

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Доктор

з галузі педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

2020 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Комп'ютерне моделювання процесів та систем**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

вид дисципліни вибіркова

факультет комп'ютерних наук

2020 / 2021 навчальний рік

Програму обговорено та рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

“ 31 ” серпня 2020 року, протокол № 1

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

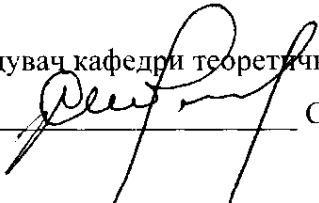
кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

**Бакуменко Ніна Станіславівна**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

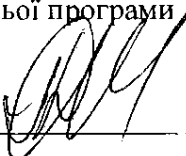
Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

  
Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено в гарантом освітньої програми 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

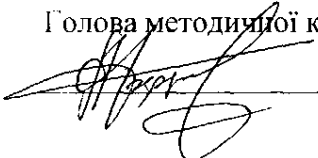
Гарант освітньої програми 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

  
Дмитро ЛАБЕНКО

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від “ 31 ” серпня 2020 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
Анатолій БЕРДНІКОВ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів та систем» розроблена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є: одержання студентами базових знань про методи комп'ютерного моделювання, набуття практичних навичок з побудови і дослідження комп'ютерних моделей процесів і систем, працювати з комп'ютерними моделями, навичок застосування отриманих знань до прикладних задач.

Об'єкт вивчення. Об'єктом вивчення дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів та систем» є сучасна методологія системного підходу до комп'ютерного моделювання складних технічних систем та процесів, а також шляхи використання сучасних комп'ютерних систем, спеціалізованих пакетів прикладних програм.

Предмет вивчення. Предметом вивчення є методи й алгоритми комп'ютерного моделювання, оцінки їх ефективності

1.2. Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є вивчення методологічних засад та основних підходів до математичного та комп'ютерного моделювання систем і процесів у різних сферах, набутті студентами практичних навичок побудови та дослідження комп'ютерних моделей і використання їх для прийняття рішень.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі компетентності.

#### *Інтегральна компетентність*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

#### *Загальні компетентності (ЗК)*

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

#### *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)*

ФК2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

ФК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК7. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

1.3. Кількість кредитів – 7

1.4. Загальна кількість годин – 210

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Вибіркова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	

4-й	-й
Семестри	
8-й	-й
Лекції	
24 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
36 год.	год.
Лабораторні заняття	
0 год.	год.
Самостійна робота	
90 год.	год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки за результатами вивчення дисципліни студенти повинні – знати:

- методології та сучасні технології моделювання;
- методи проектування моделей складних систем;
- основні задачі аналізу і синтезу складних ієрархічних багаторівневих систем та процесів;
- основні види імітаційних моделей
- моделі прийняття рішень;
- обчислювальні методи розв'язання задач оптимізації і прийняття рішень;

уміти:

- збирати та систематизувати вихідні дані для комп'ютерних розрахунків досліджуваних процесів;
- аналізувати та вибирати обчислювальні методи для розв'язання задач;
- використовувати комп'ютерні моделі для прийняття рішень в різних сферах людської діяльності;
- проводити верифікацію отриманих результатів моделювання, моделювати вибірки заданих об'ємів для випадкових величин з дискретними або неперервними розподілами;
- застосовувати імітаційні моделі для прогнозування.

придбати навички:

- формулювання змістовної та математичної постановок задач, здійснювання формалізації представлення даних, структуризації поставлених задач;
- розробки комп'ютерних моделей;
- вирішення задач чисельного характеру з застосуванням спеціалізованих пакетів.

мати уявлення:

- про роль методів комп'ютерного моделювання для аналізу сучасних складних технічних систем; перспективи розвитку комп'ютерного моделювання; про основні проблеми розробки сучасного програмного забезпечення для комп'ютерного моделювання.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі *програмні результати навчання (ПРН)*.

ПРН1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН 6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПРН 8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

*Розділ 1. Основні підходи до комп'ютерного моделювання.*

*Тема 1. Роль математичного моделювання в процесі прийняття рішень*

Цілі, завдання і зміст дисципліни. Її місце в навчальному процесі. Загальна схема процесу прийняття рішень. Класифікація задач прийняття рішень. Принципи моделювання. Етапи в дослідженні системи за допомогою імітаційного моделювання. Побудова концептуальної моделі

*Тема 2. Основні поняття комп'ютерного моделювання.*

Поняття статистичного експерименту. Математичні передумови створення імітаційної моделі. Межі можливостей класичних математичних методів в системотехніці і економіці. Метод Монте-Карло. Моделі дискретних систем, моделі безперервних процесів, комплексні (дискретно-безперервні) моделі. Моделювання випадкових факторів. Управління модельним часом. Об'єкти імітаційних моделей: "процес", "транзакт", "подія", "ресурс" і ін. Структурний аналіз процесів при використанні об'єктно-орієнтованого підходу. Різні підходи до створення моделей: транзактно-орієнтований, об'єктно-орієнтований, подієвий.

