

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
з навчальної роботи



Безущак О.О.

«15» вересня 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
STUDIES IN STATISTICS

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            | обов'язкова                   |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Форма навчання                             | денна                 |
| Навчальний рік                             | 2018/2019             |
| Рік навчання                               | 1                     |
| Кількість кредитів ECTS                    | 5                     |
| Мова викладання, навчання<br>та оцінювання | англійська/українська |
| Форма заключного контролю                  | екзамен               |

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

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

КИЇВ – 2018

Розробник: професор кафедри теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики **Майборода Ростислав Євгенович**, д. ф.-м. н., проф.

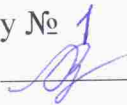
ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри теорії ймовірностей,  
статистики та актуарної математики

  
\_\_\_\_\_ Мішура Ю.С.  
(підпис)

Протокол № 18 від «22» червня 2018 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «12» 09 2018 року № 1  
Голова науково-методичної комісії  \_\_\_\_\_ професор, д.ф.-м.н. Курченко О.О.  
(підпис)

**1. Мета дисципліни** Розвиток навичок розв'язання комплексних проблем в галузі статистики, формулювання наукової проблеми, робочих гіпотез, математико-статистичних моделей явищ реального світу, вибору існуючих та створення нових методів та методик аналізу реальних статистичних даних відповідно до поставленої задачі, оцінки ефективності методів статистичного аналізу, алгоритмічної реалізації нових методів статистичного аналізу даних, використання сучасного програмного забезпечення для прикладного статистичного аналізу та для дослідження якості нових статистичних алгоритмів, самостійного опрацювання та аналізу літературних джерел у галузі математичної та прикладної статистики, а також навичок спільної роботи з неспеціалістами для постановки і розв'язання задач прикладних статистичних досліджень.

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

1. *Знати:* основні методи математичного аналізу, теорії міри, теорії ймовірностей та теорії випадкових процесів.
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 «Studies in Statistics» належить до обов'язкових компонент освітньої програми. Вона забезпечує професійний розвиток, спрямована на формування концептуальних та методологічних знань у галузі статистики, вміння критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї, аналізувати наукові праці, формулювати методологічну базу власного наукового дослідження, самостійно обирати і застосовувати методи статистичного оцінювання та перевірки гіпотез для розв'язання нових задач, розробляти наукові і інформаційно-освітні ресурси для розв'язання задач, пов'язаних з розвитком та використанням статистичних алгоритмів аналізу даних, обґрунтовувати достовірність отриманих результатів. В рамках дисципліни вивчаються основні принципи та методи побудови і аналізу алгоритмів оцінювання та перевірки гіпотез за вибірками скінченного обсягу а також застосування цих алгоритмів для розв'язання прикладних статистичних задач.

**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 формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя; здатність застосовувати теоретичні та практичні підходи математичної статистики, здатність використовувати математичні методи при проведенні прикладних статистичних досліджень. 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 аналізі 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)<br>(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   | Знати означення баєсового, мінімаксного тесту. Знати методи побудови баєсових та мінімаксних тестів для перевірки простих гіпотез, вміти реалізувати їх в R.             | Лекція, самостійна робота                                | Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді | 5%  |  |     |
| РН 1.2   | Знати означення рівномірно найбільш потужного тесту. Вміти будувати рівномірно найбільш потужні тести для випадку монотонного відношення вірогідності                    |  |  | 5%  |  |     |
| РН 1.3   | Вміти будувати мінімаксні та РНП тести для експоненційних сімей розподілу з використанням техніки відношення вірогідності та теорії баєсової перевірки гіпотез           |  |  | 5%  |  |     |
| РН 1.4   | Знати означення достатньої статистики, вміти знаходити достатні статистики користуючись факторизацією Наймана-Фішера   |  |  | 5%  |  |     |
| РН 1.5   | Знати означення мінімальної достатньої статистики, критерій мінімальності. Вміти використовувати мінмальні достатні статистики для побудови оцінок невідомих параметрів. |  |  | 5%  |  |     |
| РН 1.6   | Знати поняття інваріантного тесту, вміти будувати найбільш потужні інваріантні тести.  |  |  | Екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді | 5%   |     |
| РН 1.7   | Знати поняття повної статистики, вміти перевіряти повноту статистик.   |  |  |   | 5%   |     |
| РН 2.1   | Вміти реалізувати в R тести відношення вірогідності для складних гіпотез.  |  |  | Практичне заняття, самостійна робота              | Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), | 10% |
| РН 2.2   | Вміти будувати баєсові тести для складних гіпотез. Знати теореми про зв'язок між   |  |  |   |  | 10% |

|        |   |                                      |   |     |
|--------|---|--------------------------------------|---|-----|
|        | баєсовими та мінімаксними тестами.  |                                      | екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу  |     |
| РН 2.3 | Знати властивості інформаційної матриці Фішера і вміти її обчислювати.  |                                      | Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу | 10% |
| РН 2.4 | Знати теорему Блекуела - Рао і вміти використовувати її для побудови ефективних оцінок  |                                      | Екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу  | 10% |
| РН 2.5 | Знати поняття еквіваріантної статистики і вміти будувати ефективні еквіваріантні оцінки.  |                                      | Екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу  | 10% |
| РН3.1  | 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                | Практичне заняття, самостійна робота | Виступ з доповіддю за темою наукового дослідження   | 5%  |
| РН4.1  | Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності. |                                      |   | 5%  |
| РН4.2  | Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість   |                                      |   | 5%  |
|        |   |                                      |   |     |

