

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра економічної кібернетики та прикладної економіки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

_____ А.В. Пантелеймонов

“ _____ ” _____ 20__ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Дискретне моделювання

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

галузь знань _____ 05 «Соціальні та поведінкові науки» _____

спеціальність _____ 051 Економіка _____

освітня програма _____ Прикладна економіка _____

спеціалізація _____

вид дисципліни _____ за вибором _____

факультет _____ економічний _____

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою економічного факультету

« 22 » червня 2018 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Біткова Тетяна Вікорівна, к.е.н., доцент, доцент кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки

Програму схвалено на засіданні кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки

Протокол від « 11 » червня 2018 року № 11

Завідувач кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки

_____ Меркулова Т.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією економічного факультету

Протокол від « 21 » червня 2018 року № 9

Голова методичної комісії економічного факультету

_____ Євтушенко В.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Дискретне моделювання” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

_____ другий (магістерський) _____
 (назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальність _____ 051 Економіка _____
 освітня програма _____ Економічна кібернетика _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Мета дисципліни: оволодіння теоретичними знаннями з методології, методики та інструментарію аналізу функціонування систем масового обслуговування, їх моделювання з застосуванням аналітичного та імітаційного підходів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Завдання: вивчення основ теорії масового обслуговування (ТМО) та оволодіння технікою дискретної імітації із застосуванням пакету Arena

1.3. Кількість кредитів – 4/4 (оч./заоч.)

1.4. Загальна кількість годин – 120/120 (оч./заоч.)

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	2-й
Семестр	
2-й	3-й
Лекції	
16 год.	6
Лабораторні заняття	
32 год.	6
Самостійна робота, у тому числі	
72 год.	108 год.
Індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

Компетентності:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу та встановлення взаємозв'язків між явищами та процесами; здатність збирати, аналізувати та обробляти статистичні дані, науково-аналітичні матеріали, які необхідні для розв'язання комплексних економічних завдань;

2. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології та економіко-математичні методи і моделі для дослідження економічних та соціальних процесів;

3. Здатність застосовувати науковий підхід до формування та обґрунтування ефективних стратегій в економічній діяльності.

Результати:

4. Вибирати та використовувати необхідний науковий, методичний і аналітичний інструментарій для управління економічною діяльністю;
5. Збирати, обробляти та аналізувати статистичні дані, науково-аналітичні матеріали, необхідні для вирішення комплексних економічних завдань;
6. Застосовувати сучасні інформаційні технології у соціально-економічних дослідженнях;
7. Застосовувати наукові підходи до формування та обґрунтування ефективних стратегій в економічній діяльності.

2. Тематичний план навчальної дисципліни***Розділ 1. Основи теорії масового обслуговування***

Тема 1. Введення в теорію масового обслуговування.

Зміст дисципліни ТМО. Проблемні області ТМО. Основні поняття. Елементи систем масового обслуговування (СМО). Класифікація і характеристика завдань ТМО: завдання аналізу; статистичні завдання; операційні завдання (прийняття рішень). Класифікація моделей СМО. Методи моделювання СМО.

Тема 2. Теоретичні основи моделювання СМО

Найпростіший потік. Умови Хінчина. Марковські випадкові процеси. Умовні ймовірності переходу. Рівняння Колмогорова. Гранична вірогідність станів. Процес загибелі та розмноження.

Тема 3. Моделі одноканальних СМО

Одноканальні СМО з відмовами. Одноканальні СМО з очікуванням. Одноканальні СМО з необмеженою чергою. Висновок формул для обчислення характеристик СМО

Тема 4. Моделі багатоканальних і замкнених СМО

Багатоканальні СМО з відмовами. Багатоканальні СМО з очікуванням. Багатоканальні СМО з необмеженою чергою. Одноканальні та багатоканальні замкнені СМО. Виведення формул для обчислення характеристик СМО.

Розділ 2. Технологія побудови імітаційних моделей СМО з використанням пакету ARENA

Тема 5. Концептуальні основи дискретної імітації

Управління системним часом в моделях дискретної імітації. Концепції дискретної імітації. Концепція подій. Концепція робіт. Концепція процесів. Приклади реалізації концепції дискретної імітації.

Тема 6. Введення в Arena. Побудова базової моделі.

