомної енергетики?
  5. \*Які сучасні дози випромінювання на Україні?
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Тема 2.3 Дезактивація та реабілітація радіаційно забруднених територій**

Питання включає:

- засоби реабілітації природних та штучних наземних та водних екосистем, забруднених радіонуклідами, використання природних ресурсів на таких територіях для виробництва промислової продукції, сільськогосподарського лісогосподарського та рибного виробництва;
- особливостей поступового відновлення господарської діяльності на забруднених радіонуклідами територіях, використання вирощеної на них сільськогосподарської та виробленої промислової продукції, використання природних ресурсів для промислових і сільськогосподарських цілей, а також відновлення традиційного способу життя та поведінки місцевого населення без обмежень.

Аспіранти в результаті вивчення цих питань мають:

- знати загальні закони функціонування екосистем, які пов'язані з властивостями радіонуклідів, порядок організації радіаційного моніторингу та радіоекологічних досліджень;
- проводити комплексне оцінювання стану екосистем, що зазнали радіоактивного забруднення;
- прогнозувати зміни природного середовища, спричинені функціонуванням радіоекологічно-небезпечних об'єктів та відчуженням радіоактивно забруднених територій;
- знати особливості автореабілітації територій забруднених радіонуклідами;
- виявляти способи та оцінювати заходи, спрямовані на мінімізацію надходження радіонуклідів до продукції сільського, лісового та рибного господарства;
- визначати пріоритети та відокремлювати суттєві рекреаційні проблеми від другорядних під час виконання системного аналізу, на підставі отриманих результатів робити обґрунтовані висновки;
- розробляти прогнози екологоекономічного стану територій, забруднених радіонуклідами.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51 с.
4. Герасимов, О. І., Андріанова, І. С., Курятников, В. В., Співак, А. Я. *Посібник для пошукувачів рівня підготовки доктор філософії за спеціальністю Технології захисту навколишнього середовища : навчальний посібник.* Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2021. 213 с.
5. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. с.14.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

1. Які засоби реабілітації природних наземних та водних екосистем, забруднених радіонуклідами?
  2. Які особливості автореабілітації територій забруднених радіонуклідами?
  3. В чому полягають особливості та порядок організації радіаційного моніторингу та радіоекологічних досліджень?
  4. Які заходи спрямовані на мінімізацію надходження радіонуклідів до продукції сільського, лісового та рибного господарства?
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Тема 2.4 Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97**

Документ *Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97* регламентує заходи та норми радіаційної безпеки у штатних та аварійних ситуаціях [5].

Аспіранти, вивчаючи цю тему мають знати концепції, основні положення та принципи, які покладені в основу цього документа.

Основна концепція – це здоров'я людини. *Радіаційна безпека та протирадіаційний захист* стосовно *практичної діяльності* будуються з використанням наступних основних принципів:

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

**Сучасний екологічний стан** визначається з одного боку, ступенем забруднення атмосферного повітря, водного середовища та ґрунтів, а з другого боку - кількістю викидів та скидів шкідливих речовин у навколишнє середовище у процесі народногосподарської діяльності. Для України у теперішній час потрібно враховувати також шкоду від воєних дій, які стосуються величезних районів та площ.

У 1986 р. на Чорнобильській атомній електростанції відбулася аварія, в результаті якої сталося радіоактивне забруднення величезних територій України та сусідніх країн.

Наслідки цієї аварії мають глобальний характер та залишаються екологічними проблемами і в наші часи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51 с.
4. Герасимов, О. І., Андріанова, І. С., Курятников, В. В., Співак, А. Я. *Посібник для пошукувачів рівня підготовки доктор філософії за спеціальністю Технології захисту навколишнього середовища : навчальний посібник*. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2021. 213 с.
5. *Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97*. К., 1997. с.14.

#### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. \*Чим обумовлений сучасний екологічний стан України?

2. \*Чим обумовлено забруднення атмосфери ?
3. \*Що називається радіацією?
4. \*Яка небезпечність атомної енергетики?
5. Які сучасні дози випромінювання на Україні?

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

## **Тема 2.5 Організація життєдіяльності в умовах, що забезпечують мінімізацію дозових навантажень.**

Організація життєдіяльності в умовах, що забезпечують мінімізацію дозових навантажень, відбувається згідно основних принципів радіаційної безпеки та норм, прийнятих в Україні. Це принципи неперевищення, виправданості та оптимізації.

Прийняття контрзаходів з ліквідації наслідків радіаційної аварії згідно нормуючих принципів, як показують уроки Чорнобиля, пов'язане також із рядом інших важливих питань. По-перше, контрзаходи мають бути своєчасними.

Так, наприклад, в результаті аварії максимальна колективна доза була отримана мешканцями у м. Коростень. Для прийняття рішень стосовно контрзаходів у цьому місті та виділення коштів для їх реалізації був витрачений дуже великий час (більше року). Тобто контрзаходи були здійснені, але не своєчасно. В результаті ефективність цих заходів була дуже низькою.

Серед заходів зниження дозових навантажень, які використовувалися, відмітимо механічні, фізичні, фізико-хімічні методи. У м. Коростень було змінено асфальтне покриття, зняті та зроблені нові дахи будинків, у місті видалений відкритий ґрунт, будівлі та інші об'єкти оброблялися спеціальними розчинами (поверхнево-активними та ін.) з метою їх дезактивації.

