

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до навчальної практики**

**«Фізичні методи діагностики систем довкілля»**

за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Рівень вищої освіти - бакалавр

**Затверджено**  
на засіданні групи  
забезпечення спеціальності  
пр.№ 4 від 03 травня 2023 р.

Одеса 2023

Методичні вказівки до навчальної практики «Фізичні методи діагностики систем довкілля» - для студентів першого курсу спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”, ОДЕКУ, Одеса, 2023.  
24 с. укр. мова

Укладачі: докт. фіз.-мат. наук, професор Герасимов О.І.  
канд. фіз.-мат. наук, доцент Курятников В.В.,  
канд. фіз.-мат. наук, доцент Кудашкіна Л.С.,

## Зміст

Вступ. . . . .	4
1. Загальна частина. . . . .	5
1.1 Мета та завдання навчальної практики . . . . .	5
1.2 Зміст практики. Календарний план. . . . .	6
1.3 Контрольні заходи з практики. . . . .	8
2. Повчання та методичні вказівки до виконання робіт навчальної практики. . . . .	8
3. Організація самостійної роботи студентів. . . . .	17
3.1 Перелік завдань на самостійну роботу. . . . .	17
4. Методичні рекомендації. . . . .	18
5. Форми і методи контролю. . . . .	19
6. Вимоги до звіту. . . . .	20
7. Підведення підсумків навчальної практики . . . . .	20
8. Перелік навчальної літератури та наявне методичне забезпечення .	21

## **Вступ**

Мета цих методичних вказівок - допомогти студентам першого року навчання бакалаврського рівня підготовки за спеціальністю 183 "Технології захисту навколишнього середовища" у роботі при виконанні навчальної практики «Фізичні методи діагностики систем довкілля».

Навчальна практика «Фізичні методи діагностики систем довкілля» відповідає за своїм змістом першій частині дисципліни "Фізика" та дисципліні "Вступ до фаху (інженерний захист навколишнього середовища)", і забезпечує закріплення теоретичного матеріалу з цих дисциплін відповідним наданням студентам вмінь та навичок з питань методів та засобів контролю параметрів довкілля.

Робота студента під час практики включає:

- підготовку до практичних занять;
- виконання експериментальних вимірювань та розрахунків під час занять;
- підготовку рефератів та інших матеріалів з теми вивчення;
- підготовку до написання звіту з навчальної практики;
- підготовку до заліку.

В загальній частині цих методичних вказівок наведені мета і задачі практики, які відповідають програмі навчальної практики.

Дається перелік знань і вмінь для успішного засвоєння. Приводиться перелік контролюючих заходів контролю.

Другий розділ цих методичних вказівок містить методичні вказівки та повчання з проведення окремих робіт навчальної практики. Таких робіт разом з роботою по написанню та оформленню звіту практики -10.

Третій розділ цих методичних вказівок включає перелік основної та додаткової навчальної літератури.

### **1. Загальна частина**

Навчальна практика "Фізичні методи діагностики систем довкілля" призначена для студентів 1 курсу спеціальності 183 "Технології захисту навколишнього середовища". Тривалість практики - 120 год. (3 тижні), 2 семестр, база практики – ОДЕКУ.

Навчальна практика "Фізичні методи діагностики систем довкілля" є обов'язковою, професійно орієнтованою для спеціальності – 183 "Технології захисту навколишнього середовища".

#### **1.1 Мета та завдання навчальної практики**

Навчальна практика "Фізичні методи діагностики систем довкілля" спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» призначена для закріплення студентами знань з основ загальних фізичних

принципів діагностики систем довкілля, придбання навичок у вимірюваннях широкого спектру параметрів довкілля та формування у студентів професійних вмінь, навичок у роботі при виконанні обов'язків, властивих майбутній професійній діяльності.

**Завдання практики:** ознайомлення студентів з засобами оцінки екологічного становища навколишнього середовища, засвоєння засобів діагностики систем довкілля та реєстрації техногенних випромінювань, оцінки небезпечності процесів поширення забруднення.

**Метою** навчальної практики “Фізичні методи діагностики систем довкілля” є придбання навичок в поводженні з вимірювальною технікою, закріпленні основних понять і визначень метрології в частині методів вимірювань і визначенні похибки засобів вимірювань, практичне засвоєння основних принципів роботи промислових приладів і засобів автоматизації.

Зазначена мета в повній мірі відповідає основним задачам підготовки фахівців в галузі технологій захисту навколишнього середовища.

Під час проходження практики студент має:

**знати:** основні поняття і визначення в частині фізичних методів діагностики систем довкілля, методів та засобів вимірювань, похибки у вимірюваннях;

**вміти:** поводитися з приладами для діагностики систем довкілля, проводити вимірювання параметрів довкілля; аналізувати результати вимірювань, використовуючи для цього отримані при вивченні теоретичного матеріалу знання.

