

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.

2020 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Часові ряди

для студентів

галузь знань

11 «Математика та статистика»

спеціальність

112 «Статистика»

освітній рівень

перший (бакалавр)

освітня програма

«Статистика»

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: Яневич Т.О., 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 – 2020

Розробник: Яневич Т.О., 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 28.08.2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "31" 08 2020 року № 1

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

**1. Мета дисципліни** – оволодіння сучасними методами, теоретичними положеннями та основними застосуваннями сучасної теорії випадкових процесів, застосування цих методів до розв’язання типових задач.

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

*Володіння базовими знаннями з курсів теорії ймовірностей і математичної статистики.*

Рекомендовано базові знання матеріалу курсів «Диференціальні рівняння» та «Функціональний аналіз», а також спеціальних курсів «Теорія випадкових процесів» і «Регресійний аналіз».

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

Навчальна дисципліна «Часові ряди» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 Математика та статистика зі спеціальності 112 Статистика освітньої програми «Статистика».

Дана дисципліна вивчається за вибором студента.

Курс «Часові ряди» включає теорію процесів ARIMA, теорію багатовимірних моделей. Для таких процесів вивчається стаціонарність, спектральне зображення, відношення причинності, оцінювання параметрів.

Викладається у 8 семестрі в обсязі **180 год.** (*6 кредитів ECTS<sup>1</sup>*) зокрема: *лекції – всього 26 год, практичні 28 год., самостійна робота – 122 год.* У курсі передбачено 2 змістових модулі та 1 модульна контрольна робота. Завершується дисципліна **заліком.**

**Завдання (навчальні цілі):** закріплення знань з теорії ймовірностей та математичної статистики, формування вміння аналізу даних; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці та статистиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК3).
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК4).
- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК5).
- 4) Здатність спілкуватися українською мовою як усно, так і письмово (ЗК6).
- 5) Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК9).
- 6) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК10).
- 7) Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК11).
- 8) Здатність працювати автономно (ЗК14).
- 9) Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов’язків. (ЗК15).
- 10) Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК16).
- 11) Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів). (ЗК17).
- 12) Здатність здійснювати логічні математичні міркування із чітким зазначенням припущень та висновків (СК3).
- 13) Здатність до математичного формулювання задач та вибору методів їх розв’язання (СК4).

---

<sup>1</sup> кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 14) Здатність до кількісно-статистичного мислення (СК5).
- 15) Здатність робити якісні висновки з кількісних даних (СК7).
- 16) Здатність проводити дослідження ймовірісно-статистичних моделей та інтерпретувати одержані результати (СК10).
- 17) Здатність подавати статистичні процедури та результати їхнього застосування у формі, придатній для цільової аудиторії, до якої звертаються, як усно, так і письмово (СК13)
- 18) Здатність до аналізу основ і властивостей статистичних алгоритмів та розуміння переваг тих чи інших підходів, у тому числі до оцінки їх обґрунтованості й ефективності (СК14).

## 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)			
<i>1 семестр</i>				
РН 1.1	Знати основні приклади моделей для часових рядів.	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Активна робота на лекції, залік, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	10%
РН 1.2	Володіти поняттями стаціонарності випадкових процесу, відношення причинності між випадковими процесами.			16%
РН 2.1	Уміти знаходити автоковаріаційну функцію випадкових процесів $ARMA(p,q)$ .	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота, розв'язання задач на практичних заняттях, залік виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	16%
РН 2.2	Уміти записувати спектральний розклад випадкового процесу.			10%
РН 2.3	Уміти проводити аналіз часових рядів. Зокрема, уміти знаходити оцінки параметрів моделі $ARIMA(p,d,q)$ , перевіряти часовий ряд на стаціонарність, обирати порядок моделі.			23%
РН 2.4	Уміння працювати з пакетами аналізу даних.			15%
РН 3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	<i>Практичне заняття</i>	<i>активна робота на практичних заняттях, усні відповіді</i>	5%
РН 3.2	Вироблення навиків командної роботи	<i>Практичне</i>	<i>активна</i>	5%

		заняття	робота на практичних заняттях, усні відповіді	
--	--	---------	---	--

## 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 1.5	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 2.4	РН 3.1	РН 3.2
<b>Програмні результати навчання</b>											
<b>РН-1</b> - Здійснювати професійну письмову й усну комунікацію українською мовою та, принаймні, однією з іноземних мов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>РН-6</b> - Володіти знаннями та вміннями з імовірнісних і статистичних розділів математики: побудова ймовірнісних просторів, обчислення ймовірностей подій та характеристик випадкових величин і векторів, граничні теореми, характеристики випадкових процесів, оцінювання характеристик сукупностей на основі спостережень, формулювання та перевірка статистичних гіпотез	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>РН-8</b> - Вміти працювати з різними типами збіжності випадкових величин та розподілів, користуватися граничними законами теорії ймовірностей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>РН-9</b> - Вміти визначати числові та якісні характеристики випадкових подій, величин, елементів, процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>РН-18</b> - Вміти застосовувати ймовірнісно-статистичні моделі та методи для розв'язання прикладних проблем і задач.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### Оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Виконання теоретичних завдань, винесених на самостійну роботу: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 15 балів/10 балів;

