

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізики ядра та високих енергій імені О.І. Ахієзера

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту

«Фізико-технічний факультет»

(вказати назву структурного підрозділу)

Кузнєв О.Б.

(вказати П.І.Б керівника)

“ 28 * серпня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи обробки експериментальних даних

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти	1 рівень (магістерський)
галузь знань	10 «Природничі науки»
спеціальність	105 «Прикладна фізика та наноматеріали»
освітня програма	«Експериментальна ядерна фізика та фізика плазми (освітньо-наукова програма)
спеціалізація	
вид дисципліни	обов'язкова
факультет	ННІ «Фізико-технічний факультет»

2023/2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою Навчально наукового інституту «Фізико-технічний факультет»

“25” серпня 2023 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:(вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)
Щусь Олександр Пилипович кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики ядра та високих енергій імені О. І. Ахієзера,

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики ядра та високих енергій імені О.І. Ахієзера
Протокол від “ 16 ” червня 2023 року № 10

Завідувач кафедри фізики ядра та високих енергій імені О.І. Ахієзера



(підпис)

Микола ШУЛЬГА
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією ННІ «Фізико-технічний факультет»
(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від “ 14 ” серпня 2023 року № 11

Голова науково-методичної комісії ННІ «Фізико-технічний факультет»



(підпис)

Микола ЮНАКОВ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “_Методи обробки експериментальних даних” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки 2 (магістерський) - рівень (назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня) спеціальності (напрямку) 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали» спеціалізації 8.04020403 – Експериментальна ядерна фізика та фізика плазми

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна “Методи обробки експериментальних даних” є базовою дисципліною в професійній підготовці фахівців в рамках спеціалізації “Експериментальна ядерна фізика”. Мета курсу – надання студентам знань з методів обробки даних фізичного експерименту та їх практичного застосування.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни полягають у тому, аби допомогти студентам засвоїти методи обробки експериментальних даних для практичного використання їх у сучасних дослідженнях та сформувати у студентів загальну та предметну компетентність.

Загальні компетентності, які мають бути засвоєні:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-1)
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК-2)
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-5)
- Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК-6)
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК-7)
- Здатність працювати автономно (ЗК-9)

Фахові компетентності, які мають бути засвоєні:

- Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів (СК-1)
- Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок (СК-4)
- Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп’ютерних технологій (СК-5)
- Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем (СК-6)
- Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності (СК-7)
- Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах (СК-8)
- Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв’язування фізичних задач і моделювання фізичних систем (СК-10)

1.3. Кількість кредитів 9.

1.4. Загальна кількість годин 270.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	
Семестр	
1-й	
Лекції	
96 год.	
Практичні, семінарські заняття	
-	
Лабораторні заняття	
-	
Самостійна робота	
174 год.	
у тому числі індивідуальні завдання	
20 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з освітньо-професійною програмою «Прикладна фізика», спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали» студенти мають досягти таких результатів навчання:

- Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики (**Зн-1**)
- Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні (**Зн-2**)
- Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем (**Зн-3**)
- Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, механіки суцільних середовищ, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та геометричної оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з теоретичної та прикладної фізики. (**Зн-4**)
Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій (**Зн-5**)
- Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів (**Ум-1**)
- Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій (**Ум-3**)
- Оцінювати фінансові, матеріальні та інші витрати, пов'язані з реалізацією проектів у сфері прикладної фізики, соціальні, екологічні та інші потенційні наслідки реалізації проектів (**Ком-4**)

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики

Тема 1. Основні поняття теорії ймовірності.

Числові характеристики випадкових величин. Розподіл випадкових величин. Біноміальний (дискретний) розподіл (розподіл Бернуллі). Розподіл Пуассона (дискретний). Рівномірний розподіл (безперервний). Нормальний розподіл (безперервний). Центральна гранична теорема. Розподіл χ^2 (безперервний). Розподіл Стюдента (безперервний). Показовий розподіл (безперервний). Розподіл Лоренца..

Тема 2. Оцінки параметрів розподілу

Властивості оцінок. Інтервальні оцінки. Довірчий інтервал для математичного очікування. Довірчий інтервал для дисперсії. Методи точкового оцінювання параметрів. Метод максимальної правдоподібності. Бейєсівський підхід до отримання оцінок. Метод найменших квадратів (МНК). Похибки непрямих вимірів.

Тема 3. Статистичні гіпотези

Перевірка гіпотез про значення параметра розподілу. Похибки першого та другого роду. Перевірка гіпотези про математичне очікування. Критерій Неймана – Пірсона для перевірки простих гіпотез про значення параметра. Односторонній критерій для перевірки простої гіпотези проти складної гіпотези про середнє значення. Критерій відношення правдоподібності для перевірки складних гіпотез. Критерії для перевірки гіпотез про вид закону розподілу. Критерій згоди χ^2 (Пірсона). Критерій згоди Колмогорова. Критерій згоди ω^2 (Критерій Мізеса). Аналіз грубих промахів.

Розділ 2. Деякі задачі аналізу експериментальних даних

Тема 4. Чисельне інтегрування

Правило трапецій, оцінка похибки. Метод Ромберга. Інтегрування функцій з особливостями. Квадратурні формули Чебишева.

Тема 5. Чисельне диференціювання

Формули чисельного диференціювання. Вибір оптимального кроку чисельного диференціювання. Повторне диференціювання.

Тема 6. Інтерполяція

Параболічна інтерполяція. Процес Ейткена. Розв'язання рівняння з таблично заданою функцією. Звернення таблиці функції. Інтерполяція у таблицях із постійним кроком. Табличні (кінцеві) різниці функції.

Тема 7. Деякі граничні умови під час постановки фізичного експерименту.

Попередні зауваження. Хвильове співвідношення невизначеностей. Ширина та форма спектральної лінії. Апаратурна функція. Спостережуваний контур спектральної лінії. Загальні уявлення про флуктуації. Флуктуації втрат енергії заряджених частинок при

проходженні через речовину. Розкид пробігів частинок. Флуктуації іонізації при проходженні частинок через речовину. Формула Найквіста. Фліккер-шум. Вимірювання струму за допомогою лічильної техніки. Вимірювання слабких потоків випромінювання. Енергетична роздільна здатність детекторів іонізуючого випромінювання.

1. *Тема 8. Планування експерименту.*

Оптимізація розподілу часу спостережень. Вибір точок спостережень.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин						
	Денна форма						
	Усього	у тому числі					
л		п	лаб	інд	ср		
1	2	3	4	5	6	7	
Розділ 1. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики							
Тема 1. Основні поняття теорії ймовірності		8				10	
Тема 2. Оцінки параметрів розподілу		8				10	
Тема 3. Статистичні гіпотези		8				20	
Разом за модулем 1		24				40	
Розділ 2. Деякі задачі аналізу експериментальних даних							
Тема 4. Чисельне інтегрування		8				20	
Тема 5. Чисельне диференціювання		8				20	
Тема 6. Інтерполяція		8				20	
Тема 7. Деякі граничні умови під час постановки фізичного експерименту		36			20	54	
Тема 8. Планування експерименту		12				20	
Разом за модулем 2		72				134	
Усього годин			96			20	174

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Не передбачено

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форма контролю
Розділ 1. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики			
1	Основні поняття теорії ймовірності	10	Контрольна робота
2	Оцінки параметрів розподілу	10	
3	Статистичні гіпотези	20	
	Разом за розділом 1	40	
Розділ 2. Деякі задачі аналізу експериментальних даних			
4	Чисельне інтегрування	20	Контрольна робота
5	Чисельне диференціювання	20	
6	Інтерполяція	20	

7	Деякі граничні умови під час постановки фізичного експерименту	54	Курсова робота
8	Планування експерименту	20	
	Разом за розділом 2	134	
	Разом	174	

6. Індивідуальне навчально-дослідне завдання – курсова робота (20 годин самостійної роботи). Оцінка - до 20 балів

7. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання, практичні методи навчання. Головними словесними методами навчання є пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод.

8. Методи контролю

Навчальним планом передбачені наступні методи контролю:

- поточного контролю під час проведення занять;
- проведення 2-х контрольних робіт, що проводяться протягом семестру;
- підсумковий семестровий контроль –екзамену письмовій формі.

9. Система нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Екзамен	Сума
Контрольна робота №1	Контрольна робота №2	Курсова робота	Разом		
10	10	20	40	60	100

Розрахунок балів за виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
5	5	10	20

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Критерії оцінювання **контрольної роботи**. Контрольна робота містить одне теоретичне питання і одну задачу. Максимальна кількість балів за контрольну роботу - 10 балів.

Критерії оцінювання **теоретичних питань**:

- повна розгорнута відповідь - 5 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь - 4 бали;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей - 3 бали;
- неповна відповідь, яка містить помилки чи суперечності – 2 бали;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Критерії оцінювання розв'язання задачі:

- студент отримав загальний розв'язок і правильно вирахував числове значення відповіді - 5 балів;
- студент отримав загальний розв'язок і неправильно вирахував числове значення відповіді – 4 бали;
- студент отримав загальний розв'язок, але помилився в одиницях вимірювання - 3 бали;
- студент правильно вписав необхідні для розв'язання закони та рівняння, але не зміг отримати загальний розв'язок - 2 бали;
- студент не повністю вписав необхідні для розв'язання закони та рівняння - 1 бал;
- студент не правильно вписав необхідні для розв'язку закони та рівняння, чи розв'язок взагалі відсутній – 0 балів.

