

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Харитонов О.М.

« 27 серпня » 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Статистика стаціонарних випадкових процесів

для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальності	111 «Статистика»
освітній рівень	другий (магістр)
освітня програма	«Прикладна і теоретична статистика»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладач: Яневич Тетяна Олександрівна, к.ф.-м.н., с.н.с., доцент кафедри теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики

Пролонговано: на 20 /20 н.р. () « » 20 р.
На 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2021

Розробник: Яневич Тетяна Олександрівна, к.ф.-м.н., с.н.с., доцент кафедри теорії ймовірностей, статистики та актуарної математики.

ЗАТВЕДЖЕНО
Зав. кафедри
теорії ймовірностей,
статистики та актуарної математики
Мішура Ю.С.

Протокол № 1 від 31.08.2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "31" 08 2021 року № 1

Голова науково-методичної комісії Олійник А.С. професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.
(підпис)

1. Мета дисципліни – ознайомлення із методами статистичного аналізу часових рядів та неперервних випадкових процесів з урахуванням як теоретичних та математичних аспектів, так і їх практичного застосування до аналізу даних. Для часових рядів та процесів визначення основних характеристик та властивостей, асимптотичної поведінки, методів оцінювання параметрів та прогнозування, засоби спектрального аналізу, виділення тренду та сезонних компонент тощо.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Знати:* основи теорії ймовірностей, математичної статистики та теорії випадкових процесів.
2. *Вміти:* розв'язувати задачі по підрахунку ймовірностей, умовних математичних сподівань та дисперсій; будувати довірчі інтервали та обраховувати статистичні оцінки.
3. *Володіти елементарними навичками:* роботи на персональному комп'ютері.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Статистика стаціонарних випадкових процесів» є складовою освітніх програм підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» у галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності: 112 «Статистика», освітньої програми «Прикладна і теоретична статистика».

Дана дисципліна є вибірковою. Дисципліна «Статистика стаціонарних випадкових процесів» включає в себе вивчення фундаментальних понять теорії випадкових процесів, таких як стаціонарність, неперервність, ергодичність. На основі отриманих теоретичних знань уміти визначати основні характеристики даних, що змінюються в часі та оцінювати основні характеристики. Також вивчаються методи виділення складових тренду та періодичності, прогнозування. У курсі передбачено засвоєння вивчених моделей та методів обробки даних, зокрема з використанням статистичного пакету R.

Викладається у 3 семестрі в обсязі **90 год. (3 кредити ECTS¹)** зокрема: лекції – всього 28 год, самостійна робота – 60 год. У курсі передбачено 2 змістовні модулі та виконання 2 самостійних завдань. Завершується дисципліна **екзаменом у третьому семестрі.**

4. Завдання (навчальні цілі):

Формування здатності застосувати математичні та статистичні методи до розв'язання практичних задач зі статистики стаціонарних випадкових процесів, що використовуються для прийняття рішень в таких галузях, як страхування, банківський та інвестиційний сектор економіки, телекомунікаційні технології, маркетинг, біотехнології, метеорологія, геологія тощо; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці та статистиці, відповідно до освітнього рівня «Магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від статистики (ЗК-1);
- 2) Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2);
- 3) Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК-3);
- 4) Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань (ЗК-4);
- 5) Здатність генерувати нові ідеї (ЗК-5);
- 6) Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК-8);
- 7) Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК-9);

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 8) Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування (ЗК-10);
- 9) Здатність критично оцінювати та переосмислювати власний і чужий досвід, аналізувати свою професійну й соціальну діяльність (ЗК-11);
- 10) Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері статистики та її практичних застосувань (ФК-1);
- 11) Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК-4);
- 12) Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК-5);
- 13) Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефахівців (ФК-6);
- 14) Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих статистичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК-8);
- 15) Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері статистики (ФК-10).

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 (Формуються розробником)			
РН 1.1	Знати основні поняття теорії випадкових процесів, їх властивості, асимптотичну поведінку.	Лекція	Екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді, проходження тестів, результати виконання самостійних завдань та проектів	10%
РН 1.2	Знати які властивості мають оцінки основних параметрів та прогнози часових рядів.			10%
РН 1.3	Знати що таке тренд, сезонні коливання, спектральна щільність.			10%
РН 1.4	Знати основні характеристики процесів Пуассона, Вінера та стаціонарних гауссових процесів.			10%
РН 1.5	Знати що таке розклад Уальда, процеси із короткою та довгою пам'яттю, періодограма..			10%
РН 2.1	Вміти переформулювати реальну проблему в статистичну та ефективно інтерпретувати результати для явищ, що розвиваються з плином часу.	Лекція, самостійна робота	Виконання самостійних завдань, екзамен та виконання проекту	10%
РН 2.2	Вміти використовувати математичні/статистичні моделі для визначення залежності та для прогнозування поведінки стохастичної динамічної системи, що спостерігається			10%
РН 2.3	Вміти використовувати програмне забезпечення для підрахунку різних статистичних оцінок та прогнозів.			10%
РН 3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	Лекція	Активна робота на лекціях, усні	5%