*Тема 3. Моделювання паралельних процесів.*

Види паралельних процесів в складних системах (асинхронний, синхронний, підлеглий, незалежний). Методи опису паралельних процесів в системах і мовах моделювання. Застосування мережевих моделей для опису паралельних процесів. Мережі Петрі. Е-мережі.

*Тема 4. Планування комп'ютерних експериментів.*

Планування комп'ютерного експерименту; масштаб часу; датчики випадкових величин; потоки, затримки, обслуговування; перевірки гіпотез про категорії типу подія-явище-поведінку; ризики та прогнози. Стратегічне планування імітаційного експерименту. Тактичне планування експериментів. Методи зниження дисперсії.

*Тема 5. Основи створення імітаційних моделей.*

Змінні і підпрограми дискретно-подієвої моделі. Механізми просування часу. Компоненти дискретно-подієвої імітаційної моделі і їх організація. Моделювання системи масового обслуговування з одним пристроєм обслуговування. Моделювання системи управління запасами. Альтернативні підходи до створення імітаційних моделей. Безперервне і комбіноване безперервно-дискретний моделювання. Розробка і програмування простих імітаційних моделей. Переваги і недоліки дослідження систем за допомогою моделювання.

*Розділ 2. Функціональне моделювання.*

*Тема 6. Програмне забезпечення імітаційного моделювання.*

Класифікація програмних засобів імітаційного моделювання. Необхідні властивості програмних засобів імітаційного моделювання. Універсальні пакети імітаційного моделювання. Об'єктно-орієнтоване моделювання. Предметно-орієнтовані пакети імітаційного моделювання.

*Тема 7. Створення адекватних і детальних імітаційних моделей.*

Поняття адекватності, верифікації та валідації моделі. Вибір оптимального рівня деталізації моделі. Методи налагодження моделюють комп'ютерних програм. Підвищення

валідації і довіри до моделі. Функції керівника при розробці моделі. Статистичні методи порівняння реальних спостережень і вихідних даних моделювання.

*Тема 8. Імітаційне моделювання в середовищі GPSS.*

Об'єкти, Годинники модельного часу. Типи операторів. Внесення транзактів в модель. Видалення транзактів з моделі. Реалізація затримки в часі. Збір статистики про очікування. Блок TRANSFER. Моделювання багатоканальних пристроїв. Змінні. Функції. Стандартні числові атрибути. Параметри транзактів. Визначення пріоритету транзактів. Блоки управління потоками транзактів.

*Тема 9. Планування та проведення експериментів з моделями.*

Проблеми планування імітаційних експериментів. Оцінювання точності результатів моделювання. Перехідних та стаціонарний режими роботи моделі. Метод реплікацій і вилучення. Ергодичні та регенеративні процеси. Факторний план. Повний факторний експеримент. Дробовий дворівневий факторний експеримент. Проскорення процесу імітаційного моделювання.

*Тема 10. Структурний аналіз і CASE-засоби моделювання.*

Методологія опису бізнес процесів IDEF3. Методологія функціонального моделювання IDEF0. Структурний аналіз потоків даних DFD. Програмне забезпечення IDEF-моделювання, імітаційне моделювання в SIM Arena.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Всього	у тому числі:				
		Л	ПЗ	Лаб. роб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
<i>Розділ 1. Основні підходи до комп'ютерного моделювання.</i>						
<i>Тема 1. Роль математичного моделювання в процесі прийняття рішень</i>	12	2	2			8
<i>Тема 2. Основні поняття комп'ютерного моделювання.</i>	14	2	4			8
<i>Тема 3. Моделювання паралельних процесів.</i>	14	2	4			8
<i>Тема 4. Планування комп'ютерних експериментів.</i>	14	2	4			8
<i>Тема 5. Основи створення імітаційних моделей.</i>	16	4	4			8
Усього за розділом 1	70	12	18			40
<i>Розділ 2. Функціональне моделювання.</i>						
<i>Тема 6. Програмне забезпечення імітаційного моделювання.</i>	14	2	2			10
<i>Тема 7. Створення адекватних і детальних імітаційних моделей.</i>	16	2	4			10
<i>Тема 8. Імітаційне моделювання в середовищі GPSS.</i>	16	2	4			10
<i>Тема 9. Планування та проведення експериментів з моделями</i>	14	2	4			8
<i>Тема 10. Структурний аналіз і CASE-засоби моделювання.</i>	14	4	2			8
Контрольна робота	6		2			4
Усього за розділом 2	80	12	18			50

<i>Усього годин</i>	<b>150</b>	<b>24</b>	<b>36</b>			<b>90</b>
---------------------	------------	-----------	-----------	--	--	-----------

#### 4. Теми практичних, лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Етапи моделювання. Чисельний експеримент.	2
2	Математичні моделі. Моделі динамічних процесів. Модель популяції..	2
3	Геометричне моделювання та комп'ютерна графіка	4
4	Імітаційне моделювання багатоканальних пристроїв в середовищі GPSS World	4
5	Реалізація переходів в системі моделювання GPSS World. Моделювання регульованого перехрестя в середовищі GPSS World	4
6	Визначення і використання таблиць в системі моделювання GPSS World	4
7	Перевірка теорії черг в системах масового обслуговування	4
8	Функціональне моделювання бізнес-процесів в середовищі BPWin	4
9	Знайомство з системою імітаційного моделювання (СІМ) Arena. Створення найпростішої комп'ютерної моделі в СІМ Arena.	4
10	Функціонально - імітаційне моделювання проектів на основі мережевих графіків в СІМ Arena	4
	Разом	36

