

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

**Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої
освіти**

сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015

Кафедра цифрової економіки та системного аналізу

ЗАТВЕРДЖЕНО

вченою радою

(пост. п. 6 від «22» 02 2020 р.)

Ректор



А. А. Мазаракі

СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ /

STOCHASTIC MODELING

РОБОЧА ПРОГРАМА

COURSE OUTLINE

освітній ступінь	доктор філософії	/	PhD
галузь знань	12 «Інформаційні технології»	/	Information Technology
спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»	/	Computer Science

Київ 2020

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ
заборонено**

Автор: В.Ф. Гамалій, доктор фізико-математичних наук, професор

Програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри цифрової економіки та системного аналізу 14.02.2020 р., протокол № 13

Рецензенти: А.А. Роскладка, доктор економічних наук, професор;
І.В. Фабрика, керівник центру стратегічних змін
АТ «Ощадбанк», кандидат економічних наук

СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ / STOCHASTIC MODELING

РОБОЧА ПРОГРАМА COURSE OUTLINE

освітній ступінь	доктор філософії	/	PhD
галузь знань	12 «Інформаційні технології»	/	Information Technology
спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»	/	Computer Science

1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ ТА РОЗПОДІЛ ГОДИН ЗА ТЕМАМИ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН)

Тема	Кількість годин				Форма контролю
	Усього год / кредитів	За видами занять			
		Лекції	Практичні заняття/МК	Самостійна робота	
Тема 1. Основні поняття теорії стохастичних процесів	10	2	2	6	П, УО, Т
Тема 2. Стохастичні процеси	20	4	2	14	П, Пр, ПО, Т
Тема 3. Методи стохастичного програмування	20	4	4	14	П, Пр, ПО, Т
Тема 4. Чисельний (ітераційний) метод та його використання для дослідження стохастичних моделей	40	6	4	28	П, Пр, ПО, Т
Разом	90/3	16	12	62	
Підсумковий контроль – залік					

Умовні позначення:

УО – усне опитування; П – перевірка індивідуальних завдань; ПО – письмове опитування; Пр. – презентація індивідуального завдання, Т – тестування.

2. ТЕМАТИКА І ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ, ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ АСПІРАНТІВ

Результат навчання	Навчальна діяльність *	Робочий час аспіранта (год.)
Тема 1. Основні поняття теорії стохастичних процесів		
<p><i>Загальнонаукові компетентності</i></p> <p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до формування системного наукового світогляду, етики наукових досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.</p> <p><i>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності із спеціальності:</i></p> <p>Засвоєння основних концепцій наукових досліджень в області комп'ютерних наук.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Лекція 1</i></p> <p style="text-align: center;"><i>План лекції</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Випадкові процеси. Класифікація випадкових процесів. 2. Елементарні випадкові функції. 3. Характеристики випадкових функцій. Математичне сподівання випадкового процесу. Дисперсія випадкового процесу. 4. Кореляційна функція випадкового процесу. Взаємна кореляційна функція двох стохастичних процесів. 5. Однорідні стохастичні процеси з незалежними приростами. Пуассонівський процес. Вінерівський процес. 6. Стационарні випадкові процеси. <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> <i>Основний:</i> 1, 3 <i>Додатковий:</i> 5, 6 <i>Інтернет-джерела:</i> 14</p>	2
<p><i>Програмні результати навчання:</i></p> <p>Вміти застосовувати методологію наукового пізнання, форм і методів аналізу, обробки та синтезу</p>	<p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття 1</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Практичне заняття 1</i></p> <p>Тема: Основні поняття теорії стохастичних процесів</p> <p><u>Завдання.</u> <i>Побудувати графіки функції розподілу і щільності розподілу випадкової величини із заданими параметрами, використавши функції пакету MathCAD. Згенерувати в пакеті MathCAD дві сукупності із заданими параметрами; розрахувати для них</i></p>	2

<p>інформації в предметній області комп'ютерних наук</p>	<p>математичне сподівання, дисперсію та середньоквадратичне відхилення за допомогою вбудованих функцій пакету MathCAD. Побудувати графіки випадкових процесів. Обчислити математичне сподівання, дисперсію та коефіцієнт кореляції випадкового процесу.</p> <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> Основний: 1, 3 Додатковий: 5, 6 Інтернет-джерела: 14</p> <p>* - Курсивом виділено 20% інтерактивних занять</p> <p>Самостійна робота аспірантів</p> <p>Питання, що виносяться на самостійне опрацювання, підготовку реферативного матеріалу та підготовку до практичного заняття.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про випадкову функцію та випадковий процес. 2. Класифікація випадкових процесів. 3. Стационарні випадкові процеси. 4. Комп'ютерне моделювання випадкових величин та їх характеристик. <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> Основний: 1, 3 Додатковий: 5, 6 Інтернет-джерела: 14</p>	<p>6</p>
<p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності із спеціальності:</p> <p>Оволодіння термінологією та понятійним апаратом з досліджуваного наукового напрямку</p>	<p>Тема 2. Стохастичні процеси</p> <p>Лекція 2 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стохастичний процес як зміна стану системи. 2. Ланцюги Маркова. 3. Потоки подій. Найпростіший потік. 4. Марківські дискретні процеси, характерні неперервним часом. 5. Абсорбційні ланцюги Маркова. 6. Регулярні ланцюги Маркова. <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> Основний: 2, 3 Додатковий: 6, 7, 8, 13</p>	<p>2</p>

