

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

СЕРТИФІКАТНА ПРОГРАМА
«СИСТЕМНА МАТЕМАТИКА»

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Галузь знання	12 «Інформаційні технології»
Спеціальність	124 «Системний аналіз»
Освітня програма	«Системний аналіз і управління»

Ухвалено Методичною радою університету
від _____ протокол № _____

Введено в дію наказом
від _____ протокол № _____

Київ
2021

ПЕРЕДМОВА

Розробники сертифікатної програми:

Романенко В.Д., заступник директора з науково-педагогічної роботи інституту прикладного системного аналізу КПІ ім. Ігоря Сікорського, професор, доктор технічних наук

Тимошук О.Л., доцент кафедри математичних методів системного аналізу інституту прикладного системного аналізу КПІ ім. Ігоря Сікорського, в.о.завідувача кафедри, доцент, кандидат технічних наук

З М І С Т

1. Опис сертифікатної програми.....	4
2. Описи освітніх компонентів сертифікатної програми	6
3. Силабуси освітніх компонентів сертифікатної програми.....	14

1. ОПИС СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

1 — Загальна інформація	
Повна назва ЗВО та факультету/кафедри	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», інститут прикладного системного аналізу, кафедра математичних методів системного аналізу
Ступінь вищої освіти	Ступінь вищої освіти — перший (бакалаврський)
Предметна сфера (галузь знань, спеціальність)	галузь знань — 12 «Інформаційні технології» спеціальність — 124 «Системний аналіз» освітня програма — «Системний аналіз і управління»
Офіційна назва сертифікатної програми	Системна математика
Тип сертифіката та обсяг сертифікатної програми	Сертифікат встановленого зразка КПІ ім. Ігоря Сікорського, 32 кредити
Мова викладання	українська
Термін дії сертифікатної програми	безстроково
Інтернет-адреса постійного розміщення сертифікатної програми	afgp.kpi.ua
2 — Мета сертифікатної програми	
<p>Сертифікатну програму «Системна математика» розроблено як профілізаційну складову освітньої програми за спеціальністю 124 «Системний аналіз» галузі знань 12 «Інформаційні технології» першого (бакалаврського) рівня здобувачів вищої освіти в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».</p> <p>Сертифікатна програма призначена для задоволення освітніх потреб студентів університету та зовнішніх слухачів, здатних розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу, що характеризуються поглибленим математичним описом, комплексністю та невизначеністю умов, функціонуванням складних систем у стохастичному середовищі.</p>	

Мета сертифікатної програми полягає в підготовці системних аналітиків з поглибленою математичною освітою, направленою на застосування спеціалізованих чисельних методів для системного опису та оптимізації розподілених стохастичних процесів, конфліктно-керованих систем та хаосу в динамічних системах за спеціальністю 124 «Системний аналіз» у напрямках:

- обчислення екстремумів цільових функцій різної природи;
- застосування математичного апарату теорії диференціальних ігор для розв'язання динамічних задач при реалізації конфліктно-керованих ситуацій;
- застосування математичних методів навчання з підкріпленням при розробці розумних помічників в рекомендаційних системах для реалізації ланцюгів поставок та промислового контролю;
- дослідження моделей стаціонарних випадкових процесів у дискретному та неперервному часі та прогнозування майбутньої поведінки систем масового обслуговування;
- застосування теорії хаосу в динамічних системах для моделювання зростання економіки з урахуванням розвитку технологій та технологічного прогресу; володіння аттракторами нелінійної моделі ціноутворення;
- застосування методів структурно-параметричної ідентифікації для визначення структури та оцінювання параметрів моделей слабоструктурованих систем різної природи при неповних вимірюваних координатах.

3 — Особливості участі слухачів сертифікатної програми

3.1 — Сертифікатна програма (СП) «Системна математика представляє спеціалізований комплекс пов'язаних між собою дисциплін (освітніх компонентів) встановленої тривалості, який передбачає професійно спрямовану підготовку слухачів (студентів кафедри математичних методів системного аналізу (ММСА) КПІ ім. Ігоря Сікорського та зовнішніх слухачів.

3.2 — Освітні компоненти сертифікатної програми складаються з вибірових дисциплін першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 124 «Системний аналіз» загальним обсягом 32 кредити ЄКТС.

3.3 — Запис слухачів на сертифікатну програму здійснюється на основі поданої заяви у встановлені кафедрою терміни. Запис здобувачів вищої освіти на дисципліни СП проводиться у встановлені терміни запису на вибірові дисципліни. Запис зовнішніх слухачів на дисципліни СП здійснюється кафедрою ММСА і відбувається на весь обсяг СП через подання зовнішніми

слухачами відповідної заяви, на підставі якої слухач записується до групи з проходження СП.

