Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра математичного аналізу та теорії ймовірностей

Методи прогнозування для випадкових процесів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

● Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	**Перший (бакалаврський)**
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)/дистанційна
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 годин (30 годин – лекції, 30 годин – практичні, 60 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік\МКР, РГР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	**Лектор**: Клесов Олег Іванович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей, voselk@gmail.com **Практичні**: Клесов Олег Іванович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей, voselk@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua,

● Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Опис дисципліни	Відповідно до навчального плану освітній компонент «*Методи прогнозування для випадкових процесів*», належить до циклу професійної підготовки та має важливе значення у підготовці фахівця за освітньою програмою «*Страхова та фінансова математика*». Прогноз – це науково аргументоване передбачення, що надає досліднику інформацію про розвиток певних явищ і процесів у майбутньому. В дисципліні «*Методи прогнозування для випадкових процесів*» вивчаються методи прогнозування, які базуються на теоретичних основах теорії ймовірностей та теорії випадкових процесів, а також на науково обгрунтованих підходах математичної статистики. Зазначені методи включають як кореляційні, так і спектральні. Вони пояснюються для загальному випадку стаціонарних випадкових процесів та уточнюються для важливих класів параметричних моделей. Обговорюються приклади з обробки сигналів, економетричної інформації, даних наукових та інженерних досліджень.
Цілі дисципліни	Метою навчальної дисципліни є: ● сформувати професійні компетенції у студентів на основі знань стосовно теорії та практики науково обгрунтованих методів прогнозування; ● створити студентам умови для розвитку самопізнання, самовираження, самоствердження, самооцінки, самореалізації; ● сформувати у студентів у процесі вивчення дисципліни такі якості особистості, як мобільність, вміння працювати у колективі, відповідальність, толерантність.
Предмет навчальної дисципліни	Предметом навчальної дисципліни “Методи прогнозування для випадкових процесів” є вивчення теорії прогнозування для регресійних моделей та випадкових процесів, таких, як часові ряди, стаціонарні, а також вивчення теоретичних методів інтерполяції, екстраполяції та фільтрації
Компетентності	Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей: ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК3 Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності. ЗК6 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК7 Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК8 Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел. ЗК12 Здатність працювати автономно. ЗК16 Здатність проявляти творчий підхід та ініціативу. ЗК17 Здатність критично оцінювати результати своєї діяльності в професійній сфері, навчанні і нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень в навчальних контекстах та/або професійній діяльності з урахуванням наукових, соціальних, етичних, правових, економічних аспектів.

	ФК1 Здатність формулювати проблеми математично та в символьній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв’язання. ФК2 Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв’язання тієї самої задачі. ФК3 Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок. ФК6 Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем. ФК7 Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей. ФК8 Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів. ФК10 Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символьних розрахунків. ФК14 Здатність демонструвати математичну грамотність, послідовно пояснити іншим математичні теорії або їх складові частини, взаємозв’язок та відмінність між ними, навести приклади застосувань у природничих науках. ФК15 Здатність застосувати математичні методи до прогнозування економічних та соціальних процесів у сфері управління на підприємствах, в фінансових установах, в навчальних закладах тощо.
Програмні результати навчання	РН4 Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми. РН6 Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів. РН7 Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефахівців у галузі математики. РН9 Уміти працювати зі спеціальною літературою іноземною мовою. РН10 Розв’язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об’єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями. РН11 Розв’язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей. РН17 Знати теоретичні основи і застосовувати основні методи теорії ймовірностей, теорії випадкових процесів і математичної статистики для дослідження випадкових явищ, перевірки гіпотез, обробки реальних даних та аналізу тривалих випадкових явищ. РН18 Знати теоретичні основи і застосовувати методи теорії функцій комплексної змінної. РН20 Розв’язувати основні математичні задачі аналізу даних; застосовувати базові загальні математичні моделі для специфічних ситуацій, мати навички управління інформацією, і

	застосування комп’ютерних засобів статистичного аналізу даних. РН23 Знати міждисциплінарні зв’язки між математичною та іншими природничими та соціальними науками; основи міжнародного співробітництва в галузі науки та освіти; математичної мови як універсального способу для моделювання природничих, технічних та соціальних процесів. РН24 Застосовувати отримані знання з математичних дисциплін, у яких вивчаються моделі природничих процесів; математичні методи аналізу та прогнозування; математичні способи інтерпретації числових даних; принципи функціонування природничих процесів, математичні моделі оцінки ризиків в тих предметних областях, де проводяться дослідження.

- 2. **Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Пререквізити: Навчальна дисципліна «*Методи прогнозування для випадкових процесів*» базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Математичний аналіз», «Математична логіка та дискретна математика», «Теорія ймовірностей», «Основи математичної статистики», «Основи теорії випадкових процесів», які вивчаються на бакалаврському рівні вищої освіти за спеціальністю 111 Математика.