	<p><i>Інтернет-джерела: 14, 15</i></p> <p>Лекція 3 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Моделювання процесів і систем масового обслуговування (СМО). 2. Основні поняття та класифікація моделей СМО. Класифікація систем масового обслуговування. 3. Основні засади математичного моделювання роботи системи масового обслуговування. Терміни виконання вимог (обслуговування). 4. Чисті системи масового обслуговування за необмеженої черги. 5. Одноканальні СМО з очікуванням. Багатоканальні СМО з очікуванням. 6. Рівняння Колмогорова. Граничні ймовірності стабільної роботи СМО. <p><i>Список рекомендованих джерел:</i> <i>Основний: 2, 3</i> <i>Додатковий: 6, 7, 8, 13</i> <i>Інтернет-джерела: 14, 15</i></p>	2
<p><i>Програмні результати навчання:</i></p> <p>Вміти застосовувати методологію наукового пізнання, форм і методів аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук</p>	<p>Практичні заняття 2</p> <p>Тема: Марківські випадкові процеси. Моделювання процесів і систем масового обслуговування (СМО).</p> <p><u>Завдання.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розглянути марківські випадкові процеси із дискретними станами і дискретним часом. Ланцюги Маркова. Обчислити стан випадкової системи, коли відомі матриці однопрокових переходів. Розглянути потокові моделі з використанням абсорбційних ланцюгів Маркова, регулярні ланцюги Маркова. Основні засади математичного моделювання роботи системи масового обслуговування. Терміни виконання вимог (обслуговування). Одноканальні СМО з очікуванням. Багатоканальні СМО з очікуванням. <p><i>Список рекомендованих джерел:</i> <i>Основний: 2, 3</i> <i>Додатковий: 6, 7, 8, 13</i> <i>Інтернет-джерела: 14, 15</i></p>	2
	<p>Самостійна робота аспірантів</p> <p><i>Питання, що виносяться на самостійне опрацювання, підготовку реферативного матеріалу та підготовку до практичних занять.</i></p>	14

	<p>1. Поняття марківського випадкового процесу. 2. Класифікація марківських випадкових процесів. 3. Ланцюги Маркова. 4. Абсорбційні ланцюги. 5. Регулярні ланцюги Маркова. 6. <i>Індивідуальні завдання по темі: «Системи масового обслуговування (СМО) та пріоритетність в обслуговуванні»</i> <u>Список рекомендованих джерел:</u> Основний: 2, 3 Додатковий: 6, 7, 8, 13 Інтернет-джерела: 14, 15</p>	
Тема 3. Методи стохастичного програмування		
<p><i>Спеціальні предметні компетентності із спеціальності:</i> Здатність використовувати сучасні методи моделювання об'єктів, процесів і явищ предметної галузі дослідження</p>	<p style="text-align: center;"><i>Лекція 4</i> План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Облік випадкового розкиду параметрів моделі. 2. Способи введення корекції в стохастичні моделі планування виробництва. 3. Стохастичні квазіградієнтні методи. 4. Ознаки оптимальності в стохастичному програмуванні. 5. Стохастичні моделі планування запасів та виробництва. <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> Основний: 2, 3, 4 Додатковий: 6, 9, 10, 12 Інтернет-джерела: 15, 16</p>	<p style="text-align: center;"><i>Лекція 5</i> План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Потіки в стохастичних мережах. Задача розміщення виробництва. 2. Динамічна задача планування запасів та синхронізації виробництва. 3. Постановка динамічної стохастичної моделі виробництва. 4. Темпи зростання динамічної стохастичної моделі виробництва. 5. Проблеми використання стохастичних моделей виробництва у практичних розрахунках. <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> Основний: 2, 3, 4</p>
<p><i>Спеціальні предметні компетентності із спеціальності:</i> Здатність використовувати сучасні методи моделювання об'єктів, процесів і явищ предметної галузі дослідження Програмні результати</p>		2