3.4 — Зарахування слухачів на СП здійснюється за розпорядженням заступника директора з науково-педагогічної роботи інституту прикладного системного аналізу (ІПСА).

3.5 — Сертифікатна програма «Системна математика» для студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського може бути реалізована в межах освітньої програми «Системний аналіз і управління», за якою студент навчається шляхом формування індивідуальної освітньої траєкторії.

3.6 — Забезпечення цільової аудиторії передбачає формування групи з числа студентів кафедри ММСА, а також зовнішніх слухачів.

3.7 — Сертифікатна програма «Системна математика» надається на платній основі для зовнішніх слухачів та для студентів кафедри ММСА, які у випадку опанування СП перевищують кількість кредитів, передбачених освітньою програмою «Системний аналіз і управління».

2. ОПИСИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

4 — Перелік освітніх компонентів		
Компоненти сертифікатної програми	Кількість кредитів ЄКТС	Форма підсумкового контролю
Вибіркові освітні компоненти		
1. Спеціальні розділи обчислювальної математики	4	Залік
2. Теорія випадкових процесів	4	Залік
3. Методи оптимізації та обчислення операцій-2	4	Залік
4. Стаціонарні випадкові процеси	4	Залік
5. Конфліктно-керовані системи	4	Залік
6. Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning)	4	Залік
7. Теорія хаосу в динамічних системах	4	Залік
8. Ідентифікація складних систем	4	Залік
Загальний обсяг кредитів сертифікатної програми	32 кредити ЄКТС	

5 — Компетентності та очікувані результати навчання

Сертифікатна програма передбачає поглиблення компетентностей та спеціалізацію результатів навчання, здобутих під час вивчення дисциплін, вказаних в п. 4. Ця сертифікатна програма спрямована на засвоєння слухачами особливостей розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем системного аналізу, які потребують поглибленого математичного опису і обґрунтування. Сертифікатна програма наповнена унікальним контентом та авторськими курсами, які характеризуються практичністю та актуальністю інформації, що дозволяє отримати додаткові знання та навички, розширити коло кар'єрних можливостей в сфері системного аналізу.

Компетентності

1. Здатність — застосовувати чисельні методи пошуку власних чисел та відповідних власних векторів матриць;

- виконувати чисельне інтегрування функцій;
- застосовувати: однокрокові та багатокрокові методи розв'язання задачі Коші; чисельні методи розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь та диференціальних рівнянь у часткових похідних.

2. Здатність — виділяти основні фактори, що впливають на перебіг процесів складних систем (фізичних, економічних, соціальних тощо);

- формалізувати динамічні стохастичні фактори у вигляді випадкових процесів певних класів;
- виділяти з основних факторів детерміновані складові, що досліджуються на основі методів «нестохастичної» математики.

3. Здатність — застосовувати методи мінімізації функцій векторного аргументу та одновимірних функцій (градієнтний метод та його узагальнення, метод Ньютона та його модифікації, симплекс-метод, квазіньютонівські методи).

4. Здатність — досліджувати моделі стаціонарних випадкових процесів у дискретному та неперервному часі;

- знаходити характеристики стаціонарних процесів на виході різноманітних лінійних систем;
- здійснювати інтерполяцію та прогнозування майбутньої поведінки стаціонарних процесів;

	<p>— в межах теорії масового обслуговування будувати та досліджувати моделі ланцюгів Маркова в неперервному часі, які відповідають реальним процесам у предметній області.</p>
	<p>5. Здатність — будувати оптимальні стратегії переслідування в конфліктних ситуаціях, застосовувати ігрові моделі динаміки до розв’язання динамічних задач маркетингу, моделювання динаміки партій за допомогою диференціальних ігор тощо.</p>
	<p>6. Здатність — застосовувати методи навчання з підкріпленням при розробці комп’ютерних ігор, взаємодії з клієнтами у вебсайті, в рекомендаційних системах, в ланцюгах поставок, промислового контролю, у фінансових процесах, в промислових системах управління.</p>
	<p>7. Здатність — володіти економічною термінологією теорії хаосу в динамічних системах, застосовувати математичні моделі зростання економіки з урахуванням розвитку технологій та технологічного прогресу, володіти аттракторами нелінійної моделі ціноутворення, застосовувати математичні моделі інновацій та інноваційних процесів, прогнозувати процеси зростання еволюційних систем з використанням S-кривих.</p>
	<p>8. Здатність — застосовувати методи структурно-параметричної ідентифікації для визначення структури моделі слабоструктурованих складних систем різної природи при неповних вимірюваних координатах, оцінювати невідомі параметри математичних моделей багатозв’язних і багатовимірних складних систем в умовах невизначеності координат системи.</p>