Структура Arena. Принципи відображення СМО. Панелі інструментів. Шаблони Arena. Використання панелі шаблонів COMMON.TPO. Побудова базової моделі в Arena. Використання шаблонів BLOCKS.TPO і ELEMENTS.TPO. Параметри блоків. Умови прогону, вихідні звіти Arena.

Тема 7. Блоки пакета Arena

Блоки CREATE, ASSIGN, QUEUE. Специфікація режимів появи замовлень/транзактів, що генеруються. Атрибути транзактів. Дисципліни черги. Обмеження черги. Блоки SEIZE, DELAY, RELEASE. Захоплення та звільнення ресурсів. Блоки COUNT, DISPOSE. Управління прогоном – елемент REPLICATE.

Тема 8. Збір статистики та функції розподілу в Arena.

Обчислення інтервалу часу між моментом проходження транзактом деякої точки моделі і моментом його попадання в блок TALLY. Елементи BLOCKS і TALLIES.

Використання функцій розподілу. Функції 'CONTINUOUS' і 'DISCRETE' (CONT і DISC). Вихідні звіти Arena. Виведення результатів.

Тема 9. Завдання умов та правил рішень в Arena.

Блок BRANCH. Завдання умов розгалуження шляхів переміщення заявок. Ймовірнісне розгалуження. Зміна потужності ресурсу. Елементи 'SCHEDULES' и блок 'ALTER'. Атрибути и змінні. Системні атрибути. Загальноцільові змінні. Системні змінні. Упорядкування вимог.

Тема 10. Атрибути і змінні

Загально-цільові атрибути. Системні атрибути. Змінні.

Тема 11. Анімація в Arena.

Панель анімації. Анімація моделі. Пример анімації моделі.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с.р.	л		п	лаб.	інд.	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1.												
Разом за розділом	58	8		16		34	54	2		2		50
Розділ 2.												
Разом за розділом	62	8		16		38	66	4		4		58
Усього годин	120	16		32		72	120	6		6		108

4. Темі семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	<i>Тема 1. Введення в теорію масового обслуговування</i>	
1	Рішення задач аналізу, статистичних та операційних задач ТМО з використанням Excel	2
	<i>Тема 2. Теоретичні основи моделювання СМО</i>	
2	Простіший потік. Використання формули Пуассона	2
3	Марковські випадкові процеси. Рішення задач з використанням Excel	2
4	Безперервні Марковські процеси. Рівняння Колмогорова.	2
	<i>Тема 3. Моделі одноканальних СМО</i>	
5	Моделі одноканальних СМО с відмовами, очікуванням, необмеженою чергою. Рішення задач. Обчислення характеристик одноканальних СМО. Рішення операційних задач ТМО.	2
	<i>Тема 4. Моделі багатоканальних і замкнутих СМО</i>	
6	Моделі багатоканальних СМО. Рішення задач	2
7	Рішення задач з використанням Excel на обчислення характеристик одноканальних і багатоканальних замкнутих СМО	2
8	Контрольна робота за розділом	2
	<i>Тема 5. Концептуальні основи дискретної імітації</i>	
9	Розрахункові приклади реалізації концепції дискретної імітації	2
	<i>Тема 6. Введення в Arena. Побудова базової моделі.</i>	
10	Побудова базової моделі в Arena з використанням панелі шаблонів Basic Process. Лабораторні роботи 1,2	2
11	Побудова моделі одно канальної СМО з використанням панелей шаблонів BLOCKS.TPO і ELEMENTS.TPO. Лабораторна робота 3,4	2

	<i>Тема 7. Блоки пакета Arena</i>	
12	Лабораторна робота 5	2
	<i>Тема 8. Збір статистики та функції розподілу в Arena</i>	
13	Модифікації базової моделі з використанням функцій розподілу. Лабораторна робота 6	2
	<i>Тема 9. Завдання умов та правил рішень в Arena</i>	
14	Лабораторна робота 7	2
	<i>Тема 10. Атрибути і змінні</i>	
15	Лабораторна робота 8	2
	<i>Тема 11. Анімація в Arena.</i>	
16	Лабораторна робота 9	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Робота з літературою	8
2	Тема 2. Завдання на використання теорії Марковських випадкових процесів	9
3	Тема 3. Самостійне вирішення різних задач про одноканальні СМО	9
4	Тема 4. Самостійне вирішення різних задач про багатоканальні та замкнуті СМО	9
5	Тема 5. Робота з документацією Arena [2,3]	9
6	Тема 6. Виконання завдань з самостійної побудови моделей.	9
7	Тема 7. Виконання завдань з самостійної побудови моделей.	9
8	Тема 8. Самостійне вивчення додаткових засобів анімації в Arena.	10
	<i>Разом</i>	72