**В результаті проходження практики студент має:**

- засвоїти фізичні методи діагностики систем довкілля, принципи роботи вимірювальних приладів і систем;
- придбати навички з питань фізичних методів діагностики систем довкілля - засвоїти нові, сучасні методи вимірювань;
- придбати навички з питань статистичного аналізу даних моніторингу.

**Компетенції,** формуванню яких призначена навчальна практика (шифр компетенцій в освітньо-професійній програмі ОПП підготовки бакалаврів: К-12), суть яких полягає у:

- здатності освоювати та використовувати сучасні прилади та обладнання для вимірювання параметрів навколишнього середовища;
- знання основних принципів роботи вимірювальної техніки, її конструктивних особливостей.

Отримані практичні знання, вміння та навички є необхідними у процесі професійної підготовки фахівців – спеціалістів з технологій захисту навколишнього середовища.

**Критерії оцінювання результатів навчальної практики** визначаються 2- бальною шкалою оцінювання (зарах/незарах).

## 1.2 Зміст практики. Календарний план.

Практика проводиться наприкінці 1-го курсу. Базою навчальної практики є лабораторії кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ.

Загальний час проходження практики - 3 тижні (18 днів) у 2 семестрі. Обсяг практики складається з 4-х кредитів (120 годин).

Зміст практики відповідає затвердженим групою забезпечення спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» в ОДЕКУ програмі навчальної практики «Фізичні методи діагностики систем довкілля» та «Календарному плану» цієї практики.

Календарний план містить перелік робіт практики та кількість навчального часу для виконання цих робіт. У календарному плані перелічені обов'язкові для виконання роботи. Порядок їх виконання може бути довільним, за винятком першої роботи «Інструктаж з техніки безпеки і охорони праці в лабораторії. Загальне знайомство з метою та задачами практики».

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п\п	Вид роботи	Кількість днів	№ роботи
1	Інструктаж з техніки безпеки і охорони праці при роботі у лабораторії.	0,5	1
2	Загальне знайомство з метою та задачами практики.	0,5	1
3	Ознайомлення з методами діагностики, моніторингу та контролю довкілля. Загальні фізичні методи.	1	2
4	Фізичні методи діагностики систем довкілля. Знайомство з літературою стосовно поставленої задачі. Використання інтернет-технологій.	2	2

5	Вимірювання маси та густини дисперсних пиленодібних та гранульованих матеріали. Терези і техніка зважування.	2	3
6	Радіометричні прилади та обладнання. Іонізаційні та сцинтиляційні лічильники.	2	4
7	Знайомство з елементами дозиметрії, дозиметричні прилади.	2	5
8	Дистанційні методи вивчення забруднень в технологіях захисту навколишнього середовища	2	6
9	Статистична обробка даних. Статистичні похибки результатів.	2	7
10	Обробка даних спостережень. Оформлення щоденника практики, робочого зошита.	3	8
11	Написання та оформлення звіту навчальної практики. Обговорення звіту з керівником навчальної практики.	2	9-10
12	Захист звіту.	1	11
13	Усього:	20 днів (СРС: 1кр.- 30год)	10 робіт

**Лабораторне обладнання** забезпечено лабораторіями кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища.

Лабораторне обладнання включає: лабораторний практикум з механіки, НДЛС – навчально-дослідні лабораторні стенди з наборами радіодеталей, електровимірювальні прилади – цифрові вольтметри, мультиметри, осцилографи, генератори, аналізатори імпульсів, вимірювачі добротності, лічильники імпульсів, аналізатори імпульсів, радіометри та дозиметри, а також багатофункціональні комп’ютерні інформаційно-вимірювальні лабораторні комплекси УНІПРО, БОРДО та гамма-спектрометричний комплекс ГАММАЛАБ, інформаційне радіометричне цифрове табло ІТ-09.

### **1.3 Контрольні заходи з практики**

При проходженні практики “Фізичні методи діагностики систем довкілля” використовуються різні форми контролю, серед яких під час практичних занять викладачем застосовуються: контроль виконання завдання, усне опитування у ході заняття та тестування, захист звіту з практики, перевірка правильності ведення студентами своїх робочих зошитів, щоденників практики і т.д.

Основним є контроль правильності роботи студентів з лабораторними приладами та устаткуванням, суворе дотримання правил техніки безпеки.

## **2. Повчання та методичні вказівки до виконання робіт навчальної практики**

### **2.1 Робота 1. Техніка безпеки і охорони праці в лабораторії при проведенні навчальної практики**

Практичні заняття проводяться у лабораторіях кафедри загальної та теоретичної фізики згідно календарному плану навчальної практики з “Фізичних методів діагностики систем довкілля”.