<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>1. Знати — чисельні методи пошуку власних чисел та відповідних власних векторів матриць;</p> <ul style="list-style-type: none"> — чисельне інтегрування функцій; — однокрокові та багатокрокові методи розв’язання задачі Коші; — чисельні методи розв’язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь; — чисельні методи розв’язання диференціальних рівнянь у часткових похідних. <p>Уміти — проаналізувати задачу, правильно обрати наближений метод її розв’язку;</p> <ul style="list-style-type: none"> — запрограмувати відповідний алгоритм чисельного інтегрування функцій, або розв’язку диференціальних рівнянь та отримати числовий результат; — оцінити похибку, що виникла в результаті розв’язку та проінтегрувати одержані результати.
	<p>2. Знати — елементи аксіоматики Колмогорова; числові характеристики випадкових величин та векторів; оптимальне оцінювання випадкових векторів; класи випадкових процесів у дискретному часі;</p> <ul style="list-style-type: none"> — елементи теорії ланцюгів Маркова в дискретному часі; гіллясті процеси Гальтона-Ватсона; — загальні визначення та теореми випадкових процесів (скінченновимірні розподіли); вінеровський та пуассонівський процеси; елементи страхової математики, актуарну модель Крамера-Лундберга. <p>Уміти — знаходити оптимальні середньоквадратичні лінійні оцінки випадкових векторів та дисперсійні матриці похибок оцінювання; скінченновимірні розподіли; математичні сподівання та кореляційні функції випадкових процесів; функціональні характеристики випадкових величин, векторів і процесів на базі вінерівського та пуассонівського процесів.</p>

	<p>3. Знати — основи загальної теорії оптимізації (необхідні та достатні умови екстремуму для задач безумовної та умовної оптимізації, одновимірних та багатовимірних, класичних та задач математичного програмування);</p> <p>чисельні методи мінімізації функцій векторного аргументу та одновимірних функцій (градієнтний метод та його узагальнення, метод Ньютона та його модифікації, симплекс-метод, квазіньютонівські методи);</p> <p>— елементи теорії оптимального керування.</p> <p>Уміти — знаходити чисельні розв'язки задач оптимізації, які неможливо або складно вирішити аналітично;</p> <p>— обчислювати екстремуми цільових функцій різної природи.</p> <hr/> <p>4. Знати — методи середньоквадратичного диференціювання та інтегрування випадкових процесів;</p> <p>— інтеграл Вінера для процесів з некорельованими приростами;</p> <p>— стаціонарні процеси в дискретному та неперервному часі та їх основні характеристики; процеси авторегресії та ковзного середнього;</p> <p>— лінійні перетворення та інтерполяцію стаціонарних процесів;</p> <p>— умовні ймовірності та умовні математичні сподівання за сігма-алгебрами;</p> <p>— елементи теорії ланцюгів Маркова в неперервному часі та теорії масового обслуговування.</p> <p>Уміти — проводити аналіз, здійснювати інтерполяцію та прогнозування різноманітних стаціонарних моделей;</p> <p>— досліджувати ймовірнісні характеристики марковських моделей в неперервному часі;</p> <p>— знаходити характеристики та прогнозувати майбутню поведінку систем масового обслуговування;</p> <p>— досліджувати моделі стаціонарних випадкових процесів у дискретному та неперервному часі.</p>
--	--

	<p>5. Знати — математичний апарат теорії диференціальних ігор;</p> <ul style="list-style-type: none"> — математичні моделі, що приводять до конфліктно-керованих процесів; — структуру диференціальних ігор (стратегії, якими користуються гравці в диференціальних іграх); — матричну опуклість для множини та функцій; — лінійні диференціальні ігри та методи їх розв'язування; — задачу групового переслідування. <p>Уміти — самостійно тавити і розв'язувати конфліктні задачі, що виникають у динамічних системах (військові задачі «винищувач—бомбардувальник», задачі групового переслідування, задача уникнення зустрічі конфліктуючих сторін тощо);</p> <ul style="list-style-type: none"> — розв'язувати конфліктні ситуації в динамічних системах за допомогою методів теорії диференціальних ігор.
	<p>6. Знати — алгоритми навчання з підкріпленням (методи часових різниць, Монте-Карло, Sarsa, Q-навчання, Policy Gradient, Dyna тощо);</p> <ul style="list-style-type: none"> — формалізацію конкретних задач послідовного прийняття рішень як проблем навчання з підкріпленням та методологію реалізації рішень; — методи побудови навчання з підкріпленням, яка вміє приймати автоматизовані рішення. <p>Уміти — застосовувати методи навчання з підкріпленням при розробці «розумних помічників рекомендаційних систем, ланцюгів поставок, промислового контролю, взаємодії з клієнтами; при розробці комп'ютерних ігор.</p>
	<p>7. Знати — елементи нелінійної динаміки, методи якісного аналізу рішень, локальної та глобальної стійкості рівноваги, хаосу в одновимірному нелінійному відображенні, теорему Зінгера, теорію біфуркацій, теорему Шарковського, теорему Лі-Йорка;</p>