Додаткові завдання для самостійної роботи

Базовий варіант

Модифікуйте завдання про свердління (Завдання 3 на моделювання в Arena) з урахуванням того, що час між приходом заявок розподілено експоненціально з середніми значеннями 10 і 6, відповідно, для робіт типу 1 і 2. Час обробки розподілено рівномірно між 2 і 6 для робіт першого типу і між 1.5 і 4.5 - для робіт другого типу.

Зберіть статистику часу перебування заявок в системі.

Результати

Ваша модель повинна дати результати, близькі до наступних:

Кількість робіт першого типу = 41

Кількість робіт другого типу = 69

Використання свердильний верстат = 80%

Середній час перебування заявок в системі = 7.56 хв.

Індивідуальні варіанти

Адаптувати базовий варіант моделі з урахуванням наступних умов:

1. Оброблятися можуть деталі двох або трьох типів. У другому випадку задана частка (відсоток) деталей 1 або 2 типів і деталей другого або третього типів.
2. Деталі різних типів можуть оброблятися на двох різних верстатах, причому деталі одного з типів можуть вимагати обробки тільки на одному верстаті.
3. Бункери можуть містити обмежену кількість деталей перед кожною з операцій. Деталі, що не потрапили в бункер, передаються для обробки іншим робітникам.

4. Якщо верстатів два, то на кожному з них зайнятий один робочий. Другий робітник (фрезерувальник) виробляє контроль якості. Таким чином, другий верстат може бути захоплений тільки разом з робітником.

Умови варіантів задані в таблиці

Необхідно проімітувати роботу верстатів і робочих протягом зміни (8 годин) і оцінити кількість оброблених деталей кожного типу, кількість деталей, які не пройшли оброблення, коефіцієнти зайнятості верстатів і робочих і середній час перебування деталей в системі.

Варіанти →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>1. Кількість типів деталей</i>										
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
<i>2. Інтервал часу між надходженням деталей:</i>										
1 тип	expo1	expo1	unif1	expo*	norm1	expo2	norm3	expo1	expo2	norm2*
2 тип	norm2	expo2*	expo3	expo1*	norm2	равн2	expo2	expo2	norm3	norm2*
3 тип		expo2*		norm3		norm1		expo3		expo2
		*type 2 и 3-по 50%		type1/2 – 30/70%						*type 1/2 – 60/40%
<i>3. Послідовність і тривалість обробки (за типами деталей)</i>										
свердління										
1 тип	norm4		disc1	norm5	disc3	tria1	norm4	unif3	disc5	unif4
2 тип	norm5	norm4	disc2	norm5		tria2	unif3		disc6	unif4
3 тип		norm4				tria3				
фрезерування										
1 тип		tria1		unif3			unif6	norm4	tria1	norm5
2 тип		norm5		unif3	диск4			norm5	tria2	norm5
3 тип		norm5		unif4				norm6		norm6
контроль якості	3		4		2	5	3		4	
<i>4. Обмеження кількості деталей, які очікують обробки</i>										
свердління	4		3	4	4		3	5	5	
фрезерування					4		4		4	
контроль	4		5		4		5		3	
<i>5. Параметри законів розподілу</i>										
<i>Експоненціального</i>	expo1	expo2	expo3							
λ	6	8	7							
<i>Нормального</i>	norm1	norm2	norm3	norm4	norm5	norm6				
Мат. очкування, дисперсія	5; 1.5	7; 2	6; 2.5	7; 3	6; 2	8; 3				
<i>Рівномірного</i>	unif1	unif2	unif3	unif4						
Границі інтервалу	(3, 7)	(2, 8)	(4, 8)	(5, 9)						
<i>Трикутного</i>	tria1	tria2	tria3							
Параметри	(3;6;6,5)	(1.5;5;6,5)	(2;6;7)							
<i>Дискретні випадкові величини</i>	disc1				disc2					
значення	3	4	5	6	2	3	4	5		
ймовірність	0.2	0.3	0.1	0.4	0.1	0.3	0.2	0.4		
	disc3				disc4					
значення	5	6	7		4	5	6			
ймовірність	0.5	0.4	0.1		0.3	0.4	0.3			
	disc5				disc6					
значення	4	5	6	7	3	4	5	6		
ймовірність	0.1	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	0.2	0.4		

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальних завдань планом на 2018/2019 р. не передбачено.