Прикладом зони, на якій відбулася евакуація у 1986 р., є 30-ти кілометрова зона навколо 4-го реактору ЧАЕС. В цій зоні працювали після аварії і працюють зараз люди в умовах мінімізації дозових навантажень. Роботу людей в цих умовах регламентують основні нормуючі документи та спеціальні правила. У теперішній час в цій зоні існують ділянки, де радіація знижена до безпечних границь. В цій зоні організуються екскурсії, проходять науково-технічні семінари та конференції, працює їдальня. Контролюючі прилади – радіометри та дозиметри при цьому показують безпечний рівень радіації та доз випромінювання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51 с.
4. Герасимов, О. І., Андріанова, І. С., Курятников, В. В., Співак, А. Я. *Посібник для пошукувачів рівня підготовки доктор філософії за спеціальністю Технології захисту навколишнього середовища : навчальний посібник*. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2021. 213 с.
5. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. с.14.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Згідно чого відбувається організація життєдіяльності в умовах, що забезпечують мінімізацію дозових навантажень в Україні?
2. Що регламентує НРБУ-97?
3. В чому полягають основні принципи радіаційної безпеки та протирадіаційного захисту НРБУ-97?
4. В чому полягає суть принципу виправданості?
5. В чому полягає суть принципу оптимізації?
6. Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма випромінювання?

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

## **Тема 2.6 Схов, переробка та утилізація джерел іонізуючого випромінювання**

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

Але при цьому виді діяльності створюються радіоактивні відходи (далі - РАВ), які шкідливо впливають на здоров'я населення та навколишнє природне середовище.

Для забезпечення радіаційної та екологічної безпеки при поводженні з радіоактивними відходами використовуються основними принципами:

- пріоритет здоров'я людей та захист навколишнього природного середовища від впливу РАВ;
- заборона неконтрольованого накопичення РАВ;
- зберігання та передача РАВ спеціалізованим підприємствам;
- забезпечення державного нагляду за поводженням з РАВ.



На Україні діють Рівенська, Хмельницька, Запорожська, Південно-Українська атомні електростанції, які є основними джерелами створення радіоактивних відходів.

В Харківській, Дніпропетрівській, Одеській, Київській областях існують спеціалізовані підприємства, які здійснюють збір, переробку та захоронення РАВ.

Тому для професійній підготовці аспірантів вивчення питань схову, переробки та утилізації джерел іонізуючих випромінювань [23 - 27] є предметом окремої дисципліни, метою якої є ознайомлення аспірантів з правилами, нормами та стандартами, прийнятими в Україні, при поводженні з РАВ.

Аспірантам даються роз'яснення до деяких нормативно-законодавчих актів, які стосуються державного нагляду та контролю за поводженням з РАВ. Аспіранти знайомляться з практичною діяльністю спецкомбінатів по поводженню з РАВ: як зберігаються РАВ; які є методи переробки (в основному з рідких в тверду фазу) та утилізації РАВ; здійснення радіаційно-дозиметричного контролю; проблеми, які виникають при здійсненні такого виду діяльності.

Знайомство з діяльністю спеціальних організацій, які здійснюють утилізацію та захоронення радіоактивних відходів, для аспірантів ОДЕКУ здійснюється на базі Українського державного підприємства «Радон».

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 51 с.
4. Герасимов, О. І., Андріанова, І. С., Курятников, В. В., Співак, А. Я. *Посібник для пошукувачів рівня підготовки доктор філософії за спеціальністю Технології захисту навколишнього середовища : навчальний посібник*. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2021. 213 с.
5. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К., 1997. с.14.

#### *ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

- 1.\*Які основні принципи радіаційної та екологічної безпеки використовуються при поводженні з радіоактивними відходами?
2. \*Які атомні електростанції діють на території України?
3. \*Які спеціалізовані підприємства здійснюють збір, переробку та захоронення РАВ?
4. Які проблеми переробки та утилізації безпосередньо пов'язані з інженерно-фізичними аспектами захисту навколишнього середовища?

5. \*В чому полягає суть принципу виправданості?
  6. \*В чому полягає суть принципу оптимізації?
  7. \*Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?
- (\* - питання для самоперевірки базових результатів навчання - знань, вмінь, навичок).

### **Практичний модуль ЗМ-П1.**

#### **Методика проведення практичного модуля ЗМП-1**

Методикою проведення практичного модуля ЗМП-1 є розв'язання задач за кожною темою модуля окремо.

#### **2.1 Тема 1. Сучасні інженерно-фізичні задачі екологічної безпеки та моніторингу навколишнього середовища**

Серед сучасних інженерно-фізичних задач екологічної безпеки та захисту навколишнього середовища є створення технологій та систем захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх забруднень.

Одна з основних таких задач – це екологічний (радіаційний) моніторинг. Це одна з сучасних технологій захисту навколишнього середовища. Проведення екологічного моніторингу – це комплекс заходів, які включають до себе:

- отримання надійної інформації, даних вимірювань;
- розрахунки статистичних характеристик поля забруднення по даних радіаційного моніторингу на території радіаційного об'єкту;
- аналіз адекватності радіаційного стану середовища встановленим на Україні нормативам;
- статистичний аналіз надійності методів та засобів радіаційного контролю середовища при значеннях параметрів, що контролюються, порядку фонових. Методикою заняття є розв'язання задач моніторингу та знаходження похибки вимірювань.

