

Державний вищий навчальний заклад  
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»



«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
проректор з навчальної роботи  
С.В. Шарин  
«    »    2021 р.



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

# Методи обробки результатів експерименту

Освітньо-наукова програма 104 «Фізика та астрономія»

Освітній рівень третій (освітньо-науковий)

Спеціальність 104 «Фізика та астрономія»

Галузь знань 10 «Природничі науки»

Робоча програма «**Методи обробки результатів експерименту**» для аспірантів спеціальності Фізика та астрономія.

**Розробник:**

Салій Я.П. – професор кафедри фізики і хімії твердого тіла

Робочу програму схвалено на засіданні фізики і хімії твердого тіла

Протокол від 22 червня 2020 року № 11

Завідувач кафедри управління

Фізики і хімії твердого тіла \_\_\_\_\_ Прокопів В.В.

(підпис)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
	Галузь знань <b>Природничі науки</b> Спеціальність <b>104 Фізика та астрономія</b>	Нормативна	
Кількість кредитів – 3	Освітня програма <b>Фізика та астрономія</b>	<b>Рік підготовки:</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		2-й	
Загальна кількість годин - 90		<b>Семестр</b>	
		3-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	Освітній рівень: третій (освітньо-науковий) PhD	20 год.	
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		10 год.	.
		<b>Лабораторні</b>	
		год.	год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		60 год.	
<b>Індивідуальні завдання:</b> __ год.			
Вид контролю: Екзамен			

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Представлено деякі найважливіші результати теорії випадкових величин. Більшість доказів заснована на аксіомах теорії ймовірностей у їхньому класичному виді. Завдання перевірки гіпотез вирішується із застосуванням розподілу  $t$ ; розглянуто розподіл  $F$  й отримано вираз для його щільності. Принцип максимальної правдоподібності вводиться з інтуїтивної позиції при спробі знайти найбільш правдоподібне пояснення отриманим експериментальним даним. Теорема Байєса показує, як варто модифікувати функцію правдоподібності при наявності апріорної інформації про досліджувані параметри.

**Мета курсу:** ознайомлення з відомими методами обробки результатів експерименту. У процесі викладу вводиться ряд статистичних понять, на яких заснований більше глибокий підхід до формулювання статистичних висновків.

У результаті вивчення дисципліни аспіранти повинні:

**знати:** дискретні й безперервні розподіли, центральну граничну теорему, розподіл  $\chi^2$  й  $t$ , принцип максимальної правдоподібності, теорему Байєса

**вміти:** перевіряти гіпотези, використовувати метод твірних функцій моментів, перевіряти нормальність розподілу.

**Компетентності:**

- ЗК04. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК08. Здатність представляти наукові матеріали та аргументи у зручний та зрозумілий спосіб усно і письмово.
- ФК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження в експериментальній та теоретичній фізиці, досягати наукових результатів, які створюють нові знання, із звертанням особливої уваги до актуальних проблем та використанням новітніх наукових методів.
- ФК03. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології до аналізу великого обсягу даних, методи комп'ютерного моделювання, спеціалізоване програмне забезпечення та електронні ресурси у науковій та навчальній діяльності.

**Результати навчання:**

- ПРН03. Пропонувати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного, фізичного та комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.
- ПРН06. Робити огляд та пошук інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, он-лайн ресурси.
- ПРН13. Досягати відповідних знань, розуміння та здатностей використання методів аналізу даних і статистики на найсучаснішому рівні.

**3. Програма навчальної дисципліни**

**Тема 1.** Пуассонівський потік подій електронного розсіювання. Розподіл Пуассона. Виведення розподілу Пуассона. Розподіл Пуассона як граничний випадок біноміального розподілу. Математичне сподівання і дисперсія біноміально, пуассонівськи, рівномірно, нормально розподіленої випадкової величини. Початкові та центральні моменти випадкової величини. Твірна функція початкових моментів лінійної комбінації випадкових величин. Твірна функція центральних моментів нормального розподілу.

**Тема 2.** Сумісний розподіл ймовірностей двох або декількох випадкових величин. Розподіл ймовірності функції. Неперервна та дискретна випадкові величини. Розподіл  $\chi^2$ . Сума квадратів відхилень від середнього.

**Тема 3.** Методи контролю і автоматичного пошуку піків у лінійчатому спектрі розподілу азимутального кута топограми поверхні. Методи визначення і контролю площі та положення піків радіального кута топограми поверхні.

Методи послідовного віднімання фону, першої та другої похідних, максимуму і плаваючого відрізка. Визначення характерних точок піка методами моментів та апроксимації. Оцінювання середнього і дисперсії при відомому законі розподілу генеральної сукупності. Оцінювання середнього і дисперсії при невідомому законі розподілу генеральної сукупності для нерівноточного вимірювання. Оцінювання при апріорно відомому вигляді розподілу генеральної сукупності.

