

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра моделювання систем і технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної  
роботи



Пантелеймонов А.В.

” *серпень* 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ**

рівень вищої освіти	_____	перший (бакалаврський)	_____
галузь знань	_____	12 Інформаційні технології	_____
напрямок підготовки	_____	122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології	_____
освітня програма	_____	Комп'ютерні науки	_____
спеціалізація	_____		_____
вид дисципліни	_____	Обов'язкова	_____
факультет	_____	Комп'ютерних наук	_____

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

Протокол від « 27 » червня 2019 року № 2

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: кандидат технічних наук, доцент кафедри моделювання систем і технологій Подцикін Микола Серафимович.

Програму схвалено на засіданні кафедри моделювання систем і технологій

Протокол від « 30 » травня 2019 року № 15


Завідувач кафедри моделювання систем і технологій

  
М. В. Ткачук

Програму погоджено методичною радою факультету комп'ютерних наук

Протокол від « 20 » червня 2019 року № 9

Голова методичної комісії

  
А. Г. Бердніков



## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Моделювання систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня спеціальності 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни.

Мета курсу полягає у навчанні майбутніх спеціалістів методам математичного моделювання стохастичних систем.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни.

Завдання полягає у навчанні застосування теорії випадкових процесів, теорії диференціальних рівнянь в моделюванні реальних систем

1.3. Кількість кредитів 3.

1.4. Загальна кількість годин 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Денна форма навчання
Рік підготовки	
	4-й
Семестр	
	8-й
Лекції	
	24 год.
Практичні заняття	
	24 год.
Лабораторні заняття	
	.
Самостійна робота	
	42 год.

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

**знати:**

- основні поняття моделювання, класифікації моделей, загальні прийоми моделювання, існуючі методи моделювання детермінованих і стохастичних систем;
- можливості математичних розділів для завдань моделювання об'єктів, використання марківських процесів в моделюванні, рівняння Колмогорова для ймовірності станів стохастичних об'єктів;
- практичні навички в алгоритмізації функціонування складних систем для завдань побудови імітаційних моделей;
- способи оцінки достовірності моделювання і здобуття відповідних практичних навиків;

- побудова моделей із застосуванням апарату систем масового обслуговування, метод квазірегуляризації для аналізу функціонування великих стохастичних систем.

**ВМІТИ:**

- будувати моделі детермінованих і стохастичних об'єктів;
- використовувати імітаційне моделювання для аналізу складних стохастичних об'єктів;
- застосовувати метод динаміки середніх для обчислення характеристик великих стохастичних об'єктів.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Методи моделювання простих систем.

**Тема 1.** Моделювання як метод наукового пізнання.

Цілі і завдання моделювання. Моделювання детермінованих і стохастичних об'єктів.

Види моделей, математична модель.

Рівні моделювання, системний підхід в моделюванні.

Ефективність моделювання на ЕОМ.

**Тема 2.** Марківські процеси в моделюванні.

Марківські ланцюги, випадкові потоки, марківські процеси з безперервним часом.

Рівняння Колмогорова для ймовірності станів.

**Тема 3.** Стохастичні моделі об'єктів.

Імітаційне моделювання, випадкові процеси в моделюванні стохастичних динамічних об'єктів.

Стохастичні моделі об'єктів.

Використання марківських процесів для аналізу складних систем.

Використання методів розділу інформатики CN2.

**Тема 4.** Моделювання систем масового обслуговування.

Марківські моделі систем масового обслуговування.

### Розділ 2. Методи моделювання складних систем. Моделі надійності.

**Тема 5.** Моделювання великих систем з використанням методу динаміки середніх.

Моделювання стохастичної системи великого числа однорідних елементів.

Моделювання великих систем з використанням методу динаміки середніх.

Облік залежності інтенсивності потоків подій від чисельності станів.

Принцип квазірегулярності Дінера.

Зв'язок з розділами інформатики CN2. Вживання курсів CS307, CS390 в моделюванні великих систем.

**Тема 6.** Моделі з врахуванням поповнення чисельності станів.

Диференціальні рівняння для великих систем, чисельність елементів яких може змінюватися.

**Тема 7.** Моделювання систем, що складаються з неоднорідних елементів.

Узагальнення моделі великої системи, елементи якої можуть складатись з деяких класів різних об'єктів.

**Тема 8.** Аналіз моделі. Гранична поведінка середній чисельності станів.

Аналітичне дослідження великої системи. Стійкість, цикли.