7. Методи контролю

У цілому знання студентів з дисципліни оцінюються як з теоретичної, так і з практичної підготовки за наступними критеріями:

«відмінно» - студент міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення наукових джерел та рекомендованої літератури, вільно використовує набуті знання при виконанні практичних та лабораторних завдань, може спілкуватися з викладачем на професійному рівні, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок і ініціативу при виконанні самостійних завдань.

«добре» - студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними положеннями з рекомендованої літератури, може їм користатися та аргументовано викладати; має практичні навички, але припускає певних неточностей при виконанні практичних та лабораторних завдань.

«задовільно» - студент в основному опанував теоретичними знаннями, орієнтується у джерелах та рекомендованої літературі, але плутає поняття, демонструє невпевненість або відсутність стабільних знань, припускається поважних помилок при виконанні практичних та лабораторних завдань.

«незадовільно» - студент не опанував навчальний матеріал дисципліни, не володіє поняттями, не має навичок, необхідних для виконання практичних та лабораторних завдань; не виконав запланованих завдань та отримав менш ніж 40 балів за результатами поточного та підсумкового контролю у семестрі.

Методи контролю включають обов'язковий захист лабораторних робіт, поточний контроль (виконання індивідуальних завдань з побудови імітаційних моделей, тестові завдання з теоретичного матеріалу розділу) та підсумковий контроль (тестування з теоретичних питань по усьому курсу, виконання індивідуального завдання на побудову імітаційної моделі). Умовами допуску студента до підсумкового семестрового контролю є отримання протягом семестру не менш 40 балів.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання											Сума балів
Розділ 1				Розділ 2							Очн./заочн
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	45/45
Контрольна робота, передбачена навчальним планом											15/15
Екзамен (залікова робота)											
Тестове завдання з теоретичних питань											20/20
Залікова задача в Агепа											20/20
Сума											100

Бали за темами надаються за наступне:

За першим розділом бали надаються за результатами поточного контролю (поточна контрольна робота). Лабораторні завдання у цілому оцінюються за підсумками захисту робіт. Максимальна кількість балів надається, якщо студент виконав лабораторну роботу без помилок та вірно відповів на усі запитання у ході захисту роботи. Якщо у лабораторній роботі були технічні помилки, які призвели до невірнього результату, але були виправлені студентом за підказкою викладача, і відповіді на запитання під час

захисту у цілому були вірними, бал понижується на 10-15%; якщо у роботі були принципи помилки, які студент не може виправити без допомоги викладача, і не може вірно відповісти на запитання у ході захисту роботи, бал понижується до 20-30% від максимального. Робота з поважними помилками, яка не захищена, отримує не більше 40% від максимального балу.

У випадку не виконання лабораторної роботи вона не зараховується, що призводить до зниження кількості балів, отриманих протягом семестру.

Самостійна робота за дисципліною «Дискретне моделювання» пов'язана в основному з роботою з літературою та з самостійним виконанням додаткових лабораторних завдань. Знання, набуті у ході самостійної роботи, перевіряються в основному при поточному тестовому контролі і оцінюються в долях максимальної кількості балів відповідно до % вірних відповідей на тестові запитання.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Біткова Т.В. , Кононова Е.Ю. Побудова імітаційних моделей систем масового обслуговування з використання пакету ARENA. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Дискретне моделювання» для студентів спеціальностей «Економічна кібернетика» та «Прикладна економіка» . – Х.:ХНУ, 2010.- 40 с.
2. Документация и электронные учебники по пакету Arena.
3. Христиановский В.В, Флетчер Э.Дж., Ходыкин В.Ф. Введение в имитационное моделирование с помощью пакета Arena. – в кн.: Прикладная экономика (для магистров). Т.1. – ДонНУ, 2000, стр. 165- 309.
2. Дискретное моделирование. – в кн.: Прикладная экономика (для магистров). Т.1. – ДонНУ, 2000, стр. 22-164.
3. 2. Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. 3-е изд. – СПб.: ПИТЕР; Киев: Изд группа ВНУ, 2004. – 847 с.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения.– М.: Наука, 1991.
5. Исследование операций. Т.1. Методологические основы и математические методы./ ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. –М.: Мир, 1981.
6. Шелобаев С.И Математические методы и модели. – М.:ЮНИТИ, 2000.
7. Чернов В.П., Ивановский В.Б. Теория массового обслуживания. – М.: ИНФРА-М, 2000.- 156 с. Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2000.Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. –М.: Наука, 1970.
8. Фомин Г.Ф. Системы и модели массового обслуживания в коммерческой деятельности: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2000.