**Тема 4.** Методи оцінювання та надійність оцінки параметрів термоелектричних матеріалів. Інтервальні оцінки у випадку відомої та невідомої дисперсії. Довірчі інтервали лінійної та нелінійної залежності. Перевірка статистичних гіпотез. Перевірка статистичної гіпотези про вид розподілу досліджуваної випадкової величини технологічних факторів і критерій згідності. Перевірка статистичної гіпотези про рівність вибіркового середнього гіпотетичному середньому нормальної гіпотетичної сукупності.

Метод найменших квадратів оптимізації і апроксимації технологічних залежностей. Інтерполяція поліномом Лагранжа. Сплайн інтерполяція поліномом 2-го степеня. Апроксимація функцією лінійною та нелінійною по параметрах. Метод апроксимації Девідона-Флетчера.

Оцінка фізичної величини при повторних вимірах різними методами або приладами ширини забороненої зони.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						заочна форма						
	усьо го	у тому числі					усьог о	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7							
Тема 1. Пуассонівський потік подій електронного розсіювання.	24	6	2				16						
Тема 2. Сумісний розподіл ймовірностей двох або декількох випадкових величин.	18	4	2				12						
Тема 3. Методи контролю і автоматичного пошуку піків у лінійчатому спектрі	18	4	2				12						
Тема 4. Методи оцінювання та надійність оцінки параметрів термоелектричних матеріалів.	30	6	4				20						
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>20</b>	<b>10</b>				<b>60</b>						

## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розподіл Пуассона як граничний випадок біноміального розподілу.	2
2	Розподіл $\chi^2$ .	2
3	Визначення характерних точок піка методами моментів та апроксимації.	2
4	Метод найменших квадратів оптимізації і апроксимації технологічних залежностей.	2
5	Сплайн інтерполяція поліномом 2-го степеня.	2
<b>Разом</b>		<b>10</b>

## 6. Теми лабораторних занять

Відповідно до робочої програми з дисципліни «Методи обробки результатів експерименту» лабораторні заняття не заплановані

## 7. Самостійна робота

Самостійна робота аспірантів – невід’ємна складова частина навчально-наукового процесу, яка відіграє важливу роль у процесі формування майбутнього спеціаліста.

Мета самостійної роботи – набуття навичок щодо вирішення конкретних практичних завдань і використання отриманих знань у подальшій практичній діяльності.

Самостійна робота при вивченні курсу складається з різних її видів:

- підготовка до аудиторних занять (лекцій, семінарів, практичних занять);
- завершення розпочатих на практичних заняттях завдань, передбачених робочою програмою курсу;
- самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни згідно з навчально-тематичним планом.

Підготовка до лекційного заняття передбачає обов’язкове вивчення матеріалу попередньої лекції і ознайомлення з матеріалами наступної лекції (підручники, посібники).

Підготовка до практичних занять передбачає обов’язкове вивчення отриманого теоретичного матеріалу з метою подальшого застосування знань на практичних заняттях, у наступній практичній діяльності. При підготовці до заняття відповідної теми необхідно детально вивчити конспект лекції, підручник (навчальний посібник) та коротко законспектувати засвоєний матеріал. Практичні заняття передбачають вивчення теоретичного матеріалу та виконання завдань. Аспірант самостійно завершує у позааудиторних умовах розпочаті в аудиторіях завдання і здає у час, який встановлює викладач.

Виконувати завдання необхідно в такій послідовності:

- ознайомитись із завданням і вивчити його умову;
- визначити методи (прийоми) розв’язання кожної конкретної ситуації;
- безпосередньо почати розв’язувати завдання;
- обґрунтувати висновки і пропозиції згідно з отриманими результатами;
- виконане завдання належно оформити;
- захистити завдання (якщо це встановлено робочою програмою дисципліни) відповідно до встановленого графіка самостійної роботи.

Якщо передбачений програмою обсяг завдань аспірант не виконав і не захистив, то до іспиту його не допускають.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Твірна функція початкових моментів лінійної комбінації випадкових величин.	12
2	Сумісний розподіл ймовірностей двох або декількох випадкових величин.	12
3	Оцінювання при апріорно відомому вигляді розподілу генеральної сукупності.	12
4	Довірчі інтервали лінійної та нелінійної залежності.	12
5	Метод апроксимації Девідона-Флетчера.	12
<b>Разом</b>		<b>60</b>

### **8. Індивідуальні завдання**

Відповідно до робочої програми з дисципліни «Методи обробки результатів експерименту» індивідуальні завдання не заплановані.

### **9. Методи навчання**

Словесні (навчальна лекція, пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія, диспут). Наочні (спостереження, демонстрування). Практичні (експериментальні навички). Проблемно-пошукові (розв'язання проблемних ситуацій і завдань, проблемне викладення). Методи за логікою руху змісту навчального матеріалу (індуктивні, дедуктивні).

За характером пізнавальної діяльності, при вивченні дисципліни «Методи обробки результатів експерименту» використовуються: пояснювально-наочний проблемний виклад; частково-пошуковий та дослідницький методи.