3. Зміст навчальної дисципліни

● ● Назва розділів і тем	**Кількість годин**			
	Всього	**у тому числі**		
		Лекції	**Практичні**	**СРС**
1	***2***	***3***	***4***	***5***
Розділ 1. Вступ до теорії стаціонарних процесів				
Тема 1.1. Приклади часових рядів, які досліджувались протягом історії	7	2	2	3
Тема 1.2. Відомі підходи до означення стаціонарності	7	2	2	3
Тема 1.3. Найпростіші приклади стаціонарних процесів	7	2	2	3
Разом за розділом 1.	**21**	**6**	**6**	**9**
Розділ 2. Основні характеристики стаціонарних процесів				
Тема 2.1. Автоковаріаційна функція та її властивості	7	2	2	3
Тема 2.2. Спектральна щільність та її властивості	7	2	2	3
Разом за розділом 2.	**14**	**4**	**4**	**6**
Розділ 3. Задача прогнозування				
Тема 3.1. Умовне математичне	7	2	2	3

сподівання однієї випадкової величини відносно іншої випадкової величини				
Тема 3.2. Прогноз однієї випадкової величини з використанням іншої випадкової величини	6	2	1	3
Тема 3.3. Задача лінійного прогнозування	6	2	1	3
Тема 3.4. Задача інтерполяції	7	2	2	3
Тема 3.5. Ергодична теорема	5	2	-	3
Разом за розділом 3.	**31**	**10**	**6**	**15**
Розділ 4. Теорія фільтрації				
Тема 4.1. Лінійна фільтрація	7	2	2	3
Тема 4.2. Частотна характеристика фільтру	7	2	2	3
Тема 4.3. Генератриса коваріацій	7	2	2	2
Тема 4.4. Обернені фільтри	7	2	2	2
Тема 4.5. Прогноз для процесу ARMA(p,q)	7	2	2	2
Разом за розділом 4.	**32**	**10**	**10**	**12**
Розрахункова робота	**10**	**-**	**-**	**10**
Контрольна робота	**6**	-	2	4
залік	**6**	**-**	**2**	**4**
Всього годин	**120**	**30**	**30**	**60**

● 4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література.

1. Клесов О.І., *Методи прогнозування для випадкових процесів* (конспект лекцій), 2022, Київ, 233 стор..
2. P. J. Brockwell, R. A. Davis, *Introduction to time series analysis and forecasting*, 2002, Springer Verlag, New York.
3. C. Chatfield, *Time series forecasting*, 2000, Chapman&Hall, New York.
4. M. Falk, *A First Course on Time Series Analysis. Examples with SAS*, 2012, Würzburg University.
5. D. Yates, D.J. Goodman, *Probability and Stochastic Processes. A Friendly Introduction for Electrical and Computer Engineers*, 3rd edition, 2014, Wiley, New York.

Допоміжна література.

6. M. B. Priestley, *Spectral analysis and time series*, 1981, Academic Press, New York.

● Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Очна/дистанційна форма

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Приклади часових рядів, які досліджувались протягом історії

	Рекомендована література: **[1]], [2]], [3]**
2	Відомі підходи до означення стаціонарності ***Рекомендована література:*** **[1], [6]**
3	Найпростіші приклади стаціонарних процесів ***Рекомендована література:*** **[1], [2], [3]**
4	Автоковаріаційна функції та її властивості ***Рекомендована література:*** **[1], [2], [3]**
5	Спектральна щільність та її властивості ***Рекомендована література:*** **[1], [7]**
6	Умовне математичне сподівання однієї випадкової величини відносно іншої випадкової величини ***Рекомендована література:*** **[1]**
7	Прогноз однієї випадкової величини з використанням іншої випадкової величини ***Рекомендована література:*** **[1]**
8	Задача лінійного прогнозування ***Рекомендована література:*** **[1], [3], [4]**
9	Задача інтерполяції ***Рекомендована література:*** **[1]**
10	Ергодична теорема ***Рекомендована література:*** **[1], [6]**
11	Лінійна фільтрація ***Рекомендована література:*** **[1], [5]**
12	Частотна характеристика фільтру ***Рекомендована література:*** **[1], [4], [5]**
13	Генератриса коваріацій ***Рекомендована література:*** **[1], [4]**
14	Обернені фільтри ***Рекомендована література:*** **[1], [4]**
15	Прогноз для процесу ARMA(p,q) ***Рекомендована література:*** **[1], [2], [3]**

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Приклади часових рядів
2	Означення стаціонарності
3	Приклади стаціонарних процесів
4	Автоковаріаційна функції та її властивості
5	Спектральна щільність та її властивості
6	Умовне математичне сподівання однієї випадкової величини відносно іншої випадкової величини
7	Прогноз однієї випадкової величини з використанням іншої випадкової величини. Задача лінійного прогнозування.
8	**МКР-1** «Стаціонарні процеси. Автокореляційна функція»
9	Задача інтерполяції
10	Ергодична теорема

11	Лінійна фільтрація
12	Частотна характеристика фільтру
13	Генератриса коваріацій
14	Обернені фільтри
14	Прогноз для процесу ARMA(p,q)
15	Залік

6. Самостійна робота здобувача освіти

Вивчення дисципліни «Методи прогнозування для випадкових процесів» включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- виконання розрахунково-графічної роботи;
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка презентацій доповідей;
- підготовка до заліку.