	<ul style="list-style-type: none"> — математичні моделі зростання економіки з урахуванням розвитку технологій; — узагальнену неокласичну модель економічного зростання Солоу за рахунок вибору виробничої функції у вигляді S-функції; — математичні моделі регулювання цін на ринках; — елементи еволюційної (синергетичної) економіки; — математичні моделі інновацій та інноваційних процесів; — алгоритм прогнозування на основі S-кривої Басса; — сучасний інструментарій аналізу і моделювання економічного зростання країни; — фактори і рушійні сили, що визначають темпи зростання у довгостроковій перспективі. <p>Уміти — характеризувати статистику і динаміку економічного зростання;</p> <ul style="list-style-type: none"> — прогнозувати економічне зростання на макрорівні; — оцінювати ефективність заходів державної політики щодо стимулювання економічного зростання; — володіти навичками макроекономічного моделювання економічного зростання, економічною термінологією і лексикою при застосуванні теорії хаосу для вирішення проблеми економічного зростання.
	<p>8. Знати — методи ідентифікації складних систем у класі дискретних моделей (комбінаторні методи непараметричної ідентифікації, структурно-параметрична ідентифікація, ідентифікація за методом виділеного простору, регуляризовані розв'язки задачі ідентифікації ARMA-моделей);</p> <ul style="list-style-type: none"> — методи структурно-параметричної ідентифікації в класі неперервних моделей (ідентифікація з використанням формули Коші, ідентифікація за методом виділеного підпростору з використанням фільтрів Пуасона).

Уміти — розробляти адекватні математичні моделі багатовимірних і багатозв'язних систем в умовах невизначеності;

- оцінювати невідомі параметри математичних моделей багатовимірних і багатозв'язних систем при зміні їх динаміки під дією внутрішніх і зовнішніх збурень;
- визначати структуру математичних моделей слабоструктурованих складних систем різної природи.

6 — Особливості оцінювання результатів навчання

Кожний освітній компонент сертифікатної програми має відповідне методичне забезпечення, обов'язковою частиною якого є рейтингова система оцінювання результатів навчання.

За результатами опанування слухачем освітніх компонент сертифікатної програми, набуття певних професійних знань, умінь і навичок на основі здачі відповідних екзаменів та заліків видається сертифікат КПІ ім. Ігоря Сікорського за підписом першого проректора.

Інформація про опанування сертифікатної програми може зазначатися в додатках до диплома європейського зразка.

3. СИЛАБУСИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

Дисципліна	СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ
Рівень ВО	перший (бакалаврський)
Курс	третій (осінній семестр)
Обсяг	4 кредити ЄКТС
Мова викладання	українська
Кафедра	математичних методів системного аналізу
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Хоменко Ольга Володимирівна, старший викладач кафедри математичних методів системного аналізу КПІ ім. Ігоря Сікорського, кандидат технічних наук
Вимоги до початку вивчення	Знання із розділів курсів: Алгебра і геометрія; Математичний аналіз; Диференціальні рівняння; Програмування
Що буде вивчатися	чисельні методи пошуку власних чисел та відповідних власних векторів матриць; чисельне інтегрування функцій; однокрокові та багатокрокові методи розв'язання задачі Коші; чисельні методи розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь; чисельні методи розв'язання задач для диференціальних рівнянь у часткових похідних
Чому це цікаво/треба вивчати	Чисельні методи є основним інструментом розв'язання сучасних прикладних задач. Вивчення дисципліни дозволяє оволодіти теоретичними основами методів обчислень, формує здатність дослідження та розв'язання прикладних задач з використанням сучасної обчислювальної техніки і створення відповідних програм.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Знання основних чисельних методів інтегрування, пошуку власних пар матриць, методів розв'язку диференціальних рівнянь і систем, звичайних і в частинних похідних; уміння проаналізувавши задачу, правильно обрати наближений метод її розв'язку; запрограмувати відповідний алгоритм та отримати числовий результат, оцінити похибку, що виникла в результаті розв'язку і проінтерпретувати одержані результати; отримати досвід застосування чисельних методів для розв'язання конкретних задач.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Чисельні методи – це основний інструмент для розв'язання математичних задач, до яких зводяться прикладні задачі. Отримані знання і уміння дозволяють правильно обрати метод розв'язання задачі, розробити та програмно реалізувати відповідний алгоритм, виконати аналіз отриманих результатів.
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, рейтингова система оцінювання (PCO), навчальні посібники, лабораторний практикум.
Форма проведення занять	Лекції, комп'ютерний практикум
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	ТЕОРІЯ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ
Рівень ВО	перший (бакалаврський)
Курс	третій (весняний семестр)
Обсяг	4 кредити
Мова викладання	українська
Кафедра	математичного аналізу та теорії ймовірностей
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Ільєнко Андрій Борисович, доцент кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей КПІ ім. Ігоря Сікорського, доцент, кандидат фізико-математичних наук
Вимоги до початку вивчення	Знання таких розділів курсів: Теорія ймовірностей; Математична статистика; Алгебра і геометрія; Математичний аналіз; Диференціальні рівняння
Що буде вивчатися	Випадкові величини й вектори та їхні характеристики (елементи аксіоматики Колмогорова; числові характеристики випадкових величин та векторів; оптимальне оцінювання випадкових векторів; класи випадкових процесів у дискретному часі); Елементи теорії ланцюгів Маркова з дискретним часом; гіллясті процеси Гальтона-Ватсона; Загальні означення та теореми випадкових процесів (скінченновимірні розподіли); вінеровський та пуассонівський процеси; елементи страхової математички, актуарна модель Крамера-Лундберга
Чому це цікаво/треба вивчати	Вміння знаходити: оптимальні середньоквадратичні лінійні оцінки випадкових векторів та дисперсійні матриці похибок оцінювання; скінченновимірні розподіли, математичні сподівання та кореляційні функції випадкових процесів; функціональні характеристики випадкових величин, векторів і процесів на базі вінеровського і пуассонівського процесів
Чому можна навчитися (результати навчання)	Сформовані здатності: Виділяти основні фактори, що впливають на перебіг процесів складних систем (фізичних, економічних, соціальних тощо); Формалізувати динамічні стохастичні фактори у вигляді випадкових процесів певних класів; Виділяти з основних факторів детерміновані складові, що досліджуються на основі методів «нестохастичної» математики
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Застосовувати набуті знання для задач з аналізу складних систем за дії випадкових збурень
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, рейтингова система оцінювання (PCO), навчальні посібники, методичні рекомендації
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ-2
Рівень ВО	перший (бакалаврський)
Курс	третій (весняний семестр)
Обсяг	4 кредити ЄКТС
Мова викладання	українська
Кафедра	математичних методів системного аналізу
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Яковлева Алла Петрівна, доцент кафедри математичних методів системного аналізу, доцент, кандидат фізико-математичних наук
Вимоги до початку вивчення	Знання розділів курсів: Математичний аналіз; Алгебра і геометрія; Диференціальні рівняння; Програмування; Чисельні методи
Що буде вивчатися	Основи загальної теорії оптимізації (необхідні та достатні умови екстремуму для задач безумовної та умовної оптимізації, одновимірних та багатовимірних, класичних та задач математичного програмування) Чисельні методи мінімізації функцій векторного аргументу та одновимірних функцій (градієнтний метод та його узагальнення, метод Ньютона та його модифікації, симплекс-метод, квазіньютонівські методи). Елементи теорії оптимального керування.
Чому це цікаво/треба вивчати	Щоб мати можливість та теоретичну і практичну базу для подальшого застосування набутих знань для вивчення та розвитку машинного навчання та навчання з підкріпленням.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Формування у студентів здатностей застосування теоретичних методів дослідження до побудови моделей та знаходження рішень різноманітних задач, що виникають у народному господарстві; знаходження чисельних розв'язків задач, які неможливо або складно вирішуються аналітично.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Застосовувати набуті знання для дослідження складних задач та обчислювати екстремуми цільових функцій різної природи.
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, рейтингова система оцінювання (PCO), навчальні посібники, методичні рекомендації
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття та лабораторні заняття.
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	СТАЦІОНАРНІ ВИПАДКОВІ ПРОЦЕСИ
Рівень ВО	перший (бакалаврський)
Курс	четвертий (осінній семестр)
Обсяг	4 кредити ЄКТС
Мова викладання	українська
Кафедра	математичного аналізу та теорії ймовірностей
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Ільєнко Андрій Борисович, доцент кафедри математичного аналізу та теорії ймовірностей КПІ ім. Ігоря Сікорського, доцент, кандидат фізико-математичних наук
Вимоги до початку вивчення	Теорія ймовірностей, теорія випадкових процесів, математичний аналіз, функціональний аналіз (елементи теорії гільбертових просторів), теорія міри та інтеграла Лебега — в обсязі дисциплін, що викладалися студентам ПСА протягом попереднього навчання
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> – Середньоквадратичне диференціювання та інтегрування випадкових процесів – Інтеграл Вінера за процесом з некартельованими приростами – Стаціонарні процеси в дискретному та неперервному часі та їх основні характеристики. Процеси авторегресії та ковзного середнього – Лінійні перетворення та інтерполяція стаціонарних процесів – Умовні ймовірності та умовні математичні сподівання за сігмаалгебрами – Елементи теорії ланцюгів Маркова в неперервному часі та теорії масового обслуговування