#### **2.2 Тема 2. Розрахунки ступеня очищення об'єктів навколишнього середовища в сучасних технологічних установках**

##### ***Способи очищення газових викидів. Захист атмосфери.***

***Гравітаційне осадження.*** Осадженням називається поділ рідких неоднорідних систем шляхом виділення з рідкої фази твердих або рідких зважених частинок під дією сили тяжіння, відцентрової сили. В основу дії пилоуловлюючих і сепараційних пристроїв покладений певний фізичний механізм. У пилоуловлювачах і сепараційних пристроях знаходять застосування наступні способи відділення зважених частинок від середовища, тобто повітря (газу): осадження в гравітаційному полі, осадження під дією сил інерції, осадження в відцентровому полі, фільтрування, осадження в електричному полі, мокра газоочистка і ін.

#### **2.3 Тема 3 Радіаційне забруднення. Захист від радіації.**

**Радіометрія** - сукупність методів вимірювання величин, що характеризують швидкість радіоактивного розпаду речовини. До таких величин відносять активність, об'ємну активність, питому масову активність. Прилади для вимірювання цих величин називаються радіометрами. Методикою заняття є розв'язання задач з радіометрії.

#### **2.4. Тема 4. Розрахунки доз та потужностей доз випромінювання в умовах підвищеної радіаційної безпеки.**

В умовах підвищеної радіаційної безпеки одним з методів захисту є захисні екрани, які гальмують високоенергетичні частинки іонізуючого випромінювання. Методикою заняття є розв'язання задач з розрахунків доз випромінювання.

#### **2.5 Тема 5. Екологічні прилади та системи захисту об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій.**

Захист об'єктів навколишнього середовища від зовнішніх збурень та енергетичних дій в умовах роботи з джерелами іонізуючого випромінювання, наприклад при роботі з ядерним реактором – це використання захисних екранів. Розглядаються основні фізичні закономірності такої технології захисту. Методикою заняття є розв'язання задач з захисту екранами.

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

#### **4.1 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМЛ-1**

1. Які з газів здійснюють функцію захисту від ультрафіолетового випромінювання Сонця?  
*Література:* [1]- с. 25; [2]- с.31 ; [3]- с.40 .
2. Функцію захисту від заряджених частинок космічного випромінювання здійснює...  
*Література:* [1]- с.23; [2]- с. 51 ; [3]- с.11 .
3. Причиною виникнення парникового ефекту є порушення пропорцій вмісту в атмосфері ...  
*Література:* [1]- с.23; [2]- с.33 ; [3]- с. 3 .
4. Апарати, у яких здійснюють процес абсорбції, називають  
*Література:* [1]- с.51 ; [2]- с.21 ; [3]- с.86 .
5. Процес розкладу речовини під дією електричного струму при відсутності або недостатності кисню, називається  
*Література:* [1]- с. 47; [2]- с.20 ; [3]- с.78 .
6. Для переробки твердих відходів використовують агрегати тонкого подрібнювання

*Література:* [1]- с. 90; [2]- с.34 ; [3]- с.52 .

7. Для реагентної обробки стічних вод використовуються мінеральні та органічні сполуки - коагулянти і флокулянти. Для цього застосовують

*Література:* [1]- с.88 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

8. Для роботи кульового барабанного млина ємністю 60 тон використовується коробка передач. У чому полягає золоте правило відповідності кількості зубів суміжних між собою шестерень

*Література:* [1]- с. 8; [2]- с.17; [3]- с.234.

9. У системах очищення стічних вод дії застосовують центрифуги безперервної дії з шнековою вивантаженням осаду для поділу концентрованих суспензій з розміром частинок

*Література:* [1]- с. 36; [2]- с. 18; [3]- с. 246.

10.Оболонка Землі, що являє собою сукупність океанів, морів, поверхневих вод суші, а також підземних вод і льодів, називається...

*Література:* [1]- с.17; [2]- с.35 ; [3]- с.48 .

11. Сфера гармонійної взаємодії природи і суспільства, у межах якої розумна діяльність стає головним, вирішальним фактором розвитку біосферних процесів – це...

*Література:* [1]- с.23; [2]- с.35 ; [3]- с.31 .

12. Скидання нагрітих стічних вод у водойм - це:

*Література:* [1]- с.4; [2]- с.6 ; [3]- с.11 .

13. Засмічення води й поверхні землі побутовим сміттям – це:

*Література:* [1]- с.18; [2]- с.32 ; [3]- с.16 .

14. Основними об'єктами антропогенного забруднення є:

*Література:* [1]- с.23; [2]- с.35 ; [3]- с.31 .

15. Поклади мінеральних ресурсів, що містяться в Землі – це...

*Література:* [1]- с.5; [2]- с.27 ; [3]- с.15 .

16. У системах очищення стічних вод дії застосовують центрифуги ...

*Література:* [1]- с. 39; [2]- с.20; [3]- с. 149.

17. Які стічні води не забороняється скидати в загально сплавну міську каналізаційну стічну мережу?

*Література:* [1]- с. 81; [2]- с. 21; [3]- с. 209.

18.Безвідходна технологія – це...

*Література:* [1]- с. 79; [2]- с.21; [3]- с. 201.

19. При барботуванні створюється велика межфазная поверхню на кордоні «рідина-газ», що сприяє інтенсифікації ...

*Література:* [1]- с. 13; [2]- с.20; [3]- с. 149.