**Тема 9.** Моделювання надійності технічних систем.

Методи оптимізації надійності технічних систем.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Розділ 1. Методи моделювання простих систем.</b>						
<b>Тема 1.</b> Моделювання як метод наукового пізнання.	5	2				3
<b>Тема 2.</b> Марківські процеси в моделюванні.	9	2	4			3
<b>Тема 3.</b> Стохастичні моделі об'єктів.	9	2	2			5
<b>Тема 4.</b> Моделювання систем масового обслуговування.	14	4	4			6
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>37</b>	<b>10</b>	<b>10</b>			<b>17</b>
<b>Розділ 2. Методи моделювання складних систем. Моделі надійності.</b>						
<b>Тема 5.</b> Моделювання великих систем з використанням методу динаміки середніх.	14	4	6			4
<b>Тема 6.</b> Моделі з врахуванням поповнення чисельності станів.	8	2	2			4
<b>Тема 7.</b> Моделювання систем, що складаються з неоднорідних елементів	6	2				4
<b>Тема 8.</b> Аналіз моделі. Гранична поведінка середній чисельності станів.	9	2	2			5
<b>Тема 9.</b> Моделювання надійності технічних систем.	11	4	4			3
Підготовка до контрольної роботи	5					5
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>53</b>	<b>14</b>	<b>14</b>			<b>25</b>
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>24</b>	<b>24</b>			<b>42</b>

### 4. Теми практичних занять

№ теми	Назва теми	Кількість годин
1	Марківські ланцюги, поглинаючи марківські ланцюги, випадкові потоки.	2
	Рівняння Колмогорова для ймовірності станів.	2
2	Імітаційне моделювання.	2
3	Марківські моделі систем масового обслуговування.	4
4	Моделювання стохастичної системи великого числа однорідних елементів.	4
	Принцип квазірегулярності Дінера.	2
5	Диференціальні рівняння для великих систем.	2
6	Аналітичне дослідження великої системи.	2
7	Моделювання надійності технічних систем.	4
<b>Разом</b>		<b>24</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ теми	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	<b>Вивчити теоретичні основи</b> Моделювання як метод наукового пізнання.	3
2	<b>Вивчити теоретичні основи та виконати завдання</b> Марківські ланцюги, поглинаючи марківські ланцюги, випадкові процеси. <i>Визначення марківського ланцюга, перехідної матриці, початкового розподілу вірогідності станів марковського ланцюга. Класифікація марківських ланцюгів. Фундаментальна матриця поглинаючого марківського ланцюга. Визначення випадкового процесу і його характеристики.</i>	1,5
	<b>Вивчити теоретичні основи та виконати завдання</b> Рівняння Колмогорова для ймовірності станів. <i>Безперервні марківські процеси. Складання рівнянь для вірогідності станів безперервного марківського процесу. Гранична вірогідність станів марківського процесу і їх обчислення.</i>	1,5
3	<b>Вивчити теоретичні основи та виконати завдання</b> Імітаційне моделювання. <i>Моделювання системи масового обслуговування з непуассоновськими потоками.</i>	5
4	<b>Вивчити теоретичні основи та виконати завдання</b> Марківські моделі систем масового обслуговування. <i>Складання рівнянь Колмогорова для вірогідності станів систем масового обслуговування з пріоритетними і непріоритетними заявками і з кінцевою чергою.</i>	6
5	<b>Вивчити теоретичні основи та виконати завдання</b> Моделювання стохастичної системи великого числа однорідних елементів.	2
	<b>Вивчити теоретичні основи та виконати завдання</b> Принцип квазірегулярності Дінера. <i>Складання системи рівнянь Колмогорова для вірогідності станів великої системи, в якій інтенсивності переходів між станами залежать від станів системи.</i>	2
6	<b>Вивчити теоретичні основи</b> Диференціальні рівняння для великих систем.	4
7	<b>Вивчити теоретичні основи</b> Узагальнення моделі великої системи, елементи якої можуть складатись з деяких класів різних об'єктів.	4
8	<b>Вивчити теоретичні основи та виконати завдання</b> Аналітичне дослідження великої системи. <i>Аналіз моделі. Гранична поведінка середній чисельності станів. Стійкість, цикли.</i>	5
9	<b>Вивчити теоретичні основи та виконати завдання</b> Моделювання надійності технічних систем. <i>Визначення функції надійності технічної системи. Складання моделі технічної системи з можливою відмовою на заданому інтервалі часу, обчислення середнього доходу, приношеного системою на цьому інтервалі.</i>	3
10	Підготовка до контрольної роботи	5
<b>Разом</b>		<b>42</b>

## 6. Індивідуальні завдання

Контрольна робота.