Чому це цікаво/треба вивчати	В курсі вивчаються базові моделі випадкових процесів, які знаходять численні застосування у прикладних науках. Так, теорія стаціонарних процесів є основою для вивчення часових рядів, які, у свою чергу, активно застосовуються при аналізі природних, економічних, соціальних та інших систем. Ланцюги Маркова в неперервному часі є важливим класом випадкових процесів, на базі якого будується теорія масового обслуговування.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> – Досліджувати моделі стаціонарних випадкових процесів у дискретному та неперервному часі – Знаходити характеристики стаціонарних процесів на виході різноманітних лінійних систем – Здійснювати інтерполяцію та прогнозування майбутньої поведінки стаціонарних процесів – В рамках теорії масового обслуговування будувати та досліджувати моделі ланцюгів Маркова в неперервному часі, які відповідають реальним процесам у предметній області
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> – Проводити аналіз, здійснювати інтерполяцію та прогнозування різноманітних стаціонарних моделей – Досліджувати ймовірнісні характеристики марковських моделей в неперервному часі – Знаходити характеристики та прогнозувати майбутню поведінку систем масового обслуговування
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, РСО, навчальний посібник, методичні рекомендації оцінювання (РСО), навчальні посібники, методичні рекомендації
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	КОНФЛІКТНО-КЕРОВАНІ СИСТЕМИ
Рівень ВО	перший (бакалаврський)
Курс	четвертий (осінній семестр)
Обсяг	4 кредити ЄКТС
Мова викладання	українська
Кафедра	математичних методів системного аналізу
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Ільєнко Олексій Петрович, доцент кафедри математичних методів системного аналізу КПІ ім. Ігоря Сікорського, старший науковий співробітник, доктор фізико-математичних наук
Вимоги до початку вивчення	Знання розділів курсів: Математичний аналіз; Алгебра і геометрія; Диференціальні рівняння; Функціональний аналіз
Що буде вивчатися	Математичні моделі, що приводять до конфліктно-керованих процесів; Математичний апарат теорії диференціальних ігор; Структура диференціальних ігор (стратегії, якими користуються гравці в диференціальних іграх); Матрична опуклість для множини та функцій; Лінійні диференціальні ігри; Задача групового переслідування; Методи розв'язування диференціальних ігор
Чому це цікаво/треба вивчати	Вміння самостійно ставити та розв'язувати конфліктні задачі, що виникають у динамічних системах (військові задачі «винищувач—бомбардувальник», задача групового переслідування, задача уникнення зустрічі конфліктуючих сторін тощо)
Чому можна навчитися (результати навчання)	Формування у студентів знань про задачі та методи теорії диференціальних ігор для розв'язання конфліктних ситуацій у динамічних системах
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	Застосовувати набуті знання та вміння для побудови оптимальних стратегій переслідування в конфліктних ситуаціях; застосовувати ігрові моделі динаміки до розв'язування динамічних задач маркетингу, моделювання динаміки рейтингу партій за допомогою диференціальних ігор тощо
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, рейтингова система оцінювання (PCO), навчальні посібники, методичні рекомендації
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	НАВЧАННЯ З ПІДКРИПЛЕННЯМ/REINFORCEMENT LEARNING
Рівень ВО	перший (бакалаврський)
Курс	четвертий (весняний семестр)
Обсяг	4 кредити ЄКТС
Мова викладання	українська
Кафедра	математичних методів системного аналізу
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Касьянов Павло Олегович, професор кафедри математичних методів системного аналізу КПІ ім. Ігоря Сікорського, професор, доктор фізико-математичних наук
Вимоги до початку вивчення	Знання розділів курсів: Теорія ймовірностей, Математична статистика; Математичний аналіз, Програмування та алгоритмічні мови.
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> – Побудова системи навчання з підкріпленням, яка вміє приймати автоматизовані рішення. – Розуміння того як навчання з підкріпленням співвідноситься та підходить під ширший спектр машинного навчання, глибокого навчання, навчання з учителем та без учителя. – Вивчення алгоритмів навчання з підкріпленням (методи часових різниць, Монте-Карло, Sarsa, Q-навчання, policy gradient, Дупа тощо). – Формалізація конкретних задач послідовного прийняття рішень як проблем навчання з підкріпленням та методологія реалізації рішень.
Чому це цікаво/треба вивчати	Навчання з підкріпленням є потужною парадигмою навчання та послідовного прийняття рішень, і воно є актуальним для великого кола задач, включаючи робототехніку, ігри, моделювання споживачів та охорону здоров'я. Курс має на меті забезпечити практичне ознайомлення з найсучаснішими методами навчання з підкріпленням
Чому можна навчитися (результати навчання)	Після закінчення курсу студенти будуть володіти основами сучасного ймовірнісного штучного інтелекту (ШІ) та будуть готові пройти більш прогресивні курси або застосувати інструменти та ідеї ШІ до реальних проблем.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Інструменти, засвоєні в цьому курсі, можуть бути застосовані при розробці комп'ютерних ігор (ШІ), взаємодії з клієнтами (як веб-сайт взаємодіє з клієнтами), а також, до розумних помічників, рекомендаційних систем, ланцюгів поставок, промислового контролю, фінансів, нафтогазових трубопроводів, промислових систем управління тощо.
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, рейтингова система оцінювання (РСО), навчальні посібники, методичні рекомендації, практичні завдання на платформі Github, матеріали на платформі Piazza.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття, домашня робота на сервері
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	ТЕОРІЯ ХАОСУ В ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМАХ
Рівень ВО	перший (бакалаврський)
Курс	четвертий (весняний семестр)
Обсяг	4 кредити
Мова викладання	українська
Кафедра	математичних методів системного аналізу
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Лопатін Олексій Костянтинович, професор кафедри математичних методів системного аналізу КПІ ім. Ігоря Сікорського, професор, доктор фізико-математичних наук
Вимоги до початку вивчення	Дисципліна ґрунтується на знанні наступних дисциплін: «Математичний аналіз», «Аналітична геометрія», «Лінійна алгебра», «Теорія ймовірностей», «Загальна теорія статистики» «Математичне моделювання», «Методи оптимальних рішень», , а також дисциплін « Макроекономіка » ,« Мікроекономіка », «Теорія прийняття рішень» , «Основи системного аналізу»
Що буде вивчатися	<p>-Елементи нелінійної динаміки. Якісний аналіз рішень. Локальна та стійкість глобальна стійкість станів рівноваги; хаос в одновимірному нелінійному відображенні; Басейн тяжіння періодичних орбіт, теорема Зінгера, біфуркація, теорема Шарковського, теорема Лі-Йорка; визначення хаосу.</p> <p>-Математичні моделі зростання економіки з урахуванням розвитку технологій. Модель Солоу економічного зростання з урахуванням технологічного прогресу; S-криві, ймовірно, найважливіша концепція в підприємстві; походження та застосування та S-подібних кривих.</p> <p>- Узагальнення неокласичної моделі економічного зростання Солоу за рахунок вибору виробничої функції у вигляді S-функції; математичні моделі регулювання цін на ринках в економіці. Аттрактори нелінійної моделі ціноутворення з запасами одного товару з пропозицією у вигляді S-кривої Ферхольста.</p> <p>; прогнозування рішень рівняння в околиці хаотичного аттрактора.</p> <p>- Елементи еволюційної (синергетичної) економіки.</p> <p>- Математичні моделі інновацій та інноваційних процесів; про дифузю інновацій: як поширюються нові ідеї; прогнозування кривих зростання еволюційних систем з використанням S-кривих;</p> <p>-Алгоритм прогнозування на основі S-кривої Басса; порівняльний аналіз результатів прогнозування.</p> <p>-Технології "Індустрії 4.0" («Четвертої промислової революції»).</p> <p>Проблеми для України що несе нова індустріальна революція.</p>
Чому це цікаво/треба вивчати	Праця і капітал як основні чинники економічного зростання пояснюють не більше п'ятої частини зростання випуску. Частина, що залишилася не можна було пояснити припадає на інші джерела зростання. Один з найбільш істотних джерел економічного зростання - науково-технічний прогрес. НТП є неспостережний безпосередньо показник, що відображає рівень технологічного