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

| Результати навчання дисципліни<br>Програмні результати навчання  | РН 1.1                              | РН 1.2 | РН 1.3 | РН 1.4 | РН 1.5 | РН 1.6 | РН 1.7 | РН 2.1 | РН 2.2 | РН 2.3 | РН 2.4 | РН 2.5 | РН 3.1 | РН 4.1 | РН 4.2 |
|--|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | <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-5.</b> Аналізувати наукові праці в галузі інформаційних технологій, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання   | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |   |
| <b>ПРН-У-6.</b> Кваліфіковано відображати 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   | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |   |



## 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 - 7, у частину 2 – теми 8 – 10 у частину 3 – теми 11 – 13. 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 7 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 визначенні 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. Теорія перевірки статистичних гіпотез</b> |   |                 |           |                   |
| 1   | <b>Тема 1.</b> Вступ, основні означення та поняття. Прикладні задачі перевірки гіпотез.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Розглянути можливість застосування передбачуваних результатів дисертаційної роботи у задачах перевірки гіпотез.       | 2               |           | 2                 |
| 2   | <b>Тема 2.</b> Бассові та мінімаксні тести для перевірки статистичних гіпотез. Випадок простих основної гіпотези та альтернативи<br><i>Самостійна робота:</i><br>Побудова тестів відношення вірогідності для перевірки простих гіпотез.       | 2               |           | 10                |
| 3   | <b>Тема 3.</b> Тест відношення вірогідності для складних гіпотез<br><i>Самостійна робота:</i><br>Приклади побудови тесту відношення вірогідності для складних гіпотез. Реалізація в R.  | 2               |           | 10                |
| 4   | <b>Тема 4.</b> РНП тести для перевірки гіпотез у випадку монотонного відношення вірогідностей<br><i>Самостійна робота:</i><br>Приклади побудови тесту відношення вірогідності у випадку монотонного відношення вірогідностей. Реалізація в R. | 2               |           | 10                |
| 5   | <b>Тема 5.</b> Побудова мінімаксних тестів для складних гіпотез.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Мінімаксний тест для перевірки попадання у кулю математичного сподівання багатовимірного нормального розподілу. Реалізація в R.              | 2               |           | 10                |
| 6   | <b>Тема 6.</b> РНП незміщені тести для перевірки гіпотез для експоненційних сімей розподілів.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Тести для перевірки двосторонніх гіпотез для нормального розподілу. Реалізація в R.                             | 2               |           | 10                |
| 7   | <b>Тема 7.</b> Поняття інваріантного тесту. Максимальні інваріанти. Техніки побудови інваріантних РНП тестів.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Приклади побудови інваріантних тестів. Реалізація в R.  | 1               |           | 10                |
| <i>Контрольна робота 1</i>                              |   | 1               |           |                   |
| <b>Частина 2. Достатні статистики</b>                   |   |                 |           |                   |
| 4   | <b>Тема 8.</b> Поняття достатньої статистики. Приклади параметричних і непараметричних задач з  | 2               |           | 10                |

|  |   |    |  |     |
|--|---|----|--|-----|
|  | достатніми статистиками.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Пошук достатніх статистик на основі означення.   |    |  |     |
| 5  | <b>Тема 9.</b> Факторизаційна теорема Неймана-Фішера.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Знаходження достатніх статистик на основі факторизації Фішера.  | 2  |  | 10  |
| 6  | <b>Тема 10.</b> Мінімальні достатні статистики. Повні статистики.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Аналіз статистик на достатність, мінімальність і повноту.   | 2  |  | 10  |
| <b>Частина 3. Статистичне оцінювання</b> |   |    |  |     |
| 7  | <b>Тема 11.</b> Теорема Блекуела-Рао-Колмогорова у багатовимірному випадку.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Застосування теореми БРК для побудови незміщених ефективних оцінок.   | 2  |  | 10  |
| 8  | <b>Тема 12.</b> Інформаційна матриця Фішера. Її властивості. Нерівність Крамера-Рао багатовимірний випадок.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Приклади ефективних оцінок, для яких досягається або не досягається межа Крамера. | 2  |  | 10  |
| 9  | <b>Тема 13.</b> Поняття еквіваріантності. Ефективні еквіваріантні оцінки.<br><i>Самостійна робота:</i><br>Побудова еквіваріантних оцінок та їх реалізація в R.  | 2  |  | 8   |
| <i>Контрольна робота 2</i>               |   | 2  |  |     |
| <b>ВСЬОГО</b>                            |   | 28 |  | 120 |

**Загальний обсяг 150 годин**, в тому числі:

Лекцій – **28 годин**,

Консультації - **2 години**.

Самостійна робота – **120 годин**.

## **9. Рекомендовані джерела**

### ***Основні:***

1. Borovkov A.A. Mathematical Statistics. CRS Press 1999. – 580 p.
2. Shao J. Mathematical Statistics. Springer 2007 – 592 p.
3. Lehmann E.L. Testing Statistical Hypotheses. Springer 1997 – 618 p.

### ***Додаткові:***

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