

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.

«18» вересня 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
REGRESSION MODELS WITH ERRORS IN  
VARIABLES

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 Кукуш О.Г., д.ф.-м.н.

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

КИЇВ – 2018

Розробник: Кукуш О.Г., д.ф.м.н., професор, професор кафедри математичного аналізу.


ЗАТВЕДЖЕНО  
Зав.кафедри теорії ймовірностей,  
статистики та актуарної математики

 Мішура Ю.С.

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** - оволодіння базовими поняттями регресійного аналізу з похибками у змінних для розв'язання задач теоретичного і прикладного характеру, сприяння розвитку логічного та аналітичного мислення.

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

- 1. Знати:** основні методи математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії ймовірностей та математичної статистики.
- 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 «Regression models with errors in variables» 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 розглядаються базові поняття функціональних та структурних моделей, класичних та берксонівських похибок вимірювання, наводяться основні методи консистентного оцінювання в моделях з похибками вимірювання; вивчаються оцінки у лінійних моделях з похибками вимірювання у двох ситуаціях: а) коли відома лише дисперсія похибки вимірювання регресора, та б) коли відоме лише відношення похибок вимірювання відгуку та регресора.

**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. Конкретними навчальними цілями є вивчення основних методів консистентного оцінювання в моделях з похибками вимірювання, а також асимптотичних властивостей оцінок параметрів регресії в лінійних моделях з похибками вимірювання. 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	Знати формулу для обчислення виправленої оцінки найменших квадратів у лінійній моделі з похибками у змінних	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	10%
РН 1.2	Знати принцип побудови оцінки ортогональної регресії у лінійній моделі з похибками у змінних			10%
РН 1.3	Знати асимптотичний зсув звичайної оцінки найменших квадратів у лінійній моделі з похибками у змінних			10%
РН 1.4	Знати приклади експоненційних сімейств щільностей імовірності			10%
РН 2.1	Вміти будувати оцінку ортогональної регресії у неявній моделі з похибками у змінних	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
РН 2.2	Вміти будувати оцінку квазі-максимальної вірогідності для моделей регресії з експоненційними сімействами щільностей			20%
РН 2.3	Вміти будувати оцінки максимальної вірогідності для всіх невідомих параметрів у лінійних моделях з похибками в змінних	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Виступ з доповіддю за темою наукового дослідження</i>	5%
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			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	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
<b>Програмні результати навчання</b>										
<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			+					+	+	+
<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 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 – 6 у частину 3 – теми 7 – 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: на 3-му тижні навчального періоду.
2. Контрольна робота: на 9-му тижні навчального періоду.
3. Доповідь за темою наукового дослідження: до 7-го 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

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

При визначенні оцінки основним є робота в семестрі. Після завершення розгляду тем проводиться письмова контрольна робота і теоретичне опитування.

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

№	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
<b>Частина 1. „Основні означення, поняття. Оцінювання в лінійній моделі з відомою дисперсією похибки у регресорі”</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Основні поняття теорії моделей регресії з похибками у змінних, приклади. Класичні та	2		8

	берксонівські похибки, приклади. Явні та неявні моделі, приклади. <i>Самостійна робота:</i> Зведення явних моделей до неявних, моделі з векторним відгуком.			
2	<b>Тема 2.</b> Ідентифіковані та неідентифіковані моделі, приклади <i>Самостійна робота:</i> Зв'язок між ідентифікованістю моделі та існуванням консистентної оцінки параметрів моделі.	1		8
3	<b>Тема 3.</b> Виправлена оцінка найменших квадратів (ВОНК) коефіцієнтів регресії в лінійній моделі з відомою дисперсією похибки у регресорі. <i>Самостійна робота:</i> Отримати оцінку кутового коефіцієнта різними способами, виходячи з різних статистичних принципів.	1	1	12
<i>Контрольна робота 1</i>		2		
<b>Частина 2. „Лінійна модель з відомим відношенням дисперсій похибок у відгуку та у регресорі”</b>				
4	<b>Тема 4.</b> Оцінки максимальної вірогідності (ОМВ) у нормальній лінійній моделі з відомим відношенням $\lambda$ дисперсій похибок у відгуку та у регресорі. <i>Самостійна робота:</i> Еквіваріантність оцінки, умови її консистентності.	2	1	12
5	<b>Тема 5.</b> Оцінка ортогональної регресії (ООР) у неявній моделі з похибками у змінних. <i>Самостійна робота:</i> Показати, що ОМВ у нормальній лінійній моделі із $\lambda=1$ дорівнює ООР. Узагальнити це твердження для множинної лінійної регресії.	2	1	8
6	<b>Тема 6.</b> Асимптотична нормальність оцінок. <i>Самостійна робота:</i> Побудувати асимптотичні довірчі інтервали та асимптотичні довірчі еліпсоїди на основі ВОНК та ООР.	2		12
<b>Частина 3. „Нелінійні моделі регресії з похибками у змінних”</b>				
7	<b>Тема 7.</b> Моделі регресії з експоненційним сімейством щільностей імовірності та похибками у змінних. <i>Самостійна робота:</i> Побудувати оцінки параметрів регресії у логістичній моделі та гама-моделі.	1	1	12
8	<b>Тема 8.</b> Поліноміальна регресія з похибками у змінних. <i>Самостійна робота:</i> Виписати оцінки коефіцієнтів регресії у квадратичній та кубічній моделях регресії з похибками у змінних.	2		12
9	<b>Тема 9.</b> Елементи теорії оціночних рівнянь. Сендвіч-формула.	1		12



	<i>Самостійна робота:</i> Застосувати сендвіч-формулу для отримання асимптотичної коваріаційної матриці оцінок у лінійній та поліноміальній моделях.			
<i>Контрольна робота 2</i>		2		
ВСЬОГО		18	4	96

**Загальний обсяг 120 годин, у тому числі:  
лекції – 18 годин,  
практичні заняття – 4 години,  
консультації – 2 години,  
самостійна робота – 96 годин.**

### **9. Рекомендовані джерела**

#### **Основні:**

1. Масюк С.В., Кукуш О.Г., Шкляр С.В., Чепурний М.І, Ліхтарьов І.А. Моделі регресії з похибками вимірювання та їх застосування до оцінювання радіаційних ризиків. - К.: ДІА, 2015. - 288 с.

#### **Додаткові:**

1. Cheng, C.-L., Van Ness, J.W. Statistical Regression with Measurement Error.- Arnold, 1999.- P. 262.

