

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
КАФЕДРА ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ І МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ**

**О.О. Синявська**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лекційних і практичних занять

з дисципліни

**«Оцінки невідомих параметрів випадкових функцій»**

для студентів спеціальності «Математика»

**Ужгород – 2020**

Синявська О.О. Методичні вказівки до лекційних і практичних занять з дисципліни «Оцінки невідомих параметрів випадкових функцій» для студентів спеціальності «Математика». – Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2020. – 20 с.

**Рецензенти:** докт. фіз.-мат. наук, доц. Сливка-Тилищак Г.І.

Рекомендовано до друку науково-методичною комісією математичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет» від 25 січня 2020 року, протокол № 5.

© Синявська О.О. 2020

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2020

## ЗМІСТ

Передмова .....	4
Програма навчальної дисципліни .....	9
Тематичний план лекцій та самостійної роботи .....	10
Теми практичних занять .....	11
Завдання для практичних занять .....	11
Теми самостійної роботи .....	13
Питання та завдання для самоконтролю.....	14
Рекомендована література .....	19

## **Передмова**

**Метою дисципліни «Оцінки невідомих параметрів випадкових функцій»** є вивчення основних положень статистики випадкових процесів, оволодіння основними методами оцінювання невідомих параметрів випадкових функції у статистиці випадкових процесів та навичками їх застосування.

### **Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни**

1. *Знати* основні поняття, факти і теореми теорії випадкових процесів, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії міри та функціонального аналізу.

2. *Вміти* активно використовувати та творчо застосовувати зазначені вище знання в процесі опрацювання матеріалу дисципліни «Оцінки невідомих параметрів випадкових функцій».

3. *Володіти основними навичками* обчислення ймовірностей, числових характеристик випадкових величин, умовних математичних сподівань, елементами стохастичного аналізу, знати основні класи випадкових процесів, побудови інтервальних та точкових оцінок невідомих параметрів випадкових функції у статистиці випадкових процесів .

### **Анотація навчальної дисципліни**

У модуль I включено елементи теорії самоподібних випадкових процесів та методи оцінювання параметра довгої пам'яті. У модуль II включено граничні теореми бакстерівського типу для випадкових процесів з гауссовими приростами та дробового броунівського руху, статистичне оцінювання параметрів випадкових функцій у різних моделях.

### **Завдання (навчальні цілі) дисципліни**

Досягнення складової *інтегральної компетентності* – здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у теоретичній та практичній діяльності, пов'язані з побудовою оцінок невідомих параметрів випадкових функцій та аналізом їх властивостей.

Досягнення основних *загальних компетентностей*, зокрема, здатностей:

- 1) учитися, здобувати нові знання, уміння;
- 2) засвоювати знання та розуміння предметної області та професійної діяльності;
- 3) використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих наук;
- 4) використовувати стандартні прийоми та методи математичних досліджень, проявляти творчий підхід, ініціативу;
- 5) застосовувати професійні математичні знання й уміння на практиці;
- 6) вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу;
- 7) до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел.

Досягнення основних *спеціальних компетентностей*:

- 1) спроможність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;
- 2) спроможність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, розуміти математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі;
- 3) здатність розуміти міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок;

- 4) спроможність розробляти математичну модель явищ, процесів та систем та переносити математичні знання у нематематичні контексти (СК-9);
- 5) здатність пояснювати математичними термінами результати, отримані під час розрахунків.

*В результаті вивчення даного курсу студент повинен знати:* основи статистичного оцінювання в статистиці випадкових процесів; знати сучасні методи оцінювання невідомих параметрів випадкових функцій; умови існування конзистентних оцінок параметрів випадкових функцій та способи їх знаходження; означення та основні властивості стаціонарних процесів з довгою пам'яттю, самоподібних випадкових процесів; застосування методу бакстерівських сум до оцінювання деяких параметрів випадкових процесів.