2. Контрольна робота: РН1.2, РН2.1, РН2.2 – 10 балів/6 балів;

3. Виконання індивідуальних практичних завдань РН2.3, РН2.4 – 25 балів/ 15 балів;  
4. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН3.1, РН3.2 – 10 балів/4 бали;  
Разом 60/35

**Підсумкове оцінювання:** залік.

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

## 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 написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 20 балів, тобто, якщо оцінка студента на заліку є нижчою від мінімального порогового рівня (20 балів), то бали за залік не додаються до семестрової оцінки;

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 заліку – письмово-усна. Білет заліку складається із 4 завдань: двох теоретичних питань, однієї задачі та завдання з аналізу часового ряду. Завдання оцінюються 5, 10, 10, та 10 балів відповідно. Додатково від 0 до 5 балів студент отримує за усне опитування. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів.

## Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Задача теоретичних завдань, винесених на самостійну роботу: до 10-го тижня навчального періоду включно.*
2. *Контрольна робота: на 14-му тижні навчального періоду*
3. *Задача індивідуальних практичних завдань: на 14-му тижні навчального періоду.*

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>.

## 7.3. Шкала відповідності оцінок

<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

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

№ теми	Назва теми	Кількість годин			
		Лекції	практичні	самост. Робота	Модуль-ні КР
<b>Змістовий модуль 1</b>					
<b>Один стаціонарний часовий ряд</b>					
1	Випадкові процеси та часові ряди. Властивості, приклади	2		8	
2	Лінійні операції над стаціонарними випадковими процесами. Процес $MA(q)$ .	2	2	8	
3	Моделювання часових рядів		2	8	
4	Процес $AR(q)$ . Рівняння Юла-Волкера.	2	2	8	
5	Обчислення автоковаріаційної функції стаціонарного процесу $ARMA(p,q)$ .		2	8	
6	Умови стаціонарності та оборотності процесу $ARMA(p,q)$	2	2	6	
7	Оцінювання параметрів процесу $ARMA(p,q)$ .	2	2	8	
8	Вибір порядку моделі. Діагностика моделі.	2		6	
9	Прогнозування за допомогою моделі $ARIMA$	2	2	8	
10	Спектральна теорія дискретних випадкових процесів.	2	2	6	
11	Моделі з сезонністю	2		6	
	<b>ВСЬОГО ЗА МОДУЛЬ 1</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>80</b>	
<b>Змістовий модуль 2</b>					
<b>Нестаціонарні часові ряди. Кілька часових рядів</b>					
12	Модель $ARIMA(p,q)$	2	2	8	
13	Тест стаціонарності та тест на одиничні корені	2	2	8	
14	Багатовимірна авторегресія. Зв'язок причинності за Гренджером (екзогенність)	2	2	8	
15	Коінтеграція та тестування коінтеграції	1	2	8	
16	Нелінійні моделі	1	2	10	2

	<b>ВСЬОГО ЗА МОДУЛЬ 2</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>52</b>	<b>2</b>
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>122</b>	<b>2</b>

**Загальний обсяг 90 годин, у тому числі:**  
**лекції – 26 годин,**  
**практичні заняття – 28 годин,**  
**консультації – 4 години,**  
**самостійна робота – 122 годин.**

## 9. Рекомендовані джерела

### Основні:

1. R. H. Shumway, D. S. Stoffer. Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples. Springer, Cham, 2017.
2. S. Subba Rao. Time Series : Lecture Notes. Режим доступу: [https://www.stat.tamu.edu/~sahasini/teaching673/teaching673\\_2020.html](https://www.stat.tamu.edu/~sahasini/teaching673/teaching673_2020.html)
3. T. W. Anderson. The Statistical Analysis of Time Series. Wiley, New York, 1971.  
Т. Андерсон. Статистический анализ временных рядов. Мир, Москва, 1976.
4. G. E. P. Box, G. M. Jenkins, G. C. Reinsel, J. M. Ljung. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Wiley, Hoboken New Jersey, 2016.  
Д. Бокс, Г. Дженкинс. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Том 1. Мир, Москва, 1974.
5. G. Kirchässner, J. Wolters. Introduction to Modern Time Series Analysis. Springer, Berlin, 2013.
6. Г. Г. Канторович. Анализ временных рядов. Экономический журнал ВШЭ. 2002. Том 6. №1, 85–116; №2, 253–273; №3, 379–401; №4, 498–523. 2003. Том 7. №1, 79–103.  
Режим доступу: <https://ej.hse.ru>
7. R: A Language and Environment for Statistical Computing / R Core Team, Vienna, 2019.  
Режим доступу: <https://www.R-project.org>

### Додаткові:

1. T. Sadigov, W. Thistleton. Practical Time Series Analysis. Режим доступу: <https://www.coursera.org/learn/practical-time-series-analysis>
2. J. D. Cryer, K. S. Chan. Time Series Analysis: With Applications in R. Springer, New York, 2008.
3. R. S. Tsay. Analysis of Financial Time Series. Wiley, Hoboken New Jersey, 2010.
4. L. Di Persio. Autoregressive approach to import-export time series. Part 1: Basic techniques. Modern Stochastics: Theory and Applications, 2015, Vol. 2, No. 1, 51–65.