## 7. Методи контролю

Перевірка контрольних робіт. *Контрольна робота проводиться в письмовій формі і складається з відповідей на два питання.*

Проведення заліку. *Залік проводиться в письмовій формі і складається з відповідей на три питання.*

## 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання								Контр робота	Разом	Залік	Сума
Розділ 1											
T1-T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9				
5	5	5	5	5	5	5	5	20	60	40	100

### Критерії поточної оцінки знань студентів за виконання практичної та самостійної роботи (крок оцінювання 1 бала)

В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі завдання (**кількість балів 5**).

Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість практичних завдань (**кількість балів 4**).

В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину практичних завдань (**кількість балів 3**).

Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових відповідей, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість практичних завдань (**кількість балів 2**).

Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та письмових відповідей, допускаючи при цьому суттєві помилки. Правильно вирішив окремі практичні завдання (**кількість балів 1**).

Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань. Не вирішив жодного практичного завдання (**кількість балів 0**).

### Критерії оцінювання знань студентів за виконання контрольної роботи.

#### 1 питання.

- Правильна і повна відповідь на перше запитання. (5 балів).
- Відповідь з незначними помилками. (4 бали).
- Відповідь, яка містить одну суттєву неточність. (3 бали).
- Відповідь з істотними помилками. (2 бали).
- Відповідь неповна з істотними помилками. (1 бал).
- Відсутність відповіді. (0 балів).

#### 2 питання.

- Рішення завдання правильне і повне. (15 балів).
- Правильний хід рішення, але рішення не закінчено. Істотні помилки відсутні. (10-14 балів).
- Рішення містить суттєву помилку і не завершено. (5-9 балів).
- Рішення відсутнє або запропоновано рішення з декількома істотними помилками. (0-4 бали).

### Критерії підсумкової оцінки знань студентів (залік).

#### 1 питання теоретичне.

- Правильна і повна відповідь (5 балів).
- Відповідь не повна, істотних помилок не містить. (4 бали).
- Відповідь не повна, містить одну суттєву помилку. (3 бали).
- Відповідь не повна і містить дві суттєві помилки. (2 бали).
- Відповідь не повна і містить більше двох помилок. (1 бал).
- Відповідь відсутня. (0 балів)

#### 2 питання. Практичне.

- Завдання вирішене правильно і повністю. (20 балів).
- Рішення в основному правильне, містить неточності в поясненнях. (18-19 балів).
- Підхід до вирішення завдання правильний, але є помилкові дії і висновки. (12-17 балів).
- Підхід до вирішення завдання неправильний або має лише фрагменти правильних дій і висновків. (0-11 балів).

#### 3 питання. Практичне.

- Завдання вирішене правильно і повністю. (15 балів).
- Рішення в основному правильне, містить неточності в поясненнях. (12-14 балів).
- Підхід до вирішення завдання правильний, але є помилкові дії і висновки. (8-11 балів).
- Підхід до вирішення завдання неправильний або має лише фрагменти правильних дій і висновків. (0-7 балів).

### Шкала оцінювання

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



## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Бусленко Н.П. Моделирование систем. - М.: Наука, 1978.
2. Бусленко Н.П. Метод статистического моделирования. - М.: Статистика, 1970.
3. Снапелев Ю.М., Старосельский В.А. Моделирование и управление в сложных системах. - М.: Советское радио, 1974.
4. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. М.: Машиностроение, 1979. 432 с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969. 576 с.
6. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Сов. радио, 1972. 552 с.
7. Голенко Д.И. Моделирование и статистический анализ псевдослучайных чисел на ЭВМ. - М.: Наука, 1965. - 228 с

### Допоміжна література

1. Полляк Ю.Г. Вероятностное моделирование на ЭВМ. - М.: Статистика, 1971.
2. Срагович В.Г. Теория адаптивных систем. - М.: Наука, 1976.
3. Варшавский В.И. Коллективное поведение автоматов. - М.: Наука, 1973.
4. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.: Сов. радио, 1971. 520 с.
5. Смирнов Б.Я., Дунин-Барковский И.В. Краткий курс математической статистики для технических предложений. -М.: Физматгиз, 1959. - 436 с.
6. Советов Б.Я. Моделирование систем. - М.: Высшая школа, 1985
7. Гихман И.И., Скороход А.В., Ядренко М.И. Теория вероятностей и математическая статистика. К., Выща школа, 1979.

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

- CN2 - дослідження операцій*  
*CN3 - моделювання*  
*DS6 - дискретна вірогідність*  
*CS307- статистичне моделювання*  
*CS390 – розробка програмного забезпечення*  
*SE - програмна інженерія*