*Студент повинен вміти:* самостійно знаходити точкові оцінки невідомих параметрів випадкових функцій; досліджувати оцінки параметрів випадкових функцій на конзистентність, асимптотичну нормальність; вміти порівнювати та аналізувати методи оцінювання параметра довгої пам'ятті: евристичні методи, оцінка методу максимальної вірогідності, метод бакстерівських сум; вміти продемонструвати навички побудови довірчих інтервалів для параметрів, що оцінюються; вміти самостійно застосовувати методи параметричного оцінювання, метод максимальної вірогідності, байєсівський підхід для оцінювання невідомих параметрів; досліджувати основні підходи до побудови статистичних оцінок; вміння застосовувати на практиці теоретико-імовірнісний апарат у статистиці випадкових процесів; навички застосування отриманих оцінок випадкових функцій при розв'язанні прикладних задач.

## Результат навчання за дисципліною

Результат навчання		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання за необхідності
№ п/п	Результат навчання		
1	Вміти будувати та досліджувати властивості оцінки невідомих параметрів випадкових функцій	лекція, практичне заняття, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, контрольна робота
2	Вміти досліджувати оцінки параметрів випадкових функцій на конзистентність, асимптотичну нормальність	лекція, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, самостійна аудиторна робота
3	Вміти порівнювати та аналізувати евристичні методи оцінювання параметра довгої пам'яті	лекція, практичне заняття, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, самостійна аудиторна робота
4	Вміти побудувати неасимптотичні довірчі інтервали для параметрів, що оцінюються	лекція, практичне заняття, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, самостійна аудиторна робота
5	Вміти самостійно застосовувати методи параметричного оцінювання, метод максимальної вірогідності, байесівський підхід для оцінювання невідомих параметрів	лекція, практичне заняття, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, самостійна аудиторна робота
6	Вміти оцінювати параметр Хюрста за допомогою методу бакстерівських сум	лекція, практичне заняття, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, самостійна аудиторна робота

7	Вміти доводити граничну теорему Леві-Бакстера для випадкового процесу з гауссовими приростами	лекція, практичне заняття, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, самостійна аудиторна робота
8	Вивчити та вміти побудувати задачу оцінювання невідомого параметру коваріаційної функції.	лекція, практичні заняття, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, самостійна аудиторна робота
9	Вміти порівнювати основні підходи до побудови статистичних оцінок	лекція, практичні заняття, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, самостійна аудиторна робота
10	Вміти застосовувати на практиці теоретико-імовірнісний апарат у статистиці випадкових процесів	лекція, практичні заняття, самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, опитування під час практичних занять, самостійна аудиторна робота



# Програма навчальної дисципліни

## Модуль 1. Оцінки невідомих параметрів випадкових функцій.

Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Постановка задачі оцінювання. Точкове та інтервальне оцінювання.

Стационарні випадкові процеси з довгою пам'яттю. Самоподібні випадкові процеси. Дробовий броунівський рух (ДБР): означення та основні властивості, дробовий гауссовий шум.

Евристичні методи оцінювання параметра довгої пам'яті: R/S оцінка, метод корелограми, періодограми, дискретної варіації. Оцінка максимальної вірогідності (ОМВ) параметра довгої пам'яті. Апроксимація Уїтла ОМВ параметра довгої пам'яті.

Гранична теорема Леві-Бакстера для випадкових процесів з гауссовими приростами. Метод бакстерівських сум оцінювання параметрів випадкових функцій.

Оцінка параметра Хюрста ДБР за допомогою методу бакстерівських сум.

Неасимптотичні довірчі інтервали для параметра Хюрста ДБР.

Дробова ARIMA модель. Методи оцінювання параметра ARIMA(0,d,0) процесу.

Оцінювання параметра пам'яті стаціонарної гауссової випадкової послідовності. Побудова довірчого інтервалу для параметра пам'яті.

Бакстерівська оцінка невідомого параметра коваріаційної функції випадкового процесу Орнштейна-Уленбека.