<p><i>навчання:</i> Вміння застосовувати сучасні засоби обчислювальної техніки у науковій діяльності для проведення теоретичних та експериментальних досліджень</p>	<p><i>Додатковий: 6, 9, 10, 12</i> <i>Интернет-джерела: 15, 16</i></p> <p>Практичне заняття 3 <u>Тема: Стохастичні моделі планування виробництва</u> <u>Завдання.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стохастичні моделі планування запасів та виробництва виробництва. 2. Задача розміщення виробництва. 3. Постановка динамічної стохастичної моделі виробництва. 4. Прикладні стохастичні моделі виробництва (обслуговування машинного парку). <p><i>Список рекомендованих джерел:</i> <i>Основний: 2, 3, 4</i> <i>Додатковий: 6, 9, 10, 12</i> <i>Интернет-джерела: 15, 16</i></p>	<p>4</p>
<p>Тема 4. Чисельний (ітераційний) метод та його використання для дослідження стохастичних моделей</p> <p><i>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності із спеціальності:</i> Здатність використовувати сучасні методи моделювання</p>	<p>Самостійна робота аспірантів <i>Питання, що виносяться на самостійне опрацювання, підготовку реферативного матеріалу та підготовку до практичних занять.</i></p> <p>Облік випадкового розкиду параметрів моделі. Способи введення корекції в стохастичні моделі планування виробництва. Стохастичні квазіградієнтні методи. Ознаки оптимальності в стохастичному програмуванні. Потіки в стохастичних мережах. Динамічна задача планування запасів та синхронізації виробництва. Проблеми використання стохастичних моделей виробництва у практичних розрахунках.</p> <p><i>Список рекомендованих джерел:</i> <i>Основний: 2, 3, 4</i> <i>Додатковий: 6, 9, 10, 12</i> <i>Интернет-джерела: 15, 16</i></p>	<p>14</p>
<p><i>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності із спеціальності:</i> Здатність використовувати сучасні методи моделювання</p>	<p>Лекція 6 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальна інформація. 2. Загальні питання теорії однорідних систем лінійних диференціальних рівнянь. 3. Знаходження розв'язків для системи лінійних однорідних диференціальних рівнянь. 	<p>2</p>

<p>об'єктів, процесів і явищ предметної галузі дослідження</p>	<p><u>Список рекомендованих джерел:</u> <u>Основний:</u> 2, 3, 4 <u>Додатковий:</u> 9, 11, 12 <u>Інтернет-джерела:</u> 16, 17</p> <p style="text-align: center;">Лекція 7 План лекції</p> <p>1. Чисельний (ітераційний) метод. 2. Загальна структура робочого процесу фірми.</p> <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> <u>Основний:</u> 2, 3, 4 <u>Додатковий:</u> 9, 11, 12 <u>Інтернет-джерела:</u> 16, 17</p> <p style="text-align: center;">Лекція 8 План лекції</p> <p>1. Стохастична модель системи. 2. Оптимізація кількості тім-лідерів залежно від їх кваліфікації. 3. Оптимізація кількості продюсерів.</p> <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> <u>Основний:</u> 2, 3, 4 <u>Додатковий:</u> 9, 11, 12 <u>Інтернет-джерела:</u> 16, 17</p>	2
<p><i>Програмні результати навчання:</i> Вміння застосовувати засоби сучасної обчислювальної техніки у науковій діяльності для проведення теоретичних та експериментальних досліджень</p>	<p style="text-align: center;">Практичне заняття 4</p> <p>Тема: Чисельний (ітераційний) метод. <u>Завдання.</u> 1. Загальна інформація. 2. Знаходження розв'язків для системи лінійних однорідних диференціальних рівнянь. 3. Чисельний (ітераційний) метод.</p> <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> <u>Основний:</u> 2, 3, 4 <u>Додатковий:</u> 9, 11, 12 <u>Інтернет-джерела:</u> 16, 17</p>	2
<p><i>Програмні результати навчання:</i></p>	<p style="text-align: center;">Практичне заняття 5</p> <p>Тема: Використання чисельного (ітераційного) метода для дослідження стохастичних</p>	2