Перед ознайомленням зі змістом курсу навчальної практики, студент має прослухати **правила з техніки безпеки** при роботі з приладами лабораторій кафедри загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ:

1. До навчальної практики допускаються студенти, які ознайомилися з вимогами техніки безпеки та методикою виконання роботи.
2. Забороняється усувати будь-які несправності в приладах, розкривати кришку приладу і т. п.
3. Забороняється порушувати цілісність ємностей з імітаторами продуктів, в яких знаходяться речовини з підвищеним вмістом радіоізотопів.
4. Забороняється залишати прилад у включеному стані після проведених вимірів.
5. При виявленні несправностей або пошкоджень лабораторного комплексу негайного повідомити про це викладача.
6. Допуск до роботи студентів, які не пройшли вхідного інструктажу і інструктаж на робочому місці з техніки безпеки по усім видам робіт



забороняється.

7. Про допуск до роботи на практиці свідчить підпис студента і керівника практики у журналі з ієхники безпеки лабораторії.

8. В звіт по практиці необхідно включити розділ по охороні праці, у якому потрібно охарактеризувати наступне:

а) правила з охорони праці та техніки безпеки на робочому місці;

б) порядок роботи, включення та вимкнення робочого устаткування.

## **2.2 Робота 2. Ознайомлення з методами діагностики, моніторингу та контролю довкілля. Загальні фізичні методи. Електричні вимірювання.**

Вивчення теми рекомендується починати з питань методів діагностики, моніторингу та контролю довкілля. Потрібно провести ознайомлення із загальними фізичними методами, методами безконтактних вимірювань. Виконання робіт слід починати із знайомства з літературою стосовно поставленої задачі та використання інтернет-технологій.

Далі потрібно розглянути загальні фізичні методи діагностики систем довкілля.

На перших заняттях з використанням вимірювальної техніки потрібно згадати про існуючі класифікації вимірювань (прямі та непрямі) та похибки вимірювань (систематичні, випадкові та грубі, тобто промахи).

Потрібно розглянути випадкові похибки прямих вимірювань та згадати визначення першого та другого моментів у розподілі похибок – середнє арифметичне значення вимірюваної величини та дисперсію цієї величини, тобто відхилення його від істинного значення.

У спектроскопічних методах є необхідність використання статистичної обробки даних експерименту, що дозволяє коректно визначати дисперсію даних, імовірність появи тих чи інших значень і т.д., обумовлену мікро- і макро- флуктуаціями різної природи.

Наприклад - вимірювання амплітуд імпульсів пропорційного лічильника, що опромінюється моноенергетичними зарядженими частинками. Розкид амплітуд обумовлений: - 1) коливаннями напруги джерела живлення (макроефект); - 2) флуктуаціями в числі пар іонів, утворених у чуттєвому об'ємі детектора (мікроефект).

Студенти мають ознайомитися з методами обробки даних радіодозиметричних та спектроскопічних вимірювань. Ця робота є продовженням робіт лабораторного фізичного практикуму. Окремі вправи навчальної практики наведені у кафедральних методичних вказівках до виконання лабораторних робіт. Тому викладачі мають ознайомити студентів з існуючими на кафедрі матеріалами по повчанню і методичними вказівками кафедри.

Завдання з роботи №2 формулюються викладачем з перелічених вправ.

**Вправа 1** Ознайомитися з навчально-дослідним лабораторним стендом НДЛС для електричних вимірювань. Ознайомитися із вправою за допомогою методичних вказівок [1], Зібрати прості схеми паралельного та послідовного з'єднання резисторів.

#### **Вправа 2**

Зібрати схему послідовного з'єднання 2-х резисторів. Включити в схему послідовно з резисторами амперметр. Підключити схему до блока постійної напруги. Змінюючи напругу від 0 до 20 В, поміряти струм  $I$ , що тече по схемі. Розрахувати за законом Ома повний опір схеми.

#### **Вправа 3**

Підключити паралельно амперметру у якості шунта низькоомний резистор (з блоку змінних опірив НДЛС). Поміряти струми без шунта та із шунтом. Порівняти їх та знайти амперметра, знаючи опір шунта.

#### **Вправа 4**

Зібрати схему паралельного з'єднання 2-х резисторів. Включити в схему по черзі послідовно з кожним резистором амперметр. Поміряти при заданій напрузі струми через ці резистори, а також загальний струм схеми. По даним вимірювань зробити розрахунки для перевірки правил Кірхгофа.

### **2.3 Робота 3. Вимірювання маси та густини дисперсних пилеподібних та гранульованих матеріалів: одиниці та прилади. Терези і техніка зважування.**

Вимірювання маси та густини дисперсних пилеподібних та гранульованих матеріалів – це питання, які стосуються класичних робіт лабораторного фізичного практикуму, а з іншого боку сучасних питань фізики м'якої матерії та технологій захисту навколишнього середовища. Обладнання: терези технічні Т-200 та Т-1000, терези торзійні типу ВТ, терези лабораторні аналітичні АДВ-200, набір тягарців, тіла різної маси.

При роботі з вимірювальними приладами, що випускає вітчизняна та зарубіжна промисловість, знайомство з апаратурою потрібно починати з вивчення паспортної документації цієї апаратури.

Це стосується будь-якої технічної апаратури і у тому числі є обов'язковим для діагностики і вимірювання параметрів навколишнього середовища

Ця робота складається з двох частин: у першій частині розбираються питання вимірювань за допомогою терезів. Розбирається техніка зважування, у другій частині розбираються питання вимірювань конкретної фізичної величини.

Розбираються питання класифікації приладів для вимірювання параметрів довкілля – вологості повітря, температури, швидкості водних і повітряних потоків, радіоактивності та доз випромінювання наведені у літературі до вивчення цієї роботи.

**Вправа 1.** Визначити масу тіла за допомогою технічних терезів та набору тягарців .

**Вправа 2.** Визначити масу тіла за допомогою торзійних терезів типу ВТ,

**Вправа 3.** Визначити густину гранульованого вугілля пікнометричним методом за допомогою терезів.

#### 2.4 Робота 4. Радіометричні прилади та обладнання. Іонізаційні та сцинтиляційні лічильники.

**Метою роботи** є вивчення сцинтиляційних методів і засобів реєстрації іонізуючого випромінювання, вивчення роботи бета-радіометра РУБ-01П, , вимірювання радіоактивності.

**Сцинтиляційний лічильник** - прилад для реєстрації ядерних випромінювань і елементарних частинок (протонів, нейтронів, електронів, гамма-квантів, мезонів і т. д.), основними елементами якого є речовина, люмінесцирующая під дією заряджених частинок (сцинтилятор), і фотоелектронний помножувач (ФЕП).

Принцип роботи сцинтиляційних детекторів заснований на здатності іонізуючого випромінювання збуджувати атоми і молекули середовища. Перехід атомів і молекул зі збудженого стану в основний супроводжується випускненням світла (видимого, ультрафіолетового). У сцинтиляційних детекторах відбувається перетворення енергії випромінювання у світловий спалах.

У якості детекторів використовують кристалічні сцинтилятори: NAI, активований Тl [NAI (Тl)], антрацен і ZNS.

Щоб не «втратити» світло, що випромінює, необхідний контакт ФЕУ з сцинтилятором. При невеликих розмірах сцинтилятор безпосередньо приклеюється до фотокатода ФЕУ.

Таблиця 1. Характеристики деяких твердих і рідких сцинтиляторів, вживаних в сцинтиляційних лічильниках

Речовина	Густина, $g/cm^3$	Час висвічення, $t$ , $10^{-9} c$	Довжина хвилі в максимумі спектру,	Конверсійна ефективність $h$ % (для електронів)
<b>Кристали</b> Антрацен $C_{14}H_{10}$	1,25	30	4450	4

Стильбен C <sub>14</sub> H <sub>12</sub>	1,16	6	4100	3
NAI (Tl)	3,67	250	4100	6
ZNS (Ag)	4,09	11	4500	10
CsI (Tl)	4,5	700	5600	2
<b>Рідини</b>				
Розчин <i>p</i> - терфеніла в ксилолі (5 г/л) з додаванням РОРОР <sup>1</sup> (0,1 г/л)	0,86	2	3500	2
Розчин <i>p</i> - терфеніла в толуолі(4 г/л) з додаванням РОРОР (0,1г/л)	0,86	2,7	4300	2,5
<b>Пластики</b>				
Полістирол з додаванням <i>p</i> - терфеніла (0,9%) і а- про <sup>2</sup> (0,05 вагових %)	1,06	2,2	4000	1,6
Полівінілтолуол з додаванням 3,4% <i>p</i> - терфеніла і 0,1 вагових % РОРОР	1,1	3	4300	2

**Вивчення роботи бета-радіометра РУБ-01П, вимірювання радіоактивного фону..**

Бета-радіометр РУБ-01П призначений для виміру питомої і об'ємної активності бета-випромінюючих нуклідів у проб природнього 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.

**Вправа 1.** Вимірювання радіаційного фону за допомогою сцинтиляційних лічильників.

## **2.5 Робота 5. Знайомство з елементами дозиметрії, дозиметричні прилади.**

### **Вимірювання амбієнтного еквівалента дози та потужності дози випромінювання**

Для кількісної оцінки взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною існує поняття "доза". Розрізняють поглинуту, експозиційну та еквівалентну дози. Поглинута доза  $D_p$  - це енергія, що поглинута одиницею маси речовини. Одиниця дози в системі SI - 1 Грей. Експозиційна доза  $X$  - це кількість заряду, що утворився в одиниці маси речовини при проходженні іонізуючого випромінювання. Одиниця експозиційної дози в системі SI - 1 Кл/кг, внесистемна одиниця - 1 Рентген.  
 $1 \text{ P} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг.}$

Еквівалентна доза  $H_T$  - це добуток поглинутої дози на коефіцієнт якості  $k$ , який показує у скільки разів біологічна дія даного випромінювання більша за дію рентгенівського. Одиниця дози в системі SI - 1 Зіверт.

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер.}$$

### **Дозиметр гамма-бета випромінювань РКС-01 "СТОРА"**

В основі роботи приладу РКС-01 "СТОРА" лежить іонізаційний метод реєстрації ядерного випромінювання. В якості детектора в приладі використовується лічильник Гейгера-Мюлера.

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.

**Дозиметр-радіометр МКС-05 "ТЕРРА"** призначений для вимірювання амбієнтного еквівалента дози (ЕД) і потужності амбієнтного еквівалента дози (ПЕД) рентгенівського випромінювання, а також поверхневої густини потоку частинок бета-випромінювання. Дозиметр використовується для екологічних досліджень, для дозиметричного і радіометричного контролю на промислових підприємствах; контролю радіаційної чистоти житлових приміщень, будівель і споруд, території, що до них прилягає, предметів побуту, одягу, поверхні ґрунту на присадибних ділянках, транспортних засобів.

Дозиметр виконаний в плоскому прямокутному пластмасовому корпусі. Корпус дозиметра (рисунок 1) складається з нижньої (1) та верхньої (2) накривок. У середній частині верхньої накривки (2) дозиметра розташовано РКІ (3), зліва і праворуч над нею - дві кнопки управління роботою дозиметра – ПОРІГ (4) і РЕЖИМ (5).



Рисунок 1 - Зовнішній вигляд дозиметра (вид зверху)

#### **Вимірювання дозиметром:**

Вимірювання потужності еквівалентної дози (ПЕД) гамма – та рентгенівського випромінювань.

Вимірювання еквівалентної дози (ЕД) гамма - та рентгенівського випромінювань.

Вимірювання поверхневої щільності потоку бета-частинок.

Вимірювання часу накопичення еквівалентної дози.

Вимірювання реального часу (годинник).

**Завдання:** Вимірити радіаційний фон за допомогою дозиметра.

#### **2.6 Робота 6. Дистанційні методи**

Зміст цієї роботи складають: дистанційні методи вивчення забруднень атмосфери; дистанційні методи вивчення забруднення вод Світового океану; дистанційні методи вивчення забруднення ґрунтового покриву; застосування дистанційних методів при вивченні лісів.

Серед дистанційних методів: аерокосмічний моніторинг динаміки екосистем; аерокосмічний моніторинг тваринного світу; моніторинг природних стихійних явищ за допомогою дистанційних досліджень; дистанційні методи вивчення екологічних проблем урбанізованих територій.

Дистанційні методи – це комплекс апаратних та методичних розробок, які дозволяють отримувати й інтерпретувати фото, кіно та телевізійні зображення, спектральні картини природних і штучних

утворень, які доставляються або передаються з дистанційних, наприклад, аерокосмічних засобів спостереження.

Розробка та використання дистанційних методів вивчення природного середовища, слідкування за станом довкілля і його змінами розглядаються нині як самостійний і перспективний напрямок, що у сукупності є дистанційним моніторингом.

Метою роботи є вивчення деяких елементів дистанційних методів вимірювань механічних, теплових, електромагнітних та радіаційних параметрів навколишнього середовища

**Вправа 1.** Визначення швидкості обертання диску стробоскопічним методом.

Нанести на диску світлу риску. Освітити диск при його обертанні індикаторною лампою, підключеною до генератора звукової частоти.

Регулюючи частоту генератора, знайти частоту, при якій риска здається нерухомою.

**Вправа 2.** Визначити температуру лампи розжарювання за допомогою пірметра. Вимірюється яркісна температура методом зникаючої нитки лампи.

**Вправа 3.** Вивчення резонанса на прикладі крутильного маятника.

**Вправа 4** Вимірювання радіаційного фону.

## **2.7 Робота 7. Статистична обробка даних. Статистичні похибки результатів.**

В ядерній спектроскопії є необхідність використання статистичної обробки даних експерименту, що дозволяє коректно визначати дисперсію даних, імовірність появи тих чи інших значень і т.д., обумовлену мікро- і макро- флуктуаціями різної природи.

Наприклад - вимірювання амплітуд імпульсів пропорційного лічильника, що опромінюється моноенергетичними зарядженими частинками. Розкид амплітуд обумовлений: - 1) коливаннями напруги джерела живлення (макроефект); - 2) флуктуаціями в числі пар іонів, утворених у чуттєвому об'ємі детектора (мікроефект).

Види основних статистичних розподілів, що використовуються в ядерних дослідженнях:

1. Біноміальний розподіл;
2. Розподіл Гаусса;
3. Розподіл Пуассона;
4. Розподіл Колмогорова.

Студенти мають ознайомитися з цими розподілами та можливістю використання їх при обробці даних радіо-дозиметричних та спектроскопічних вимірювань.

Студенти мають ознайомитися з матеріалами по повчанню і методичними вказівками до цієї роботи, а також виконати відповідні вправи практики, використовуючи додаткові літературні джерела.

Студенти мають розглянути питання вимірювань статистичних характеристик, середнього значення, дисперсії, кореляційної функції, енергетичного спектру, густини розподілу ймовірностей.

При вивченні цих питань необхідно розглянути основні засоби отримання характеристик випадкових процесів: функцій розподілу ймовірностей, середнього і середньоквадратичного значень, кореляційних функцій і спектральної густини потужності.

При вимірюванні характеристик випадкових процесів отримати повністю вірогідні результати теоретично неможливо, оскільки кількість вимірювань обмежена.

Характеристики розподілу, які отримані експериментально, називаються статистичними характеристиками або оцінками.

Вимірювання математичного сподівання випадкового процесу, починається з подачі випадкового процесу на аналого-цифровий перетворювач. Після цього дискретні числові значення подаються на два входи перемножувача (квадратора), на виході якого отримують квадрати вибірових значень випадкового процесу, які подають на пристрій усереднення вибірових значень. З виходу пристрою арифметичне середнє квадратів числових значень інвертується інвертором та подається на один з чотирьох входів суматора. На два входи суматора подається арифметичне середнє числових значень, яке отримується, на виході додатково встановленого пристрою для усереднення, на вхід якого подаються вибірові значення з виходу аналого-цифрового перетворювача.

### ***Функція розподілу ймовірностей дискретної випадкової величини та її властивості***

Розглянемо функцію  $F(x)$ , визначену на всій числовій осі  $Ox$ . Для кожного  $x$  значення  $F(x)$  дорівнює ймовірності того, що дискретна випадкова величина  $\xi$  приймає значення менші  $x$ .

Тобто  $F(x) = P(\xi < x)$ .

Ця функція називається ***функцією розподілу ймовірностей***, або ***функцією розподілу***.

Знаючи функцію розподілу  $F(x)$ , легко знайти імовірність того, що випадкова величина  $\xi$  задовольняє нерівності  $x' \leq \xi < x''$ .

За визначенням функції розподілу

$$P(x' \leq \xi < x'') = F(x'') - F(x')$$



Імовірність попадання дискретної випадкової величини в інтервал  $x' \leq \xi < x''$  дорівнює приросту функції розподілу на цьому інтервалі.

### Основні властивості функції розподілу.

1. Функція розподілу є не спадною.

Нехай  $x' < x''$ ,  $P(x' \leq x < x'') \geq 0$ . Із знайденої формули отримаємо:  
 $F(x'') - F(x') \geq 0 \Rightarrow F(x'') \geq F(x')$ .

2. Значення функції задовольняють нерівність:

$$0 \leq F(x) \leq 1, F(-\infty) = \lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0;$$

$$F(+\infty) = \lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = 1, \text{ це впливає з означення функції } F(x).$$

3. Імовірність того, що дискретна випадкова величина  $\xi$  приймає одне із можливих значень  $x_s$ , дорівнює стрибку функції розподілу в точці  $x_s$ .

### Кореляційна функція

Кореляційна функція є не випадковою функцією і являє собою кореляційний момент перерізу випадкової функції для кожної пари  $t$  і  $t'$  значень аргументу. Ця функція описує внутрішню структуру випадкових процесів; вказує ступінь залежності ординат (тобто значення  $X$ ) однієї від іншої при збільшенні інтервалів між відрізками часу  $t$  і  $t'$ .

**Вправа 1** Визначити 1-ий та 2-ий моменти розподілу випадкової помилки вимірювань неперервної величини.

**Вправа 2** Визначити 1-ий та 2-ий моменти розподілу випадкової помилки вимірювань дискретної величини

## 3. Організація самостійної роботи студентів.

У наступному розділі студентам запропоновані перелік завдань на самостійну роботу.

Деякі питання програми практики запропоновані викладачем, що проводить заняття, для самостійної роботи студентам вдома.

На кожну тему у відповідності до програми практики приведені завдання студентам для самостійної роботи.

Ці завдання мають посилання на основні підручники, що перелічені вище в розділі "Перелік навчальної літератури".

### 3.1 Перелік завдань на самостійну роботу

Перелік завдань на самостійну роботу включає теми індивідуальних завдань, які студенти мають виконати за своїм вибором після узгодження з викладачем кафедри.

НАЗВА ТЕМ	ЛІТЕРАТУРА
Тема 1. Системи довілля та методи діагностики. Фактори та параметри навколишнього середовища.	<b>1 - 4, 7, 8, 15-18</b>
Тема 2 Імовірнісні оцінки похибки результату вимірів на підставі ряду спостережень. Статистичний аналіз даних моніторингу.	<b>19, 22, 25, 27, 28, 29</b>
Тема 3 Дистанційні методи вивчення забруднень: - дистанційні методи вивчення забруднень атмосфери; - дистанційні методи вивчення забруднень вод світового океану; - дистанційні методи вивчення забруднення ґрунтового покриву; - застосування дистанційних методів при вивченні лісів; - аерокосмічний моніторинг динаміки екосистем; - аерокосмічний моніторинг тваринного світу; - моніторинг природних стихійних явищ за допомогою дистанційних досліджень; - дистанційні методи вивчення екологічних проблем урбанізованих територій	<b>3, 6, 8, 10, 19, 20</b>
Тема 4. Радіометричні та дозиметричні методи, прилади та обладнання. Визначення радіаційного стану природних об'єктів.	<b>1, 2, 11-13, 22-24, 29</b>

#### 4. Методичні рекомендації

Методичне керівництво практикою здійснюється кафедрою загальної та теоретичної фізики ОДЕКУ, безпосередньо керівництво практикою здійснюють викладачі кафедри.

Обсяг практики визначає робоча програма.

Під час практики студенти знайомляться з методами контролю довілля, ознайомлюються з загальними методами очистки, дезактивації

забруднених об'єктів, зокрема, здійснюють вивчення апаратури для експресного та детального аналізу проб.

Студенти знайомляться з основними принципами роботи вимірювальних приладів та систем контролю параметрів довкілля.

Під час практики студенти знайомляться також з методами вимірювання радіації та доз радіації, радіометричною - та дозиметричною апаратурою.

Методично навчання відбуваються шляхом виконання конкретних завдань по вимірюванню тих чи інших фізичних параметрів довкілля.

Студенти забезпечуються методичною літературою кафедри: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з фізики, техноекології та радіоекولوгії, а також з дисциплін спеціальності «Технології захисту навколишнього середовища».

У кінці практики студент представляє звіт з практики, який захищається на кафедрі.

В характеристиці студента оцінюється ступінь готовності його до самостійної роботи, його трудова дисципліна. Навчальна практика оцінюється п'ятибальною системою з урахуванням відношення студента до роботи, змісту та оформлення звіту, участі в громадському житті колективу.

## **5. Форми і методи контролю**

Контроль часу початку і закінчення роботи згідно з режимом праці.

Контроль правила ведення записів. Для керівництва практикою за студентами закріплюється викладач – керівник практики, що веде щоденник практики, в якому відображає присутність студентів на практиці, стежить за виконанням правил техніки безпеки і участю студентів в роботах.

В обов'язки керівника навчальної практики входить:

1. Уточнення календарного плану роботи та завдання студенту - практиканту.
2. Забезпечення практиканта потрібними для виконання задачі обладнанням, устаткуванням та матеріалами.
3. Проведення систематичного контролю за виконанням календарного плану навчальної практики, складання щоденника й звіту про практику.

Звіт приймається після виконання всіх видів робіт та оформлення необхідних матеріалів.

Залік з практики приймається у студентів, які повністю виконали програму практики, та виводиться студентові індивідуально, виходячи з відповідей на запитання при здачі заліку, ініціативи та трудової дисципліни за час проходження практики.

## 6. Вимоги до звіту

Звіт складається згідно зі змістом практики. Звіт містить розділи:

1. Техніка безпеки при роботі з приладами та устаткуванням.
2. Знайомство з існуючою літературою стосовно поставленої задачі. Використання інтернет технологій
3. Фактори та параметри навколишнього середовища. Похибка вимірювань.
4. Методи діагностики систем довкілля.
5. Радіометричні та дозиметричні прилади та обладнання.
6. Індивідуальне завдання.

## 7. Підведення підсумків навчальної практики

Звітні документи з навчальної практики мають містити відомості про виконання студентом усіх розділів програми навчальної практики та індивідуального завдання, мати розділи з питань охорони праці, список використаної літератури та інші. Звіт оформлюється з обов'язковим урахуванням державних стандартів щодо оформлення документації.

Звіт з навчальної практики захищається студентом по закінченню навчальної практики в строки встановлені відповідними нормативами (навчальними планами, розпорядженнями, наказами тощо). Оцінка за практику вноситься в заліково-екзаменаційну відомість і в залікову книжку студента.

Студенту, який не виконав програму навчальної практики, за рішенням декану факультету може бути надано право проходження навчальної практики повторно під час канікулярної відпустки до початку наступного семестру. Студентам, які не виконали програму навчальної практики без поважних причин, дозволяється повторне проходження навчальної практики виключно за власні кошти. Студент, який при повторному проходженні навчальної практики отримав негативну оцінку з практики, відраховується з університету. Підсумки навчальної практики обговорюються на засіданнях кафедри, загальні підсумки навчальної практики підводяться на Вченій раді факультету, а також на нарадах факультетів не менше одного разу протягом навчального року.

**Критерії оцінювання результатів навчальної практики** визначаються 2-бальною шкалою оцінювання (зарах/незарах).

Таблиця оцінювання результатів практики

Результати практики	Кількість балів (у відсотках)	Кількість балів (у відсотках. Разом)
Ініціатива та трудова дисципліна практиканта	20	60

Зміст та якість оформлення звіту	40	
Захист звіту	20	40
Відповіді на запитання при захисті звіту	20	
Усього	100	100

Допуск до роботи студентів-практикантів, які не пройшли вхідного інструктажу і інструктаж на робочому місці по техніці безпеки по усім видам робіт забороняється.

В звіт по практиці кожному студенту необхідно включити розділ по техніці безпеки при роботі з приладами та устаткуванням і охороні праці.

## 8. Перелік навчальної літератури

### Основна література

1. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Вступ до фаху: Конспект лекцій для студентів за спеціальністю “Технології захисту навколишнього середовища” / Одеса: ОДЕКУ, 2018. 73с.
2. Герасимов О.І., Курятников В.В. (2021) Силлабус навчальної дисципліни "Вступ до фаху" для бакалаврів спеціальності 183 "Технології захисту навколишнього середовища" <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9120>
3. Бондар О.І., Фінін Г.С., Унгурян П.Я., Шевченко Р.Ю. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. Київ, 2019. 298 с.
4. Клименко М.О. Моніторинг довкілля : підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. Київ: Академія, 2006.
5. Лабораторний практикум з фізики. Ч. 1 : Механіка та молекулярна фізика, навч. посібник / Зачек І.Р., Юр'єв С.О., Лопатинський І.С. і ін. Львів: видавництво «Львівська політехніка», 2022. 176 с.

### Додаткова література

6. Моніторинг довкілля: підручник / [А. К. Запольський, А. П. Войцицький, І. А. Пількевич та ін.]. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006». Том 1
7. Посудін Ю.І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: Підручник. Київ: Світ, 2003. 288 с.
8. Аурув В.В. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: Підручник. Одеса, «ТЭС», 2002. 284 с.

9. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. Северодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. 420 с.
10. Рибалов О. О. Основи моніторингу екологічного простору: навч. посіб. / О. О. Рибалов. Суми: СумДУ, 2007.
11. Герасимов О.І., Кільян А.М. Елементи фізики довкілля: Радіоекологія (конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2003. 134 с.
12. Герасимов О.І. Елементи фізики довкілля. Навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2004. 144 с.
13. Герасимов О.І. Радіоекологія за галузями. Підручник. ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. 100 с.
14. Курятников В.В., Кільян А.М. Системи та прилади контролю параметрів довкілля : Конспект лекцій для студентів за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища». Одеса: ОДЕКУ, 2018. 73 с.
15. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Підручник. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 564с.
16. Герасимов О.І., Курятников В.В., та ін. Фізика. Конспект лекцій. Одеса: ТЭС, 2004. 200с.
17. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.І. Механіка. Навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2012. 150с.
18. Герасимов О.І., Андріанова І.С. Фізика в задачах. Ч.ІІ. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навч. посібник. Одеса: «Екологія», 2013. 150с.
19. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]: Статистична інформація. Навколишнє середовище – Електронні текстові дані
  1. <https://studfile.net/preview/9845685/page:25/>
  2. <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/ecology/21064/>
20. Моніторинг довкілля: підручник / за ред.: В. М. Боголюбова, Т. А. Сафранова. Херсон, 2012. 530 с.
21. Курятников В.В., Кільян А.М. Системи та прилади контролю параметрів довкілля: Конспект лекцій для студентів за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища» / Одеса: ОДЕКУ, 2018, 73 с.
22. Хмельницкая АЭС. Данные для проведения оценки воздействия на окружающую среду. УККЕ00001У
23. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере. Справочник. 2-е изд. перераб. и дополн. М.: Энергоиздат, 1991. 256 с.
24. Норми радіаційної безпеки України. (НРБУ-97), Державні гігієнічні нормативи. К.: Відділ Поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. 121 с.
25. Худсон Д. Статистика для физиков. М.: Мир, 1967, 243 с

### **Наявне методичне забезпечення:**

26. Курятников В.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Основи технологій захисту навколишнього середовища” (Системи та прилади контролю параметрів довкілля) для студентів спеціальності “Технології захисту навколишнього середовища”, рівень вищої освіти : бакалавр. Одеса: ОДЕКУ, 2021. 34 с.
27. Курятников В.В., Януш Є.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики «Визначення похибки вимірювань». Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35 с
28. Курятников В.В., Кільян А.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Радіоекологія”. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 35 с.
29. Курятников В.В., Співак А.Я., Кільян А.М., Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни “Фізичні основи радіометрії та дозиметрії”. Одеса: ОДЕКУ, 2008. 34 с.

Навчальне електронне видання

ГЕРАСИМОВ Олег Іванович  
КУРЯТНИКОВ Владислав Володимирович  
КУДАШКІНА Лариса Сергіївна

## **ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ СИСТЕМ ДОВКІЛЛЯ**

Методичні вказівки до навчальної практики

**Видавець і виготовлювач**

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

Е-mail: [info@odeku.edu.ua](mailto:info@odeku.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016