			<i>відповіді</i>	
РН 3.2	Вироблення навичок командної роботи	<i>Лекція, робота над проектом</i>	<i>Активна робота лекціях, усні відповіді, виконання проекту</i>	5%
РН 4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді, результати виконання самостійних завдань</i>	5%
РН 4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	<i>Самостійна робота</i>	<i>Екзамен, результати виконання самостійних завдань</i>	5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання												
	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 1.5	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 3.1	РН 3.2	РН 4.1	РН 4.2	
ПРН-3-1 - Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері статистики	+	+	+	+	+							+	+
ПРН-3-2 - Відтворювати знання фундаментальних розділів статистики в обсязі, необхідному для володіння математичним та економічним апаратами відповідної галузі знань і використання статистичних методів у обраній професії	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+
ПРН-3-3 - Володіти основами математичних дисциплін і економічних теорій, зокрема які вивчають моделі природничих і соціальних процесів	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+
ПРН-У-1 - Уміти використовувати фундаментальні закономірності статистики у професійній діяльності						+	+	+	+	+		+	+
ПРН-У-2 - Читати і розуміти фундаментальні розділи математичної та економічної літератури та демонструвати майстерність їх відтворення в аргументованій усній та/або письмовій доповіді	+	+	+	+						+		+	+

ПРН-У-3 - Доносити професійні знання, власні обґрунтування і висновки до фахівців і широкого загалу	+	+	+	+	+					+	+	+	+
ПРН-У-8 - Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
ПРН-У-10 - Усно й письмово спілкуватися рідною та англійською мовами в науковій, виробничій та соціально-суспільній сферах діяльності із професійних питань; читати спеціальну літературу; знаходити, аналізувати та використовувати інформацію з різних довідкових джерел	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН-У-11 - Використовувати раціональні способи пошуку та використання науково-технічної інформації, включаючи засоби електронних інформаційних мереж; застосовувати інформаційні ресурси, у тому числі електронні, для пошуку відповідних математичних моделей	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+
ПРН-У-12 - Дотримуватися норм етичної поведінки стосовно інших людей, адаптуватися та комунікувати											+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН3.2, РН4.1 – 14 балів/7 балів;
 2. Виконання самостійного завдання 1: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН3.2, РН4.2 – 16 балів/10 балів;
 3. Виконання самостійного завдання 2: РН1.4, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН3.2, РН4.2 – 16 балів/10 балів;
 4. Виконання тестових завдань: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 14 балів/8 балів;
- Разом має бути 60/35

- 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, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН4.1, РН4.2.
- форма проведення і види завдань: письмово-усна робота: для перевірки теоретичних знань — тестове завдання, для практичних навичок — проектна робота. Усне обговорення отриманих результатів.

7.2. Організація оцінювання:

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований

мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість пройти додатковий тест із теоретичними питаннями та доскласти самостійні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на заліку є нижчою від мінімального порогового рівня (24 бали), то бали за екзамен не додаються до семестрової оцінки (вважаються рівними нулю), а підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною;

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

Форма екзамену – письмово-усна. Для складання екзамену студенту потрібно відповісти на теоретичні запитання у вигляді тесту. По результатам проходження тесту можна набрати від 0 до 15 балів. Також пропонується виконати проект, що включає в себе елементи моделювання часових рядів та випадкових процесів, оцінювання основних характеристик та прогнозування. Проект виконується на основі змодельованих даних. Для обробки даних пропонується скористатись статистичним пакетом R, але допускається і використання інших програмних інструментів. Проект оцінюється в межах від 0 до 20 балів. Додатково від 0 до 5 балів студент отримує по результатам усного опитування. Всього за екзамен можна отримати від 0 до 40 балів.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Виконання самостійного завдання 1: на 5-му - 7-му тижні навчального періоду.
2. Виконання самостійного завдання 2: на 10-му - 14-му тижні навчального періоду

7.3. Шкала відповідності оцінок

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

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

теми	Назва теми	Кількість годин			
		Лекції	Самост. робота	Консультації	Інші форми контролю
Змістовий модуль 1 „Статистика часових рядів”					
1	Основні поняття теорії випадкових процесів: слабка та сильна стаціонарність, коваріаційні функції, послідовності однаково-розподілених незалежних випадкових величин та білий шум.	6	5		Тест із теоретичними питаннями
2	Оцінювання середнього, дисперсії, коваріаційної функції. Ергодичність. Оцінювання тренду та	4	5		Тест із теоретичними питаннями

	періодичності.				
3	Трансформація часових рядів. ARMA-процеси. Прогнозування	4	20	1	Тест із теоретичними питаннями 1-ше самостійне завдання
Змістовий модуль 2 „Статистика неперервних випадкових процесів”					
4	Стаціонарні випадкові процеси. Пуассонівський та вінерівський процес.	4	5		Тест із теоретичними питаннями
5	Спектральна щільність. Теорема Бохнера. Обчислення спектральної щільності для різних моделей.	4	5		Тест із теоретичними питаннями
6	Теорема про розклад Уальда. Процеси із короткою та довгою пам'яттю. Періодограма.	6	20	1	Тест із теоретичними питаннями, 2-ге самостійне завдання
Всього годин за 1 семестр		28	60	2	

**Загальний обсяг 90 годин, у тому числі:
лекції – 28 годин,
консультації – 2 годин,
самостійна робота – 60 годин.**

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Т. Андерсон, Статистический анализ временных рядов / Пер. з англ. М.: Мир, 1979, 307с.
2. О.Г. Горбачев, С.А.Гуз, А.А.Натан, Основы теории случайных процессов / М.: МФТИ, 2002, 110с.
3. А. Н. Ширяев, Основы стохастической финансовой математики. Т-2 / М.:Фазис, 1998, 1017с.
4. P. J. Brockwell, R. A. Davis, Introduction to Time Series and Forecasting, Second Edition. Springer texts in statistics. 2002, 59p.

Додаткові:

1. Shumway and Stoffer, Time series Analysis and Its Applications, Springer, 2011, 589p.
2. R-процедури із ресурсу www.stat.pitt.edu/stoffer/tsa4/
3. P. J. Brockwell, R. A. Davis, Time Series, theory and methods, Springer, New York, 1991, 588p.