	<p>розвитку країни, можливості ефективного використання факторів виробництва. Науково-технічний потенціал економіки, в свою чергу, формується під дією цілого ряду чинників, прямо або побічно, через деякі канали, що впливають на рівень НТП, і, отже, на динаміку випуску і темпи економічного зростання. Виявлення факторів НТП, а також каналів їх впливу на економічне зростання є актуальним завданням. Емпірична оцінка адекватності теоретичних уявлень про механізми впливу НТП на динаміку випуску є актуальною.</p>
<p>Чому можна навчитися (результати навчання)</p>	<p>Цілями освоєння дисципліни: поглиблення знань бакалаврів в області теорії економічного зростання; набуття ними практичних навичок макроекономічного аналізу і моделювання зростання в економіці; ознайомлення бакалаврів з новітніми напрямками теоретичних і емпіричних досліджень з моделювання економічного зростання. Для успішного освоєння дисципліни навчаться повинен:</p> <p>Знати: основні результати новітніх досліджень з проблем економічного зростання; фактори і рушійні сили, що визначають темпи зростання в довгостроковій перспективі; витрати і межі економічного зростання; сучасний інструментарій аналізу і моделювання економічного зростання країни; пріоритетні напрямки політики підвищення якості зростання економіки.</p> <p>Вміти: характеризувати статистику і динаміку економічного зростання; прогнозувати економічне зростання на макрорівні; оцінювати ефективність заходів державної політики щодо стимулювання економічного зростання; використовувати отримані знання в процесі наукової та практичної діяльності.</p> <p>Володіти: економічною термінологією і лексикою даної дисципліни; навичками макроекономічного моделювання економічного зростання; методикою і методологією проведення наукових досліджень з даної проблематики; навичками самостійного оволодіння новими знаннями і самостійної дослідницької роботи з даної проблеми; навичками роботи з інформаційними джерелами, навчальної та довідкової літературою з даної проблематики.</p>
<p>Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)</p>	<p>Робота переважно в українських і зарубіжних технологічних компаніях і корпораціях. Придбані знання і сформовані компетенції студентів курсу дозволяє їм з успіхом претендувати на роботу в якості керівника або фахівця інноваційно-активних компаніях і підприємствах, організаціях інноваційної інфраструктури та підтримки інноваційного підприємництва, дослідницьких і інжинірингових центрах, консалтингових і аналітичних компаніях, освітніх і державних установах, або ж розвивати власний бізнес в інноваційно-активних галузях. Соціальні контакти що формуються і зв'язки дозволяють випускникам програми впевнено себе почувати на ринку праці навіть на високо волатильних ринках праці і успішно міняти траєкторії розвитку своєї професійної кар'єри. Крім професійного розвитку Курс ставить перед собою завдання по формуванню високого особистісного потенціалу випускника, що дозволяє йому успішно займатися саморозвитком, вирішувати</p>