<p>Вміння застосовувати засоби обчислювальної техніки у науковій діяльності для проведення теоретичних та експериментальних досліджень</p>	<p><u>моделей Завдання.</u> 1. Загальна структура робочого процесу фірми. 2. Стохастична модель системи. 3. Оптимізація кількості тим-лідерів залежно від їх кваліфікації. 4. Оптимізація кількості продюсерів. <u>Список рекомендованих джерел:</u> <i>Основний: 2, 3, 4</i> <i>Додатковий: 9, 11, 12</i> <i>Інтернет-джерела: 16, 17</i></p>	
	<p>Самостійна робота аспірантів <i>Питання, що виносяться на самостійне опрацювання, підготовку реферативного матеріалу та підготовку до практичних занять.</i> Основи теорії однорідних систем лінійних диференціальних рівнянь. Знаходження розв'язків для системи лінійних однорідних диференціальних рівнянь. Чисельний (ітераційний) метод. Загальна структура робочого процесу фірми. Стохастична модель системи. Оптимізація кількості тим-лідерів залежно від їх кваліфікації. Оптимізація кількості продюсерів.</p> <p><u>Список рекомендованих джерел:</u> <i>Основний: 2, 3, 4</i> <i>Додатковий: 9, 11, 12</i> <i>Інтернет-джерела: 16, 17</i></p>	28
РАЗОМ		90

3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Новицький І.В. Випадкові процеси. Навч. Посібник.-(Текст)/ І.В.Новицький, С.А. Ус.- Дніпропетровськ: Видавництво НГУ, 2011.- 123с.
2. Жлуктенко В.І., Наконечний С.І., Савіна С.С. Стохастичні процеси та моделі в економіці, соціології, екології: Навч. Посібник.-(Текст)/ В.І. Жлуктенко, С.І. Наконечний, С.С. Савіна.- К.: КНЕУ, 2002.-226с.
3. Сорока Л. Випадкові процеси. Методичні рекомендації / Л.Сорока, І. Кальчук. – Луцьк: видавництво СНУ, 2013. - 56с.
4. Полякова О.Ю., Милов А.В. Моделирование системных характеристик экономики: Учебное пособие. (Текст)/ О.Ю.Полякова, А.В.Милов. – Х.: Издательский дом «ИНЖЭК», 2004.- 296с

Додатковий

5. Лукьяненко І.Г., Семко Р.Б. Динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги: теорія побудови та практика використання у фінансових дослідженнях: Монографія.(Текст)/ І.Г. Лукьяненко, Р.Б. Семко.- К.:НУ «Києво-Могилянська академія», 2015.- 248с.
6. Афанасьєв Є.В., Жуков С.О., Довгаль Л.С., Мазурок П.П., Ткаліченко С.В. Моделювання складних динамічних соціально-економічних систем в стохастичному середовищі. Монографія (Текст)/ Є.В.Афанасьєв.- Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2012- 302с.
7. Жлуктенко В.І., Бегун А.В. Стохастичні моделі в економіці (Текст): Монографія/ В.І. Жлуктенко, А.В. Бегун.- К.: КНЕУ, 2005.-352с.
8. Ляшенко О.І. Математичне моделювання динаміки відкритої економіки: Монографія (Текст)/ О.І.Ляшенко.- Рівне: Волинські обереги, 2005.- 360с.
9. Зайцев Є.П. Теорія ймовірності і математична статистика: Навчальний посібник (Текст)/ Є.П.Зайцев.- К.: Алерта, 2013.- 440с.
10. Рамазанов С.К. Інноваційні технології антикризового управління економічними системами: Монографія (Текст)/ Рамазанов С.К., Надьон Г.О., Кришталь Н.І. та ін..- Луганськ – Київ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009.- 584с.
11. Коломієць С.В. Теорія випадкових процесів. Практикум / С.В. Коломієць. – Суми: вид. ДВНЗ «УАБС НБУ», 2011.- 80с.
12. Ястремский А.И. Методы качественного и количественного анализа стохастических моделей производства (Текст) /А.И. Ястремский. Препринт-75-21, Институт кибернетики Академия наук Украинской ССР.- Киев, 1975.- 45с.
13. Клебанова Т.С., Чернова Н.Л., Прокопович С.В. Метод.рекомендации по теме «Однородные цепи Маркова и их использование в моделировании экономических систем» для студентов специальности 8.050502/ Т.С. Клебанова, Н.Л.Чернова, С.В.Прокопович.- Харьков: Изд. ХНЭУ, 2006.-32с

Internet-ресурсы

14. Kall P., Mayer J. Stochastic Linear Programming [Электронный ресурс] –
Режим доступа: <http://www.springer.com/us/book/9781441977281>
15. Infanger G. Stochastic Programming [Электронный ресурс] –
Режим доступа: <http://www.springer.com/la/book/9781441916419>
16. Birge J. R., Louveaux F. Introduction to Stochastic Programming [Электронный ресурс] –
Режим доступа: <http://www.springer.com/gp/book/9781461402367>
17. Kochenderfer M. J. Decision Making Under Uncertainty: Theory and Application [Электронный ресурс] –
Режим доступа: <https://www.amazon.com/Decision-Making-Under-Uncertainty-Application/dp/0262029251>