9. Щербаков, С.М. Имитационное моделирование экономических процессов в системе Arena: Учебное пособие / С.М. Щербаков ; Рост. гос. эконом. ун-т (РИНХ). – Ростов н/Д, 2012. – 128 с.
10. Kelton, W.D., R. Sadowski, D. Sadowski.. Simulation with Arena, 2nd Edition, McGraw-Hill, 2001 – 700 p.
11. Eric Fletcher, Mr. G. Unthank. An Introduction to Simulation modelling using ARENA. Electronic course. Version 1.0 – School of Computing, Engineering and Technology of University of Sunderland, United Kingdom, 2000.

Допоміжна література

1. Лабскер Л.Г., Бабешко Л.О. Теория массового обслуживания в экономической сфере. – М.:ЮНИТИ, 1988.
2. Исследование операций. Т.1. Методологические основы и математические методы./ ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. –М.: Мир, 1981.
3. Фомин Г.Ф. Системы и модели массового обслуживания в коммерческой деятельности: – М.: “Финансы и статистика”, 2000.
4. Матвеев В.Ф., Ушаков В.Г. Системы массового обслуживания. –М.: МГУ, 1984.
5. Саати Т. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. –М.: Сов. Радио, 1965.
15. Математика для экономистов: В 6 т./ Под. ред. А.Ф. Тарасюка. – М.: ИНФРА – М, 2000. – (Серия «Высшее образование»). Т.6: Чернов В.П., Ивановский В.Б. Теория массового обслуживания.
16. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. /Пер. с англ. И.И. Грушко; ред. В.И. Нейман. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с., ил.
17. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука: Гл.ред. физ.-мат. лит., 1987. – 336 с.
18. Хугаев К.Д. Элементы теории массового обслуживания: Учеб. пособие. – Ленинград; ЛИИЖТ, 1973. – 53 с.
19. Понтгогофф Г. Теория массового обслуживания /Пер. с нем.; Под ред. Е.П. Нестерова. - М.: Транспорт, 1979. - 144 с.
20. В.П. Чернов, В.Б. Ивановский. Теория массового обслуживания. М.: Инфра-М, 2000.
21. Е.С. Вентцель., Л.А. Овчаров. Задачи и упражнения по теории вероятностей. М.: “Высшая школа”, 2000.
22. Е.С. Вентцель. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969.
23. Л. Клейнрок. Теория массового обслуживания. М.: “Машиностроение”, 1969.
24. Л.А. Овчаров. Прикладные задачи теории массового обслуживания М.: “Машиностроение”, 1969.
25. А. Кофман, Р.Крюон. Массовое обслуживание. Теория и приложения. М.: Мир, 1965.
26. Т.Л. Саати. Элементы теории массового обслуживания. М.: Изд-во МГУ, 1973.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://www.systemdynamics.org>
2. <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/simulation.page?>
3. <https://www.arenasimulation.com/>
4. <https://www.arenasimulation.com/video-library>
5. <https://www.arenasimulation.com/business-processes>
7. Arena packaging Template User’s Guide:
<http://iiesl.utk.edu/Courses/IE406%20S07/Slides/Arena%20Packaging%20Template%20User's%20Guide.pdf>
8. Arena template Developer’s Guide: <https://ru.scribd.com/document/273543567/Template-Developer-s-Guide-pdf>

9. Arena User's Guide:
<http://iiesl.utk.edu/Courses/IE406%20S07/Slides/Arena%20User's%20Guide.pdf> ()
10. Arena Variables Guide:
<http://www.actsolutions.it/File/Arena/Arena%20Variables%20Guide.pdf>
11. Arena Basic Edition User's Guide:
<http://www.actsolutions.it/File/Arena/Arena%20Basic%20Edition%20User's%20Guide.pdf>
12. Arena OptQuest User's Guide:
<http://iiesl.utk.edu/Courses/IE406%20S07/Slides/Arena%20OptQuest%20User's%20Guide.pdf>