20.Для якого виду ядерного випромінювання захист від радіації потребує найбільш товсті екрани?

*Література:* [1]- с. 81; [2]- с. 21; [3]- с. 202.

21. Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?

*Література:* [1]- с. 39; [2]- с.20; [3]- с. 149.

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

*Література:* [1]- с.15; [2]- с.19 [3]- с.9; [4]- с.11.

23. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю

*Література:* [2]- с.44; [3]- с. 26; [4]- с.34.

24. В яких одиницях вимірюється потужність експозиційної дози?

*Література:* [1]- с. 22; [2]- с.16 [3]- с.9; [4]- с.33.

25. Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?

*Література:* [1]- с. 114; [2]- с.36; [3]- с.137.

26. Методи та заходи зниження рівня забруднення повітря

*Література:* [1]- с. 126; [2]- с. 43; [3]- с. 149.

27. Способи очищення газових викидів. Захист атмосфери.

*Література:* [1]- с.15; [2]- с.19 [3]- с.9; [4]- с.11.

28. Джерела забруднення атмосфери. Класифікація викидів.

*Література:* [1]- с. 128; [2]- с. 26; [3]- с. 137.

29. Механічні методи осадження аеродисперсних частинок.

*Література:* [1]- с. 206; [2]- с.17; [3]- с.85

30. Основні фізико-хімічні властивості аеродисперсних частинок.

*Література:* [1]- с. 22; [2]- с.16 [3]- с.9; [4]- с.33.

31. Механічні методи осадження аеродисперсних частинок.

*Література:* [1]- с. 22; [2]- с.16 [3]- с.9; [4]- с.33.

32. Ефективність систем очищення повітря від твердих аеродисперсних частинок

*Література:* [1]- с. 206; [2]- с. 26; [3]- с.99.

33. Мокрі методи пилоочищення з використанням явищ абсорбції і хемосорбції.

*Література:* [1]- с. 202; [2]- с.18; [3]- с.85.

34. Метод абсорбції

*Література:* [1]- с. 206; [2]- с.22; [3]- с. 137.

35. Метод хемосорбції

*Література:* [1]- с. 22; [2]- с.16 [3]- с.9; [4]- с.33.

36. Адсорбційний метод очищення газів

*Література:* [1]- с. 208; [2]- с.23; [3]- с. 209.

37. Методи очищення води  
*Література:* [1]- с. 206; [2]- с.22; [3]- с. 137.
- 38.Методи та засоби очищення питної води.  
*Література:* [1]- с. 208; [2]- с.23; [3]- с 200.
39. Каталітичний метод очищення води  
*Література:* [1]- с. 226; [2]- с.23; [3]- с 200.
- 40.Термічний метод очищення Очищення газів від продуктів окислення щелочних металів.  
*Література:* [1]- с. 208; [2]- с.23; [3]- с 149.
- 41.Осадження частинок в електричному полі  
*Література:* [1]- с. 5; [2]- с.70; [3]- с.78.
- 42.Електричні фільтри  
*Література:* [1]- с. 22; [2]- с.78; [3]- с. 83.
43. Гравітаційне осадження частинок  
*Література:* [1]- с. 23; [2]- с. 81; [3]- с.63.
44. Осадження частинок в полі відцентрових сил.  
*Література:* [1]- с. 5; [2]- с.70; [3]- с.57.
45. Способи очищення газових викидів.  
*Література:* [1]- с. 22; [2]- с.78; [3]- с. 83.
46. Інженерно-фізичні принципи очищення повітря від аерозольних домішок  
*Література:* [1]- с. 21; [2]- с.70; [3]- с.57.
47. Захист водного середовища.  
*Література:* [1]- с. 23; [2]- с. 81; [3]- с.-63.
- 48.Класифікація способів очищення стічних вод  
*Література:* [1]- с. 23; [2]- с. 112; [3]- с.149.
49. Методи захисту літосфери.  
*Література:* [1]- с. 26; [2]- с.114; [3]- с. 232.
50. Методи захисту навколишнього середовища від промислових викидів  
*Література:* [1]- с. 17; [2]- с. 36; [3]- с.44.

#### **4.2 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМЛ-2**

- 1.У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися...  
*Література:* [1]- с. 8; [2]- с.17-18; [3]- с.234.
2. При захисту від вібрацій в промисловості зміна частоти власних коливань джерела (машини або пристрою) використовується  
*Література:* [1]- с. 153; [2]- с.34 ; [3]- 236с. .
- 3.Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в

навколишньому середовищі є

*Література:* [1]- с.137 ; [2]- с. 28; [3]- с.242 .

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

*Література:* [1]- с. 39; [2]- с.20-21; [3]- с. 149.

5. Що показує характеристика поглинання іонізуючого випромінювання захисними екранами  $I_{10}$  ?

*Література:* [1]- с. 81; [2]- с.20-21; [3]- с. 209.

6. За допомогою яких приладів визначають активність іонізуючого випромінювання?

*Література:* [1]- с. 44; [2]- с.20-21; [3]- с. 149.

7. За допомогою яких приладів перетворюють сцинтиляції в електричний імпульс ?

*Література:* [1]- с. 39; [2]- с.20-21; [3]- с. 209.

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

*Література:* [1]- с. 112; [2]- с.32; [3]- с.134

9. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю

*Література:* [1]- с. 111; [2]- с.32 [3]- с.85.

10. Завдяки чому відбувається іонізація макромолекул у водних розчинах (непряма дія іонізуючого випромінювання):

*Література:* [1]- с. 114 [2]- с.36; [3]- с.137.

11. Щоб отримати рентгенівський знімок грудної клітки людини використовують:

*Література:* [1]- с. 44; [2]- с.20-21; [3]- с. 149.

12. За внутрішнього опромінення людини найбільш шкідливими є:

*Література:* [1]- с. 111; [2]- с.32 [3]- с.85.

13. Що показує характеристика поглинання іонізуючого випромінювання захисними екранами  $I_{10}$  ?

*Література:* [1]- с. 82; [2]- с.34; [3]- с. 136.

14. За допомогою яких приладів визначають активність іонізуючого випромінювання?

*Література:* [1]- с. 82; [2]- с.33; [3]- с.85.

15. За допомогою яких приладів перетворюють сцинтиляції в електричний імпульс ?

*Література:* [1]- с. 114 [2]- с.36; [3]- с.137.

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

*Література:* [1]- с. 111; [2]- с.32[3]- с.85.

17. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю

*Література:* [1]- с. 85; [2]- с. 36; [3]- с.125.

18. В яких одиницях вимірюється потужність експозиційної дози?

*Література:* [1]- с. 8; [2]- с.5; [3]- с.123.

19. У яких одиницях вимірюється сучасними дозиметрами еквівалентна доза?

*Література:* [1]- с. 111; [2]- с.32[3]- с.85.

20.Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.11.

21.Де проходження іонізуючої частинки реєструється за виникненням імпульсу електричного струму внаслідок виникнення самостійного розряду в газі:

*Література:* [1]- с. 114; [2]- с.36; [3]- с.137

22.Як називається самодовільне перетворення ядер, внаслідок якого вилітає ядро атома гелію:

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.11.

23.За  $\beta^+$ -розпаду з атомного ядра вивільнюється:

*Література:* [2]- с.22; [3]- с.25; [4]- с.24.

24.Певні нукліди випромінюють  $\gamma$ -кванти, тому що:

*Література:* [2]- с.19 [3]- с.9; [4]- с.11.

25.Назвати радіоактивний ізотоп, розпад якого дає найбільший внесок в опромінення людини:

*Література:* [2]- с.19 [3]- с.9; [4]- с.11.

26. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до енергетичних

*Література:* [2]- с.22; [3]- с.25; [4]- с.24.

27. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.11.

28. Захист від вібрацій в промисловості шляхом перетворення енергії коливань системи в теплову енергію за рахунок використання матеріалів з великим внутрішнім тертям носить назву віброізоляції

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.11.

29. За один період напіврозпаду активність радіоактивної речовини

*Література:* [2]- с.22; [3]- с.25; [4]- с.24.

30.Для зменшення інтенсивності рентгенівських променів в 4 рази



потрібно використати

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.11.

31. Процес розкладу речовини під дією радіації при відсутності або недостатності кисню, називається

*Література:* [2]- с.22; [3]- с.25; [4]- с.24.

32. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.11.

33. Що не є джерелом радіоактивного забруднення ?

*Література:* [2]- с.22; [3]- с.25; [4]- с.24.

34. Яка доза характеризує кількість енергії іонізуючого випромінювання, поглинутої одиницею маси речовини?

*Література:* [2]- с.44; [3]- с. 26; [4]- с.34.

35. Еквівалентом якої одиниці є одиниця ефективної біологічної дози 1 бер ?

*Література:* [2]- с.22; [3]- с.25; [4]- с.24.

36. Захист від вібрацій в промисловості шляхом перетворення енергії коливань системи в теплову енергію за рахунок використання матеріалів з великим внутрішнім тертям носить назву

*Література:* [2]- с.44; [3]- с. 26; [4]- с.34.

37. Вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти відбувається

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.11.

38. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися

*Література:* [2]- с.22; [3]- с.25; [4]- с.24.

39. При захисту від вібрацій в промисловості зміна частоти власних коливань джерела (машини або пристрою) використовується

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.11.

40. Для зменшення інтенсивності рентгенівських променів в 4 рази потрібно використати

*Література:* [1]- с. 114; [2]- с.36; [3]- с.137.

41. Дезактивація та реабілітація радіаційно забруднених територій

*Література:* [1]- с.33; [2]- с. 206; [3]- с.241.

*Література:* [1]- с.71; [2]- с. 32; [3]- с.3; [4]- с.9.

42. Прилади для аналізу спектрів гамма-випромінювання

*Література:* [2]- с.22; [3]- с.25; [4]- с.24.

43. Енергетичні антропогенні забруднення

*Література:* [2]- с.22; [3]- с.25; [4]- с.24.

44. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в

навколишньому середовищі є

*Література:* [1]- с.71; [2]- с. 32; [3]- с.3; [4]- с.9.

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

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.15; [3]- с.5; [4]- с.9.

46. Для зменшення інтенсивності рентгенівських променів в 2 рази потрібно використати

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.24; [3]- с.5; [4]- с.12.

47. Поглинена доза

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.24; [3]- с.5; [4]- с.12.

48. Як називаються прилади для вимірювання спектрів гамма-випромінювання

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.24; [3]- с.5; [4]- с.12.

49. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.24; [3]- с.5; [4]- с.12.

50. Защита от электромагнитных полей и излучений

*Література:* [1]- с.35; [2]- с.137; [3]- с.242.

### **Приклади розв'язання задач за модулем ЗМП-1**

#### **Задача 1.**

Знайти концентрацію шкідливої речовини  $q$  в повітрі приміщення, якщо відомо, що кількість виділяються шкідливих речовин в приміщенні  $G = 0,5$  мг / м<sup>3</sup>, гранично допустима концентрація шкідливих речовин  $q_{\text{пдк}} = 2$  мг / м<sup>3</sup>, об'єм приміщення  $V_{\text{п}} = 300$  м<sup>3</sup>, а кратність повітрообміну  $K = 5$ .

Кратність повітрообміну  $K$  показує, скільки разів протягом години повітря в приміщенні повинен бути замінений повністю:

$$K = 3600 \frac{V}{V_{\text{п}}}, \text{ ч}^{-1}.$$

При цьому кількість повітря  $V$ , яке треба подати в приміщення для розведення шкідливих речовин до безпечних концентрацій, визначається за формулою

$$V = G / (q_{\text{пдк}} - q_0), \text{ м}^3/\text{с},$$

де  $G$  - кількість шкідливих речовин, що виділяються, мг / с;  $q_{\text{пдк}}$  - гранично допустима концентрація, мг / м<sup>3</sup>;  $q$  - концентрація шкідливої речовини у вступнику повітрі, мг / м<sup>3</sup> (не повинна перевищувати 30% від ГДК).

#### **Розв'язання:**

У випадках, коли кількість шкідливих речовин, у повітря приміщень важко визначити, допускається розраховувати кількість вентиляційного повітря по кратності повітрообміну, встановленого відомчими нормативними документами.

Знайдемо кількість повітря  $V$ , яке треба подати в приміщення для

розведення шкідливих речовин до безпечних концентрацій  
= МЗ / с

Концентрація шкідливої речовини у вступнику повітрі, мг / м<sup>3</sup> дорівнює

$$q_o = q_{\text{пдк}} - \frac{G}{V}$$

Підставивши чисельні значення, знайдемо q

$$q_o = 2 \text{ мг/м}^3 - \frac{0,5}{0,5} = 1 \text{ мг/м}^3$$

(див. додатки [4])

**Відповідь:** концентрація шкідливої речовини в повітрі приміщення q дорівнює 1 мг / м<sup>3</sup>.

## Задача 2

Знайти площу зони можливого хімічного зараження (ЗВХЗ) і час підходу хмари зараженого повітря до населеного пункту на відстані 15 км. в разі аварійного розливу аміаку в кількості 100 т. при швидкості вітру 3 м / с.

Площа ЗВХЗ визначається за формулою:

$$S = \frac{\pi \Gamma^2}{360^0} \varphi, \text{ км}^2$$

де  $\Gamma$  - глибина зони зараження, км;  $\varphi$  - кутовий розмір зони зараження, град.  
Час підходу зараженої хмари до об'єкта, розташованого на шляху його руху визначається за формулою:

$$t = \frac{X}{V}, \text{ ч}$$

де X - відстань від джерела зараження до об'єкта, км; V - швидкість переносу переднього фронту зараженого повітря, км / год.

Кутовий розмір зони зараження і швидкість переносу переднього фронту зараженого повітря знаходяться за допомогою таблиць 1 -4 [1].

### Розв'язання:

З таблиці 2 глибина зони зараження аміаком дорівнює  $\Gamma = 31,3$  км .. За таблиці 3 знаходимо кутовий розмір зони зараження. Для швидкості вітру більше 2 м / с він дорівнює 45 градусів. Тоді площа ЗВХЗ дорівнює

$$S = \frac{3,14 \cdot 31,4^2}{360} 45 = 387 \text{ км}^2$$

Швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря знаходяться за допомогою таблиці 4. Для изотермии вона дорівнює 18 км / год. (див. додатки)

Тоді час підходу зараженої хмари до об'єкта, розташованого на шляху його

$$\text{руху } t = \frac{X}{V} = \frac{15}{18} = 0,83 \text{ ч.}$$

**Відповідь:** час підходу зараженої хмари до об'єкта, розташованого на шляху його руху на відстані 15 км дорівнює 50 хв., А площа забруднення 387 км<sup>2</sup>.

### Задача 3

При відстоюванні стічних вод витрата їх складає понад 15000 м<sup>3</sup> / добу. Якою повинна бути глибина відстійника, якщо відомо, що швидкість потоку стічної води уздовж апарату дорівнює 0,5 м / с; В - ширина відстойника дорівнює 5 м, довжина каналу L= 50 м.

**І**

**Розв'язання:**

Висоту шару освітленої води Н можна визначити з формули

$$Q_{\text{осв}} = v_n \cdot B \cdot H,$$

$$Q_{\text{осв}} = \frac{15000}{604800} \cdot \frac{L}{v_n} = 2,5 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$H = \frac{Q_{\text{осв}}}{v_n B} = \frac{2,5}{0,5 \cdot 5} = 1 \text{ м}$$

Якщо глибина відстійника дорівнює 2 м, то ефективність відстоювання буде досягати лише  $\frac{1}{2}$ , тобто 50%.

**Відповідь:** висота шару освітленої води Н дорівнює 1 м.

### Задача 4

Визначити еквівалентну дозу для дорослих і дітей, якщо в атмосферному повітрі була зареєстрована об'ємна активність 100 Бк/м<sup>3</sup>. Час перебування в зоні дорівнює 1 добу.