## Тематичний план лекцій та самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин			
	Лекції	пра- ктичні	само- ст. робо- та	Модуль ні КР
Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Постановка задачі оцінювання. Точкове та інтервальне оцінювання.	2	2	6	
Стационарні випадкові процеси з довгою пам'яттю. Самоподібні випадкові процеси. Дробовий броунівський рух (ДБР): означення та основні властивості, дробовий гауссовий шум.	2	2	6	
Евристичні методи оцінювання параметра довгої пам'яті: R/S оцінка, метод корелограми, періодограми, дискретної варіації. Оцінка максимальної вірогідності (ОМВ) параметра довгої пам'яті. Апроксимація Уїтла ОМВ параметра довгої пам'яті.	2	2	6	
Гранична теорема Леві-Бакстера для випадкових процесів з гауссовими приростами. Метод бакстерівських сум оцінювання параметрів випадкових функцій.	2	2	6	
Оцінка параметра Хюрста ДБР за допомогою методу бакстерівських сум.	2	2	6	
Неасимптотичні довірчі інтервали для параметра Хюрста ДБР.	2	2	6	
Дробова ARIMA модель. Методи оцінювання параметра ARIMA(0,d,0) процесу.	2	2	6	
Оцінювання параметра пам'яті стаціонарної гауссової випадкової послідовності. Побудова довірчого інтервалу для параметра пам'яті.	2	2	6	
Бакстерівська оцінка невідомого параметра коваріаційної функції випадкового процесу Орнштейна-Уленбека.	2	2	6	
<b>Разом – модуль 1</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	
<b>Усього годин</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	

## Теми практичних занять

Теми	Кількість годин
Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Постановка задачі оцінювання. Точкове та інтервальне оцінювання.	2
Стационарні випадкові процеси з довгою пам'яттю. Самоподібні випадкові процеси. Дробовий броунівський рух (ДБР): означення та основні властивості, дробовий гауссовий шум	2
Евристичні методи оцінювання параметра довгої пам'яті: R/S оцінка, метод корелограми, періодограми, дискретної варіації. Оцінка максимальної вірогідності (ОМВ) параметра довгої пам'яті. Апроксимація Уїтла ОМВ параметра довгої пам'яті.	2
Гранична теорема Леві-Бакстера для випадкових процесів з гауссовими приростами. Метод бакстерівських сум оцінювання параметрів випадкових функцій.	
Оцінка параметра Хюрста ДБР за допомогою методу бакстерівських сум.	
Неасимптотичні довірчі інтервали для параметра Хюрста ДБР.	
Дробова ARIMA модель. Методи оцінювання параметра ARIMA(0,d,0) процесу.	
Оцінювання параметра пам'яті стаціонарної гауссової випадкової послідовності. Побудова довірчого інтервалу для параметра пам'яті.	
Бакстерівська оцінка невідомого параметра коваріаційної функції випадкового процесу Орнштейна-Уленбека.	
<b>Усього годин</b>	<b>18</b>

## Завдання для практичних занять

1. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Постановка задачі оцінювання. Точкове та інтервальне оцінювання" [1].
2. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Стационарні випадкові процеси з довгою пам'яттю. Самоподібні випадкові процеси." [6].
3. Розібрати приклад випадкового процесу з довгою пам'яттю.

4. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Дробовий броунівський рух (ДБР): означення та основні властивості, дробовий гауссовий шум." [6, 7].

5. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Евристичні методи оцінювання параметра довгої пам'яті: R/S оцінка, метод корелограми, періодограми, дискретної варіації" [6].

6. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Оцінка максимальної вірогідності (ОМВ) параметра довгої пам'яті. Апроксимація Уїтла ОМВ параметра довгої пам'яті" [6].

7. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Гранична теорема Леві-Бакстера для випадкових процесів з гауссовими приростами" [2].

8. Сформулювати та довести теорему Леві-Бакстера для випадкових процесів з гауссовими приростами.

9. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Оцінка параметра Хюрста дробового броунівського руху за допомогою методу бакстерівських сум" [3].

10. Побудувати оцінку параметра Хюрста дробового броунівського руху за допомогою методу бакстерівських сум у деякій моделі спостереження.

11. Побудувати довірчі інтервали для невідомого параметра Хюрста дробового броунівського руху у деякій моделі спостереження на основі отриманих бакстерівських статистик.

12. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Дробова ARIMA модель. Методи оцінювання параметра ARIMA(0,d,0) процесу" [5].

13. Побудувати оцінку параметра ARIMA(0,d,0) процесу за допомогою методу бакстерівських сум у деякій моделі спостереження.

14. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Оцінювання параметра пам'яті стаціонарної гауссової випадкової послідовності. Побудова довірчого інтервалу для параметра пам'яті" [4].

15. Побудувати оцінку параметра пам'яті стаціонарної гауссової випадкової послідовності за допомогою методу бакстерівських сум у деякій моделі спостереження.

16. Побудувати довірчі інтервали для параметра пам'яті стаціонарної гауссової випадкової послідовності у деякій моделі спостереження на основі отриманих бакстерівських статистик.

17. Опрацювати теоретичний матеріал за темою "Бакстерівська оцінка невідомого параметра коваріаційної функції випадкового процесу Орнштейна-Уленбека." [3].

18. Побудувати оцінку невідомого параметра коваріаційної функції випадкового процесу Орнштейна-Уленбека за допомогою методу бакстерівських сум у деякій моделі спостереження.

### Теми самостійної роботи

Теми
Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Постановка задачі оцінювання. Точкове та інтервальне оцінювання.
Стаціонарні випадкові процеси з довгою пам'яттю. Самоподібні випадкові процеси. Дробовий броунівський рух (ДБР): означення та основні властивості, дробовий гауссовий шум
Евристичні методи оцінювання параметра довгої пам'яті: R/S оцінка, метод корелограми, періодограми, дискретної варіації. Оцінка максимальної вірогідності (OMB) параметра довгої пам'яті. Апроксимація Уїтла OMB параметра довгої пам'яті.
Гранична теорема Леві-Бакстера для випадкових процесів з гауссовими приростами. Метод бакстерівських сум оцінювання параметрів випадкових функцій.
Оцінка параметра Хюрста ДБР за допомогою методу бакстерівських сум.
Неасимптотичні довірчі інтервали для параметра Хюрста ДБР.
Дробова ARIMA модель. Методи оцінювання параметра ARIMA(0,d,0) процесу.
Оцінювання параметра пам'яті стаціонарної гауссової випадкової послідовності. Побудова довірчого інтервалу для параметра пам'яті.
Бакстерівська оцінка невідомого параметра коваріаційної функції випадкового процесу Орнштейна-Уленбека.

## Питання та завдання для самоконтролю

1. В чому полягає постановка задачі оцінювання у статистиці випадкових процесів?
2. Що таке стаціонарний випадковий процес?
3. Що таке гауссівський випадковий процес?
4. Що таке дробовий броунівський рух? Які його основні властивості?
5. Що таке вінерівський процес?
6. Що таке гауссівський шум?
7. Що таке спектральна щільність?
8. Що таке збіжність за розподілом?
9. Що таке точкова оцінка? Які її основні властивості?
10. Що таке довірчий інтервал та рівень довіри?
11. Що таке самоподібність?
12. Що таке випадковий процес з довгою пам'яттю?
13. Що таке параметр довгої пам'яті?
14. Що таке оцінка максимальної вірогідності?
15. Що таке теореми Леві-Бакстера?
16. Що таке метод бакстерівських сум оцінювання параметрів випадкових функцій?
17. Як побудувати оцінку параметра Хюрста дробового броунівського руху за допомогою методу бакстерівських сум?
18. Що таке дробова ARIMA модель? Які основні її параметри?
19. Як побудувати оцінку параметра  $ARIMA(0,d,0)$  процесу за допомогою методу бакстерівських сум?
20. Що таке параметр пам'яті стаціонарної гауссової випадкової послідовності?

21. Як побудувати оцінку параметра пам'яті стаціонарної гауссової випадкової послідовності за допомогою методу бакстерівських сум?
22. Що таке випадковий процес Орнштейна-Уленбека?
23. Як побудувати оцінку невідомого параметра коваріаційної функції випадкового процесу Орнштейна-Уленбека за допомогою методу бакстерівських сум?

### Критерії оцінювання

Оцінювання знань студента здійснюється за 100-бальною шкалою (для екзаменів і заліків).

- максимальна кількість балів при оцінюванні знань студентів з дисципліни, яка завершується екзаменом, становить за успішність 100 балів;
- при оформленні документів за екзаменаційну сесію використовується таблиця відповідності оцінювання знань студентів за різними системами.

### Шкала оцінювання: вузу, національна та ECTS

Оцінка ECTS	Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку курсового проекту(роботи)	для заліку
<b>A</b>	90 – 100	5	Відмінно
<b>B</b>	82-89	4	Добре
<b>C</b>	74-81		
<b>D</b>	64-73	3	Задовільно
<b>E</b>	60-63		

<b>FX</b>	35-59	2	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання
<b>F</b>	1-34	1	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### Критерій оцінювання з дисципліни

— **“відмінно” А** (90 та вище балів) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— **“добре” В** (82-89 балів) заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **“добре” С** (74-81 балів) заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— **“задовільно” D** (64-73 балів) заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “задовільно” виставляється студентам, що допустили



помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **"задовільно" E** (60-63 балів) заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вмів виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка "достатньо" виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— **"незадовільно" FX** (35-59 балів) з можливістю повторного складання виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— **"незадовільно" F** (1-34 балів) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

При виставленні оцінки можуть враховуватися результати навчальної роботи студента протягом семестру.

Іспит виставляється (без складання) у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці "достатньо" (E).

Протягом семестру проводиться не менше двох модулів або колоквиумів чи контрольних робіт або інших видів контролю. Максимальна кількість балів, яка встановлюється для цих видів контролю, а також відповідність оцінок FX та F у шкалі ECTS, у балах та національній шкалі визначається Вченими радами факультетів або кафедрами, які забезпечують викладання відповідних дисциплін.

### Розподіл балів, що присвоюється студентам

Поточне тестування та самостійна робота					Підсумковий тест (іспит)	Сума
Семестри	Модуль 1	Практичні заняття	Інд. Р	СР		
3	50	50				100

## Рекомендована література

### Базова

1. *Боровков А. А.* Математическая статистика. – М.: Наука, 1984. – 472 с.
2. *Гладышев Е. Г.* Новая предельная теорема для случайных процессов с гауссовскими приращениями // Теория вероятностей и ее применения. – 1961. – Том 1, вып. 6. – С. 57-66.
3. *Козаченко Ю. В., Курченко О. О., Синявська О. О.* Теорема Леві-Бакстера для випадкових полів та їх застосування: Монографія. – Ужгород: «Шарк», 2018. – 228 с.
4. *Курченко О. О.* Одна оцінка параметра пам'яті стаціонарної гауссівської випадкової послідовності // Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Математика. Механіка. – 2003. – № 9. – С. 53-56.
5. *Курченко О. О., Наумов М. Є.* Одна сильно консистентна оцінка параметра ARIMA(0,d,0) процесу // Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Математика. Механіка. – 2005. – № 13. – С. 38-40.
6. *Beran J.* Statistics for long-memory processes. – New York: Chapman&Hall /CRS, 1998. – 315 p.
7. *Prakasa Rao B. L. S.* Statistical inference for Fractional Diffusion Processes. – Chichester: John Wiley&Sons, 1998. – 280 p.

### Допоміжна

8. *Ибрагимов И. А., Хасьминский Р. З.* Асимптотическая теория оценивания. – М.: Наука, 1979. – 527 с.
9. *Луццер Р. Ш., Ширяев А. Н.* Статистика случайных процессов (нелинейная фильтрация и смежные вопросы). – М.: Наука, 1974. – 696 с.
10. *Mishura Yu. S.* Stochastic Calculus for Fractional Brownian motion and Related Processes. – Berlin: Springer-Verlag, 20088. – 410 p.

**Відповідальний за випуск:** завідувач кафедри теорії ймовірностей і математичного аналізу кандидат фіз.-мат. наук, доц. Слюсарчук П.В.

**Автор:** канд. фіз.-мат. наук, доц. Синявська О.О.

**Рецензент:** докт. фіз.-мат. наук, доц. Сливка-Тилищак Г.І.

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лекційних і практичних занять

з дисципліни

**«Оцінки невідомих параметрів випадкових функцій»**

для студентів спеціальності «Математика»