Критерії оцінювання підсумкового контролю знань. Підсумковий контроль знань проводиться у вигляді письмового екзамену з навчальної дисципліни. Кожен білет має два теоретичних питання вичерпна відповідь на кожне з них зараховується як 15 балів та задачу з оцінкою до 30 балів. Часткова відповідь на кожне питання/задачу знижує максимальну оцінку до меншої кількості балів пропорційно тому, яку частину від повної відповіді містить письмова робота студента.

Критерії оцінювання теоретичних питань і задачі як для контрольної роботи.

Для допуску до складання підсумкового контролю (екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 15 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

10. Рекомендована література

Основна література

1. Скіцько І.Ф., Скіцько О.І. обробка результатів фізичних вимірювань Навчальний посібник. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. 88 с.
2. Кучерук І.М., Дущенко В.П., Андрианов В.М. Обробка результатів фізичних вимірювань. – К.: Вища школа, 1981.– 216 с.
3. Шуста В.С., Гомоннай О.О., Сливка О.Г., Гомоннай О.В. Основи статистичної обробки результатів вимірювань. Методичні вказівки. Видавництво УжНУ "Говерла", Ужгород. 2020. 45 с.

Допоміжна література

1. Чкалова О.Н. Основы научных исследований. – К.: Вища школа, 1978. – 18 с.
2. Рего К.Г. Метрологическая обработка результатов технических измерений: Справ. пособие. Київ: Техніка, 1987. 128 с.
3. Ионушас К.К., Малинко В.Н., Сусь Б.А. Физические измерения и обработка их результатов. Киев: Изд-во Киевского высшего военного инженерного училища связи, 1987. 106 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <https://ocw.mit.edu/courses/nuclear-engineering> - Introduction to Nuclear Engineering and Ionizing Radiation. Lecture 30: Slides for Dose, Dosimetry and Background Radiation. Michael Short. Massachusetts Institute of Technology.

12. Екзаменаційні питання

1. Числові характеристики випадкових величин.
2. Розподіл випадкових величин.
3. Біноміальний розподіл.
4. Розподіл Пуассона (дискретний).
5. Рівномірний розподіл (безперервний).
6. Нормальний розподіл (безперервний).
7. Центральна гранична теорема.
8. Розподіл χ^2 (безперервний).
9. Розподіл Стюдента (безперервний).
10. Показовий розподіл (безперервний).
11. Розподіл Лоренца.
12. Властивості оцінок параметрів розподілу.
13. Інтервальні оцінки.
14. Довірчий інтервал для математичного очікування.
15. Довірчий інтервал для дисперсії.
16. Методи точкового оцінювання параметрів.
17. Метод максимальної правдоподібності.

- 18.Бейєсівський підхід до отримання оцінок.
- 19.Метод найменших квадратів (МНК).
- 20.Похибки непрямих вимірів.
- 21.Перевірка гіпотез про значення параметра розподілу.
- 22.Похибки першого та другого роду.
- 23.Перевірка гіпотези про математичне очікування.
24. Критерій Неймана – Пірсона для перевірки простих гіпотез про значення параметра.
- 25.Односторонній критерій для перевірки простої гіпотези проти складної гіпотези про середнє значення.
- 26.Критерій відношення правдоподібності для перевірки складних гіпотез.
- 27.Критерії для перевірки гіпотез про вид закону розподілу.
- 28.Критерій згоди χ^2 (Пірсона).
- 29.Критерій згоди Колмогорова.
- 30.Критерій згоди ω^2 (Критерій Мізеса).
- 31.Аналіз грубих промахів.
- 32.Чисельне інтегрування. Правило трапецій, оцінка похибки.
- 33.Інтегрування функцій з особливостями.
- 34.Квадратурні формули Чебишева.
- 35.Формули чисельного диференціювання.
- 36.Вибір оптимального кроку чисельного диференціювання.
- 37.Повторне диференціювання.
- 38.Параболічна інтерполяція.
- 39.Процес Ейткена.
- 40.Розв'язання рівняння з таблично заданою функцією.
- 41.Звернення таблиці функції.
- 42.Інтерполяція у таблицях із постійним кроком. Табличні (кінцеві) різниці функції.
- 43.Хвильове співвідношення невизначеностей.
- 44.Ширина та форма спектральної лінії.
- 45.Апаратурна функція. Спостережуваний контур спектральної лінії.
- 46.Флуктуації втрат енергії заряджених частинок при проходженні через речовину.
- 47.Розкид пробігів частинок.
- 48.Флуктуації іонізації при проходженні частинок через речовину.
- 49.Формула Найквіста.
- 50.Фліккер-шум.
- 51.Вимірювання струму за допомогою лічильної техніки.
- 52.Вимірювання слабких потоків випромінювання.
- 53.Енергетична роздільна здатність детекторів іонізуючого випромінювання..
- 54.Оптимізація розподілу часу спостережень.
- 55.Вибір точок спостережень.