**Розв'язання:**

Дозовий коефіцієнт розраховується і для повітря він дорівнює

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

Швидкість споживання повітря V- це середня швидкість дихання. Для дорослих її вважають рівною 23 м<sup>3</sup>/добу; для дітей - 13 м<sup>3</sup>/добу, або 8,4·10<sup>3</sup> і 5,5·10<sup>3</sup> м<sup>3</sup>/рік відповідно.

Еквівалентна доза розраховується. Для дорослих вона дорівнює

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

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 мЗв для дорослих і 0,44 мЗв для дітей.

### Задача 5

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

#### Розв'язання:

Дозовий коефіцієнт розраховується за формулою (2.18), і для води він дорівнює

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

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

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

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

### Задача 6

Розрахувати активність води на відстані  $X = 5$  км від місця викиду змуленого радіонукліда в річку. Активність радіонукліда на місці викиду дорівнює 500 Бк/л. Швидкість річки  $U = 0,5$  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<sup>3</sup>

### Задача 7

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  $G = 5 \cdot 10^{-8} \text{ с/м}^3$ .

#### 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

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

і дорівнює

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

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

### 4.3 Тестові завдання до залікової контрольної роботи ЗКР

1. Які з газів здійснюють функцію захисту від ультрафіолетового випромінювання Сонця?

*Література:* [2]- с.44; [3]- с. 26; [4]- с.34.

2. Функцію захисту від заряджених частинок космічного випромінювання здійснює...

*Література:* [1]- с.71; [2]- с. 32; [3]- с.3; [4]- с.9..

3. Причиною виникнення парникового ефекту є порушення пропорцій вмісту в атмосфері ...

*Література:* [2]- с.44; [3]- с. 26; [4]- с.34.

4. Апарати, у яких здійснюють процес абсорбції, називають

*Література:* [1]- с.51 ; [2]- с.21 ; [3]- с.86 .

5. Процес розкладу речовини під дією електричного струму при відсутності або недостатності кисню, називається

*Література:* [1]- с. 47; [2]- с.20 ; [3]- с.78 .

6. Для переробки твердих відходів використовують агрегати тонкого подрібнювання

*Література:* [1]- с. 90; [2]- с.34 ; [3]- с.52 .

7. Для реагентної обробки стічних вод використовуються мінеральні та органічні сполуки - коагулянти і флокулянти. Для цього застосовують

*Література:* [1]- с.88 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

8. Для роботи кульового барабанного млина ємністю 60 тон використовується коробка передач. У чому полягає золоте правило відповідності кількості зубів суміжних між собою шестерень

*Література:* [1]- с. 8; [2]- с.17-18; [3]- с.234.

9. У системах очищення стічних вод дії застосовують центрифуги безперервної дії з шнековою вивантаженням осаду для поділу концентрованих суспензій з розміром частинок

*Література:* [1]- с. 8; [2]- с.17-18; [3]- с.234.

10.Оболонка Землі, що являє собою сукупність океанів, морів,

поверхневих вод суші, а також підземних вод і льодів, називається...

*Література:* [1]- с.88 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

11. Сфера гармонійної взаємодії природи і суспільства, у межах якої розумна діяльність стає головним, вирішальним фактором розвитку біосферних процесів – це...

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.14.

12. Скидання нагрітих стічних вод у водойм - це:

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.14.

13. Засмічення води й поверхні землі побутовим сміттям – це:

*Література:* [1]- с.88 ; [2]- с.23 ; [3]- с.194 .

14. Основними об'єктами антропогенного забруднення є:

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.8; [3]- с.4; [4]- с.11.

15. Поклади мінеральних ресурсів, що містяться в Землі – це...

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.8; [3]- с.4; [4]- с.11.

16. У системах очищення стічних вод дії застосовують центрифуги ...

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.8; [3]- с.4; [4]- с.11.

17. Які стічні води не забороняється скидати в загально сплавну міську каналізаційну стічну мережу?

*Література:* [1]- с.71; [2]- с.8; [3]- с.4; [4]- с.11.

18.Безвідходна технологія – це...

*Література:* [1]- с.59; [2]- с.29; [3]- с.11.

19. При барботуванні створюється велика межфазная поверхню на кордоні «рідина-газ», що сприяє інтенсифікації ...

*Література:* [1]- с.59; [2]- с.29; [3]- с.11.

20.Для якого виду ядерного випромінювання захист від радіації потребує найбільш товсті екрани?

*Література:* [1]- с.59; [2]- с.29; [3]- с.11.

21. Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-випромінювання?

*Література:* [1]- с.59; [2]- с.29; [3]- с.11.

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

*Література:* [1]- с. 71; [2]- с.35, ; [3]- с. 52.

23. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю

*Література:* [1]- с. 71; [2]- с.35, ; [3]- с. 52.

24. В яких одиницях вимірюється потужність експозиційної дози?

*Література:* [1]- с. 71; [2]- с.35, ; [3]- с. 52.

25.Як називаються прилади для вимірювання та аналізу спектрів гамма-

випромінювання?

*Література:* [1]- с. 71; [2]- с.35, ; [3]- с. 52.

26. Які з перелічених антропогенних забруднень належать до енергетичних

*Література:* [1]- с.38; [2]- с.37, ; [3]- с. 100.

27. Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є

*Література:* [1]- с.38; [2]- с.37, ; [3]- с. 100..

28. Захист від вібрацій в промисловості шляхом перетворення енергії коливань системи в теплову енергію за рахунок використання матеріалів з великим внутрішнім тертям носить назву

*Література:* [1]- с.38; [2]- с.37, ; [3]- с. 100.

віброізоляції

29. За один період напіврозпаду активність радіоактивної речовини

*Література:* [1]- с.38; [2]- с.37, ; [3]- с. 100.

30. Для зменшення інтенсивності рентгенівських променів в 4 рази потрібно використати

*Література:* [1]- с.38; [2]- с.37, ; [3]- с. 100.

31. Процес розкладу речовини під дією радіації при відсутності або недостатності кисню, називається

*Література:* [1]- с.59; [2]- с.29; [3]- с.11.

32. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися

*Література:* [1]- с.59; [2]- с.29; [3]- с.11.

33. Що не є джерелом радіоактивного забруднення ?

*Література:* [1]- с.59; [2]- с.29; [3]- с.11.

34. Яка доза характеризує кількість енергії іонізуючого випромінювання, поглинутої одиницею маси речовини?

*Література:* [1]- с.59; [2]- с.29; [3]- с.11.

35. Еквівалентом якої одиниці є одиниця ефективної біологічної дози 1 бер ?

*Література:* [1]- с.59; [2]- с.29; [3]- с.11.

36. Захист від вібрацій в промисловості шляхом перетворення енергії коливань системи в теплову енергію за рахунок використання матеріалів з великим внутрішнім тертям носить назву

*Література:* [1]- с.11; [2]- с.23; [3]- с.32.

37. Вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти відбувається

*Література:* [1]- с.11; [2]- с.23; [3]- с.32.

38. У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися



*Література:* [1]- с.11; [2]- с.23; [3]- с.32.

39. При захисту від вібрацій в промисловості зміна частоти власних коливань джерела (машини або пристрою) використовується

*Література:* [1]- с.11; [2]- с.23; [3]- с.32.

40.Для зменшення інтенсивності рентгенівських променів в 4 рази потрібно використати

*Література:* [1]- с.11; [2]- с.23; [3]- с.32.

41.У захисних пристроях навколишнього середовища від енергетичних впливів захист може здійснюватися...

*Література:* [1]- с.87; [2]- с.4; [4]- с. 52.

42. При захисту від вібрацій в промисловості зміна частоти власних коливань джерела (машини або пристрою) використовується

*Література:* [1]- с. 153; [2]- с.34 ; [3]- 236с. .

43.Основним способом захисту від електромагнітного випромінювання в навколишньому середовищі є

*Література:* [1]- с.137 ; [2]- с. 28; [3]- с.242 .

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

*Література:* [1]- с.87; [2]- с.4; [4]- с. 52.

45.Що показує характеристика поглинання іонізуючого випромінювання захисними екранами  $I_{10}$  ?

*Література:* [1]- с.87; [2]- с.4; [4]- с. 52.

46. За допомогою яких приладів визначають активність іонізуючого випромінювання?

*Література:* [1]- с.87; [2]- с.4; [4]- с. 52.

47. За допомогою яких приладів перетворюють сцинтиляції в електричний імпульс ?

*Література:* *Література:* [1]- с.87; [2]- с.4; [4]- с. 52.

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

*Література:* [1]- с.87; [2]- с.4; [4]- с. 52.

49. Як називається чутливий елемент приладів радіо-дозиметричного контролю

*Література:* [1]- с.87; [2]- с.4; [4]- с. 52.

50. Завдяки чому відбувається іонізація макромолекул у водних розчинах (непряма дія іонізуючого випромінювання):

*Література:* [1]- с.49; [2]- с. 37; [3]- с.5; [4]- с.11.

## Література

### Основна література

1. Курятников В.В. Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища : Конспект лекцій. Одеса, ОДЕКУ, 2017. 51с.
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.
3. Герасимов, О. І., Андріанова, І. С., Курятников, В. В., Співак, А. Я. *Посібник для пошукувачів рівня підготовки доктор філософії за спеціальністю Технології захисту навколишнього середовища : навчальний посібник*. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2021. 213 с.
4. Курятников В.В. Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни “Інженерно-фізичні аспекти захисту навколишнього середовища ”, для аспірантів рівня вищої освіти «магістр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2017. 37с.
5. Репозитарій ОДЕКУ. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

### Додаткова література

1. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля : Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144с.
2. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями : Підручник. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
3. Герасимов О.І. Технології захисту навколишнього середовища : Підручник / Одеськ. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2019. 268 с.
4. Сайт дистанційної освіти кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ. URL: [www.dpt12s.odeku.edu.ua](http://www.dpt12s.odeku.edu.ua)
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 аспірантів рівня вищої освіти «бакалавр» за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2020. 48с.
6. Кобзарь И.Г., Козлова В.В. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : Курс лекций по дисциплине "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". Ульяновск: УлГТУ, 2007. 68с. Електронне посилання: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2007/140.pdf>
7. Шеин Е.В. Курс физики почв : Учебник. М.: Изд. МГУ, 2005. 432 с.
8. Широков Ю. М., Юдин К. П. Ядерная физика. М.: Наука, 1972. 672 с.
9. Норми радіаційної безпеки України. НРБУ-97. К.,1997. 209 с.