### **10. Методи контролю**

Методами контролю з дисципліни «Методи обробки результатів експерименту» є поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Формами проведення поточного контролю з дисципліни є:

- усні опитування на практичних заняттях;
- захисти підготовлених завдань (на лекційних та практичних заняттях);
- тестування тощо.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на освітньому рівні бакалавра. Підсумковий контроль з дисципліни «Методи обробки результатів експерименту» включає семестровий контроль у формі екзамену.

Критерії оцінювання рівня знань на практичних заняттях, при виконанні самостійних та індивідуальних завдань:

**5 балів** – коли аспірант дає обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді на запитання, рішення завдань правильні, демонструє знання навчально-методичної літератури, наводить узагальнення і висновки, був присутній на лекціях і практичних заняттях;

**4 бали** – коли аспірант знає викладений матеріал на «відмінно», але ним допущені незначні помилки у формулюванні термінів, категорій, розрахунків, коли за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Присутність на лекціях і практичних заняттях обов'язкова;

**3 бали** – коли аспірант дає неправильну відповідь на одне запитання або на всі запитання дає малообґрунтовані, невичерпні відповіді, припускається грубих помилок у розрахунках і тільки за допомогою викладача може виправити допущені помилки;

**2 бали** – коли аспірант дає неправильні відповіді на 2-3 запитання, припускається грубих помилок у розрахунках і не може їх виправити, погано орієнтується в лекційному матеріалі;

**1 бал** – аспірант отримує за умови, якщо не зміг викласти зміст питання, погано орієнтується в матеріалі; відсутні логічна послідовність висловлювань та зміст відповіді; виконане завдання містить багато помилок, що заважають розумінню загального змісту;

**0 балів** – відповідь відсутня.

## 11. Оцінювання

Під час навчання студенти можуть отримати такі бали: Назва контролю	Мах кількість балів	Примітки
Практичні заняття	50	5 практичних занять (робота в групах в аудиторії)
Екзамен	50	Мін оцінка допуску – 25 Мах оцінка допуску – 50
<b>Разом:</b>	100	Відмінно!

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80 – 89	<b>B</b>	добре	
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	задовільно	
50 – 59	<b>E</b>		
26 – 49	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 12. Перелік питань, які виносяться на екзамен

1. Пуассонівський потік подій електронного розсіювання. Розподіл Пуассона. Виведення розподілу Пуассона.

2. Розподіл Пуассона як граничний випадок біноміального розподілу.
3. Математичне сподівання і дисперсія біноміально розподіленої випадкової величини
4. Математичне сподівання і дисперсія Пуассонівськи розподіленої випадкової величини
5. Математичне сподівання і дисперсія рівномірно розподіленої випадкової величини
6. Математичне сподівання і дисперсія нормально розподіленої випадкової величини.
7. Початкові та центральні моменти випадкової величини.
8. Твірна функція початкових моментів лінійної комбінації випадкових величин.
9. Твірна функція центральних моментів нормального розподілу.
10. Сумісний розподіл ймовірностей двох або декількох випадкових величин.
11. Розподіл ймовірності функції.
12. Неперервна та дискретна випадкові величини.
13. Розподіл  $\chi^2$ .
14. Сума квадратів відхилень від середнього.
15. Методи контролю і автоматичного пошуку піків у лінійчатому спектрі розподілу азимутального кута топограми поверхні.
16. Методи визначення і контролю площі та положення піків радіального кута топограми поверхні.
17. Методи послідовного віднімання фону, першої та другої похідних, максимуму і плаваючого відрізка.
18. Визначення характерних точок піка методами моментів та апроксимації.
19. Оцінювання середнього і дисперсії при відомому законі розподілу генеральної сукупності.
20. Оцінювання середнього і дисперсії при невідомому законі розподілу генеральної сукупності для нерівноточного вимірювання.
21. Методи оцінювання та надійність оцінки параметрів термоелектричних матеріалів.
22. Інтервальні оцінки у випадку відомої та невідомої дисперсії.
23. Довірчі інтервали лінійної та нелінійної залежності.
24. Перевірка статистичних гіпотез.
25. Перевірка статистичної гіпотези про вид розподілу досліджуваної випадкової величини технологічних факторів і критерій згідності.
26. Перевірка статистичної гіпотези про рівність вибіркового середнього гіпотетичному середньому нормальної гіпотетичної сукупності.
27. Метод найменших квадратів оптимізації і апроксимації технологічних залежностей.
28. Інтерполяція поліномом Лагранжа.
29. Сплайн інтерполяція поліномом 2-го степеня.
30. Апроксимація функцією лінійною та нелінійною по параметрах.
31. Метод апроксимації Девідона-Флетчера.
32. Оцінка фізичної величини при повторних вимірах різними методами.

### **13. Рекомендована література**

1. Худсон Д. Статистика для физиков. М., Мир, 1970.
2. Лабораторный практикум по экспериментальным методам ядерной физики. Под ред. К.Г. Финогенова. М., Энергоатомиздат, 1986.
3. Михок Г., Урсяну В. Выборочный метод и статистическое оценивание. М., Финансы и статистика, 1982.