	суспільні завдання і проблеми, бути відповідальним і активним членом українського суспільства, зацікавленим в його ефективній і стійкій інноваційній трансформації.
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, рейтингова система оцінювання (PCO), навчальний посібник, методичні рекомендації, презентації лекцій
Форма проведення занять	Лекції, семінари, участь у міжвузівських науково-практичних конференціях
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	ІДЕНТИФІКАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ
Рівень ВО	перший (бакалаврський)
Курс	четвертий (весняний семестр)
Обсяг	4 кредити ЄКТС
Мова викладання	українська
Кафедра	математичних методів системного аналізу
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Губарев Вячеслав Федорович, професор кафедри математичних методів системного аналізу, професор, доктор технічних наук
Вимоги до початку вивчення	Знання із курсів: (1) теорія керування; (2) Алгебра і геометрія; (3) Функціональний аналіз; (4) Методи оптимізації і дослідження операцій; (5) Диференціальні рівняння; (6) Теорія ймовірностей; (7) Математична статистика
Що буде вивчатися	Методи ідентифікації складних систем у класі дискретних моделей (комбінаторний методи непараметричної ідентифікації, структурно-параметрична ідентифікація, ідентифікація за методом виділеного простору, регуляризовані розв'язки задачі ідентифікації ARMA-моделей); Методи структурно-параметричної ідентифікації в класі неперервних моделей (ідентифікація за методом виділеного підпростору з використанням фільтрів Пуассона, ідентифікація з використанням формули Коші; Методи ідентифікації за частотними параметрами
Чому це цікаво/треба вивчати	Уміння розробляти адекватні математичні моделі багатовимірних і багатозв'язних складних систем в умовах невизначеності
Чому можна навчитися (результати навчання)	Формування у майбутніх фахівців з системного аналізу навичок з розробки адекватних неперервних і дискретних моделей динаміки багатовимірних і багатозв'язних складних систем на основі вимірювань експериментальних даних в умовах стохастичної і нестохастичної невизначеності
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	Застосовувати набуті знання для визначення структури математичних моделей слабоструктурованих складних систем різної природи при неповних вимірюваних координатах; Уміти оцінювати невідомі параметри математичних моделей багатовимірних і багатозв'язних складних систем в умовах невизначеностей координат системи
Інформаційне забезпечення	Силабус дисципліни, рейтингова система оцінювання (PCO), монографія, методичні рекомендації
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік