

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник декана  
з навчальної роботи



*Безущак* Безущак О.О.  
«25» *вересня* 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ASYMPTOTIC ANALYSIS OF STATISTICAL  
ALGORITHMS PERFORMANCE

для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	112 «Статистика»
освітній рівень	третій (освітньо-науковий)
освітньо-наукова програма	«Статистика»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2018/2019
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	англійська/українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладачі: професор Майборода Ростислав Євгенович, д.ф.-м.н.

Пролонговано: на 2019/2020 н.р. *Безущак* Безущак О.О. «18» вересня 2019 р.  
на 2020/2021 н.р. *Безущак* Безущак О.О. «14» вересня 2020 р.

КИЇВ – 2018



**1. Мета дисципліни** Розвиток навичок розв'язання комплексних проблем в галузі статистики, використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій, здатності до абстрактного мислення, здатності до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, вміння генерувати нові ідеї, навичок роботи в міжнародному науковому просторі, навичок формулювання дослідницьких задач з статистики, розробляти наукові проекти та керувати ними, спілкуватися на професійні теми з неспеціалістами у галузі статистики, застосовувати теоретичні знання методів асимптотичного дослідження ефективності статистичних алгоритмів до розв'язання прикладних задач статистичного аналізу даних, забезпечувати належну якість власної наукової та прикладної роботи.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати:* основні методи математичного аналізу, теорії міри, теорії ймовірностей та математичної статистики, основні засоби мови статистичного програмування R.
2. *Вміти:* проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових ідей і підходів в галузі статистики, самостійно застосовувати методи теорії ймовірностей і математичної статистики при розв'язанні нових задач.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Дисципліна «Asymptotic analysis of statistical algorithms performance» належить до вибіркового компонент освітньої програми, блоку дисциплін вільного вибору аспіранта. Вона забезпечує професійний розвиток, спрямована на формування концептуальних та методологічних знань у галузі математики і статистики, вміння критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї, аналізувати наукові праці, формулювати методологічну базу власного наукового дослідження, здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми. В рамках дисципліни вивчаються основні принципи та методи асимптотичного дослідження якості статистичних алгоритмів, зокрема оцінок невідомих параметрів, тестів для перевірки статистичних гіпотез та алгоритмів побудови довірчих інтервалів.

**4. Завдання (навчальні цілі):** набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема, розвивати: вміння аналізувати сучасні передові концептуальні та методологічні знання; здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей; здатність застосовувати теоретичні та практичні підходи математики; вміння розробляти наукові і інформаційно-освітні ресурси для розв'язання професійних задач, пов'язаних з розвитком та використанням математики і статистики; здатність проводити аналіз ефективності методів та алгоритмів, що використовуються у прикладній та математичній статистиці. Набуття компетентностей:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1).
2. Навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-2).
3. Здатність проведення самостійних досліджень на сучасному рівні (ЗК-3).
4. Здатність до пошуку, оброблення на аналізу інформації з різних джерел (ЗК-4).
5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-5).
6. Здатність працювати в міжнародному науковому просторі (ЗК-6).
7. Здатність розробляти та управляти науковими проектами (ЗК-7).
8. Здатність до застосування теоретичних знань до розв'язання прикладних задач (ЗК-9).
9. Здатність оцінювати і забезпечувати належну якість власної наукової та прикладної роботи (ЗК-11)
10. Здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики (ФК-1).

11. Здатність до самостійного опрацювання та аналізу літературних джерел у галузі математичної та прикладної статистики (ФК-2).
12. Здатність формулювати математико-статистичні моделі явищ реального світу (ФК-3).
13. Здатність до вибору існуючих та створення нових методів та методик аналізу реальних статистичних даних відповідно до поставленої задачі (ФК-4).
14. Здатність до оцінки ефективності методів статистичного аналізу даних за допомогою аналітичного дослідження та імітаційного моделювання (ФК-5).
15. Здатність представляти та обґрунтовувати результати теоретичних та прикладних статистичних досліджень у формі, яка відповідає можливостям сприйняття аудиторії (ФК-6).
16. Здатність до алгоритмічної реалізації нових методів статистичного аналізу даних (ФК-7).
17. Здатність до використання сучасного програмного забезпечення для прикладного статистичного аналізу та для дослідження якості нових статистичних алгоритмів (ФК-8).
18. Знання специфічних особливостей процесів навчання статистичним методам та формування статистичного мислення (ФК-9).

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни	
Код	Результат навчання				
РН 1.1	Граничні теореми теорії ймовірності і теорію збіжності ймовірнісних мір..	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	5%	
РН 1.2	Знати методи побудови статистичних оцінок та дослідження їх асимптотичної поведінки. Вміти реалізовувати ці методи у вигляді програм оцінювання та побудови довірчих еліпсоїдів.			5%	
РН 1.3	Знати теорію контигуальності Ле-Кама і вміти застосовувати її для перевірки локальної асимптотичної нормальності статистичних експериментів.			5%	
РН 1.4	Знати поняття відносної ефективності оцінок і вміти підраховувати відносну ефективність для конкретних пар оцінок.			<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	5%
РН 1.5	Знати поняття регулярної оцінки і вміти перевіряти регулярність конкретних оцінок. Знати поняття суперефективності і вміти знаходити точки суперефективності.			5%	
РН 1.6	Знати теорему Гаєка – Ле-Кама про згортку і вміти її доводити.			<i>Екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	5%
РН 1.7	Знати поняття асимптотичної потужності тестів і вміти її знаходити для локально асимптотично нормальних експериментів.			5%	
РН 2.1	Знати поняття M- та Z- оцінок, вміти реалізовувати їх у R.	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	10%	
РН 2.2	Вміти перевіряти контигуальність мір, породжених послідовностями випадкових величин та векторів.			10%	

PH 2.3	Вміти підраховувати асимптотичну функцію потужності і нахил для тестів односторонніх гіпотез.		<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	10%
PH 2.4	Знати поняття відносної Пітмєнєвої ефективності статистичних тестів і вміти використовувати її для порівняння якості тестів, що застосовують різні статистики.		<i>Екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	10%
PH 2.5	Знати поняття відносної ефективності за Бахадуром.			10%
PH3.1	Здатність працювати у міжнародному просторі, обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування методів та теорій математики, писати наукові роботи	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Виступ з доповіддю за темою наукового дослідження</i>	5%
PH4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.			5%
PH4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість			5%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 1.5	PH 1.6	PH 1.7	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3	PH 2.4	PH 2.5	PH 3.1	PH 4.1	PH 4.2
	Програмні результати навчання														
<i>(з опису освітньої програми)</i>															
<b>ПРН-3-1.</b> Знати праці провідних зарубіжних вчених, наукові школи та фундаментальні праці у галузі дослідження, формулювати мету власного наукового дослідження як складову загально цивілізаційного процесу;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-3-2.</b> Знати принципи фінансування науково-дослідної роботи та структуру кошторисів на її виконання, вміння підготувати запит на отримання фінансування, звітну документацію.													+	+	+
<b>ПРН-3-3.</b> Моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

<b>ПРН-3-4.</b> Визначати методологічні принципи та методи наукового дослідження галузі інформаційних технологій в залежності від об'єкту і предмету, використовуючи міждисциплінарні підходи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<b>ПРН-3-5.</b> Використовувати сучасні інформаційні та комунікативні технології при спілкуванні, обміні інформацією, зборі, аналізі, обробці, інтерпретації джерел; здійснювати публікацію джерел;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<b>ПРН-3-6.</b> Знати, розуміти і застосовувати математичні концепції, методи системного аналізу і математичного моделювання.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<b>ПРН-У-1.</b> Аналізувати сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі науково-дослідницької та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей знань	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<b>ПРН-У-2.</b> Критичний аналіз, оцінка і синтез нових та складних ідей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<b>ПРН-У-3.</b> Уміти з нових дослідницьких позицій формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<b>ПРН-У-4.</b> Формулювати робочі гіпотези досліджуваної проблеми, які мають розширювати і поглиблювати стан наукових досліджень в обраній сфері.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<b>ПРН-У-5.</b> Аналізувати наукові праці в галузі інформаційних технологій, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<b>ПРН-У-6.</b> Кваліфіковано відобразити результати наукових досліджень у наукових статтях, опублікованих як у фахових вітчизняних виданнях, так і у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз.														+	+	+
<b>ПРН-У-7.</b> Знати, розуміти і самостійно застосовувати методи аналізу предметної області, виявлення математичних потреб і збір даних для проектування;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-8.</b> Оцінювати, класифікувати і обґрунтовувати вибір методів формування вимог до статистики, формулювати вимоги;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

<b>ПРН-У-9.</b> Аналізувати, оцінювати і вибирати сучасні інструментальні та обчислювальні засоби, технології, алгоритмічні і програмні рішення для конкретної задачі в галузі статистики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-10.</b> Формулювати, експериментально підтверджувати, обґрунтовувати і застосовувати на практиці нові конкурентоздатні ідеї, методи, технології розв'язку професійних, науково-технічних задач, в тому числі нестандартних;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-11.</b> Розробляти наукові і інформаційно-освітні ресурси для розв'язання професійних задач, пов'язаних з розвитком та використанням статистики;																+	+
<b>ПРН-У-12.</b> Розуміти сутність інформації, проводити критичну оцінку кількості і змісту інформації	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-14.</b> Прогнозувати розвиток статистики																+	+
<b>ПРН-У-15.</b> Розуміти, аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для рішення професійних наукових задач інформаційно-довідникові та науково-технічні ресурси і джерела знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-18.</b> Формулювати наукову проблему з огляду на ціннісні орієнтири сучасного суспільства та стан її наукової розробки.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-19.</b> Здійснювати процедуру встановлення інформаційної цінності джерел шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-20.</b> Ініціювання наукових проектів в галузі комп'ютерних наук та інформаційних систем, лідерство та повна автономність під час їх реалізації																+	+
<b>ПРН-У-23.</b> Оформляти результати досліджень у вигляді статей і доповідей на наукових конференціях.																+	+
<b>ПРН-У-29.</b> Працювати зі студентською аудиторією в галузі статистики, вміти організувати їх навчальний процес	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4 – 5 балів/3 бали;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2 – 5 балів/3 бали;
3. Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4 – 15 балів/9 балів;
4. Контрольна робота 2: РН2.1, РН2.2 – 15 балів/9 балів;
6. Виступ з доповіддю за темою наукового дослідження: РН2.3, РН3.1, РН4.1, РН4.2, – 20 балів/12 балів;

#### - підсумкове оцінювання: екзамен.

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН2.1, РН2.2;
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

### 7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу, та модульних контрольних робіт за графіком робочої програми.

У частину 1 входять теми 1 - 3, у частину 2 – теми 4 – 5у частину 3 – теми 6 – 9. Обов'язковим для екзамену є виконання усіх контрольних робіт та доповідь за темою наукового дослідження до вказаної викладачем дати, перед початком екзаменаційної сесії, згідно навчального плану. Переписування чи перескладання тем не практикується..

#### Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота: до 5 тижня навчального періоду.
2. Контрольна робота: до 13 тижня навчального періоду.
3. Доповідь за темою наукового дослідження: до 10 тижня навчального періоду.

У випадку відсутності з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольні роботи здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу”.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

При визначені оцінки визначальною є робота в семестрі. Після завершення розгляду тем проводяться письмові контрольні роботи та теоретичне опитування.



## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
<b>Частина 1. Асимптотична теорія статистичних оцінок</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Граничні теореми і збіжність ймовірнісних мір. Теорема Прохорова, теорема Ліндеберга. <i>Самостійна робота:</i> Перевірка умов слабкої збіжності ймовірнісних мір у задачах статистики.	2	2	10
2	<b>Тема 2.</b> M- і Z-оцінки. Оцінки методу найбільшої вірогідності та їх модифікації. Асимптотична нормальність оцінок <i>Практичне заняття та самостійна робота:</i> Побудова статистичних оцінок, задачі перевірки їх асимптотичної нормальності та знаходження матриці розсіювання. Використання для побудови довірчих еліпсоїдів. Реалізація в R.	2	2	12
3	<b>Тема 3.</b> Контигуальність ймовірнісних мір. Третя лема Ле-Кама. Локально асимптотично нормальні експерименти. Асимптотика відношень вірогідності <i>Самостійна робота:</i> Перевірка контигуальності послідовностей ймовірнісних мір. Використання асимптотичної нормальності відношення вірогідності.	1		10
	<i>Контрольна робота 1</i>	1		
<b>Частина 2. Ефективні оцінки</b>				
4	<b>Тема 4.</b> Відносна ефективність оцінок. Суперефективні оцінки. Оцінка Ходжеса. <i>Самостійна робота:</i> Аналіз відносної ефективності параметричних та непараметричних оцінок. Ефективність і робастність. Імітаційне моделювання у порівнянні ефективності оцінок. Реалізація в R.	2		10
5	<b>Тема 5.</b> Регулярні оцінки. Теорема про згортки Гаєка – Ле-Кама. <i>Самостійна робота:</i> Застосування теореми Гаєка – ле-Кама у регулярних та нерегулярних задачах оцінювання.	2		12
<b>Частина 3. Асимптотична теорія статистичних тестів</b>				
6	<b>Тема 6.</b> Асимптотична потужність тестів для локально асимптотично нормальних експериментів. <i>Самостійна робота:</i> Знаходження асимптотичної потужності тестів.	2		10
7	<b>Тема 7.</b> Асимптотична функція потужності і нахил для тестів для перевірки односторонніх гіпотез.	2	2	10

	<i>Самостійна робота:</i> Порівняння асимптотичних функцій потужності і нахилів для тестів на основі робастних і не робастних статистик.			
8	<b>Тема 8.</b> Пітменова відносна ефективність статистичних тестів та її застосування. <i>Самостійна робота:</i> Знаходження пітмєнєвої відносної ефективності.	2		12
9	<b>Тема 9.</b> Бахадурова відносна ефективність статистичних тестів. Теорема Крамера-Чернова і її застосування для знаходження ефективності за Бахадуром. <i>Самостійна робота:</i> Обчислення ефективності за Бахадуром. Підготовка до контрольної роботи.	1		10
<i>Контрольна робота 2</i>		1		
<b>ВСЬОГО</b>		18	4	96

**Загальний обсяг 120 годин**, в тому числі:

Лекцій – 18 годин,

Практичних занять – 4 години

Консультації - 2 години.

Самостійна робота – 96 години.

## 9. Рекомендовані джерела

### *Основні:*

1. A. W. van der Vaart. Asymptotic Statistics-Cambridge University Press, 1998.- 440p.
2. Borovkov A.A. Mathematical Statistics. CRS Press 1999. – 580 p.
3. Ибрагимов И.А., Хасьминский Р.З. - Асимптотическая теория оценивания 1979. – 528с.

### *Додаткові:*

4. Wickham H. Advanced R.CRC Press 2015 – 240 p.
5. Dalgaard P. Introductory Statistics With R. Springer 2008 – 344p.