На самостійне опрацювання виноситься декілька підрозділів з усіх розділів на розсуд викладача. Їх можна взяти з підручників [6-7], але дозволяється використовувати інші джерела для поглибленого вивчення того, чи іншого питання. Планом також передбачені індивідуальні завдання для студентів, які виконуються самостійно або робочими групами.

Контрольні роботи

Запланована модульна контрольна робота

МКР-1. «Стаціонарні процеси. Автокореляційна функція».

● Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни «Методи прогнозування для випадкових процесів»

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв’язування задач на практичних. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів розв’язання/побудови основних завдань дисципліни є самостійна робота (опрацювання навчальних матеріалів лекційних занять, підготовка до практичних занять, виконання завдань розрахункової роботи, підготовку до МКР та заліку).

● Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента(-ки), який не з’явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент(-ка) має можливість написати модульну контрольну роботу, але максимальний бал за неї буде дорівнювати 50% від загальної кількості балів. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

● Календарний рубіжний контроль.

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація
Умови одержання атестації	Поточний рейтинг	більше 50% можливих на даний момент балів	більше 50% можливих на даний момент балів

	Поточний контрольний захід	СР, РГР	+	+
		МКР, СР, РГР	–	+

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code

1. **Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО) (очна\дистанційна форма)**

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	РГР	Семестр. атест.
7	4	120	30	30	60	1	1	залік

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (РСО) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf.

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), МКР, РГР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус https://campus.kpi.ua.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за

1) відповіді на практичних заняттях та домашні завдання;
2) одна контрольна робота (МКР може бути поділена на декілька контрольних робіт);
3) РГР (розрахунково-графічна робота);

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 15. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 10 балів.

0.0 – відмова від відповіді, незнання необхідного теоретичного матеріалу;

0.25 – знання окремих фрагментів теоретичного матеріалу, вміння деякі з них застосовувати

0.5 – поверхневе знання теоретичного матеріалу розв’язування задачі та виконання побудови у

0.75 – добре знання теоретичного матеріалу вміння його застосовувати та майже самостійне виконувати побудови у програмі Geogebra;

1 – досконале знання теоретичного матеріалу самостійне розв’язування задачі

2. Домашні роботи

Ваговий бал – 15. Максимальна кількість балів за всі домашні роботи дорівнює 15 балів.

Критерій оцінювання ДЗ:

відсутність домашніх робіт – 0 балів.

За несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання домашньої роботи зараховується не більше 50%.

3. Модульний контроль

Ваговий бал – 40. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює 40 балів.

Критерій оцінювання МКР:

відсутність на контрольній роботі – 0 балів,

МКР не переписується, оцінка МКР (в балах) дорівнює величині відсотка (від максимальної кількості балів) її виконання.

4. Розрахунково-графічна робота (РГР) – самостійне дослідження студента.

Ваговий бал – 30.

Критерій оцінювання РГР:

Невиконання РГР – 0 балів. Вимоги до оформлення РГР і захисту по завершенню семестру, а також тематику самостійного дослідження буде надано викладачем практичних занять.

За несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання РГР (без захисту роботи) зараховується не більше 60% .

4. заохочувальні бали

- заохочувальні бали за виконання творчих завдань
- успішна участь у олімпіаді з вищої математики

Максимальна кількість заохочувальних балів не перевищує 10% (10 балів)

- Форма семестрового контролю – залік
- Якщо виконано усі передбачені види робіт, то залік виставляється «автоматом» згідно рейтингу здобувача, з переведенням в оцінку за університетською шкалою. В разі недостатньої кількості балів або з метою підвищення рейтингу, дозволяється написання залікової роботи, за результатами якої здобувач отримує остаточний рейтинговий бал
- Умови позитивної оцінки календарного контрлю
- Для отримання “зараховано” з першої (8 тиждень) та другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% можливих балів на момент проведення календарного контролю.
- Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.
- **Розрахунок шкали рейтингу (R):**
- Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:
- **R = 15+15 + 40 + 30 = 100 балів.**
- **Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:**

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

2. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom та освітньої платформи Moodle (або Google Classroom G Suite for Education).

У разі проведення карантинних заходів РСО може бути змінено згідно наказу КПІ та рішення кафедри.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професором кафедри МАтаТЙ, доктором фіз.-мат. наук, професором Клесовим О.І.

Ухвалено: кафедрою МАтаТЙ (протокол № 14 від 25.06.2025 р.)

Погоджено: Методичною радою ФМФ (протокол № 10 від 27.06.2025 р.)