#### 5. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проаналізувати класифікацію комп'ютерних моделей та сформулювати їх особливості.	10
2	Моделювання стохастичних систем. Моделювання послідовностей незалежних та залежних випадкових випробувань.	10
3	Геометричне моделювання та комп'ютерна графіка	8
4	Популяційні моделі	10
5	Моделювання СМО	8
6	Дискретно-детерміновані та дискретно-стохастичні динамічні системи. Інструментальні засоби для моделювання динамічних систем.	8
7	Дескриптивні, імітаційні, статистичні та логічні комп'ютерні моделі.	8
8	Методи моделювання випадкових величин дискретного типу. Моделювання вибірок з розподілів Бернуллі, біноміального, Пуассона.	8
9	Моделювання випадкових величин з неперервними розподілами. Метод оберненої функції. Метод заданої гистограми. Метод суперпозиції.	8
10	Імітаційне моделювання гауссівської випадкової величини.	8
11	Підготовка до підсумкової контрольної роботи	4
	Разом	90

#### 6. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання пов'язане із застосуванням методів та моделей прийняття рішень в конкретному завданні, розробкою програми для його реалізації і обґрунтуванням корисності і ефективності прийнятого рішення.

Індивідуальне завдання виконується у вигляді 2 контрольних робіт.

## 7. Методи навчання

Як правило, лекційні та практичні заняття проводяться аудиторно. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторно або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

## 8. Методи контролю

Контроль роботи студентів при вивченні дисципліни і засвоєння ними навчального матеріалу здійснюється на практичному занятті шляхом проведення поточних опитувань, контрольних опитувань і захисту звітів по індивідуальних завданнях. Підсумковий контроль здійснюється при виконанні 2 контрольних робіт і на заліку та іспиті.

Студенти, що не захистили впродовж 2 семестрів 2 контрольні роботи, а також що не представили і не захистили звіти з індивідуальних завдань, до заліку та іспиту не допускаються.

Заліковий або екзаменаційний квиток містить два теоретичних і одне практичне питання. Максимальна кількість балів за відповіді на кожне теоретичне питання складає по 12 балів, на практичне питання - 16 балів. Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку та іспиту.

При дистанційному навчанні видача практичних завдань та контроль їх виконання здійснюється за допомогою сервісу дистанційного навчання Google Classroom. Лекційні заняття проводяться із використанням сервісу відео-конференцій Google Meet. Підсумковий контроль у вигляді екзамену (заліку) проводиться шляхом відповіді на екзаменаційний білет та он-лайн опитування (сервіси відео-конференцій Google Meet, Google Classroom).

## 9. Схема нарахування балів

### Підсумковий контроль в формі екзамену

Поточне оцінювання та самостійна робота										Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом	Екзаме	Сума
Розділ 1					Розділ 2								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10				
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	60	40	'00

T1, T2 ... – теми розділів.

### Критерії оцінювання знань студентів за практичні роботи

Вимоги	Кількість балів
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача.</li> <li>▪ Визначає рівень поінформованості, потрібний для прийняття рішень. Вибирає інформаційні джерела.</li> <li>▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє умінями творчо-пошукової діяльності.</li> </ul>	5
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання – повні, з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача.</li> <li>▪ Планує інформаційний пошук; володіє способами систематизації інформації;</li> <li>▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє умінями творчо-пошукової діяльності.</li> </ul>	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Завдання відзначається неповнотою виконання без допомоги викладача.</li> </ul>	3



▪ Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях.	
▪ Завдання відзначається неповнотою виконання за консультацією викладача. ▪ Застосовує запропонований викладачем спосіб отримання інформації, має фрагментарні навички в роботі з підручником, науковими джерелами; ▪ Вибирає відомі способи дій для виконання фахових методичних завдань.	2
Завдання відзначається фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.	1

### Критерії оцінювання знань студентів за контрольні роботи

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	8-10
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	5-7
Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибирати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	3-5
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-2

### Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання навчального матеріалу в обсязі, який необхідний по спеціальності, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання навчального матеріалу в обсязі, який необхідний по спеціальності, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти спеціальність.	1-5

### 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

## 10. Рекомендована література

### Основна література

1. Обідник Д. Т. Комп'ютерна анімація. Навчальний посібник. — Вінниця: ВНТУ, 2004. — 123 с.
  2. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. — Черкаси : ЧДТУ, 2010. — 399 с.
  3. Нестеренко Б.Б., Новотарський М.А. Формальні заходи моделювання паралельних процесів та систем Національна академія наук України, Інститут математики. — Київ : Академперіодика, 2016. — 194 с.
  4. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. — Вінниця: ВНТУ, 2012. — 193 с.
- 
1. Васильєв В.В., Сімак Л.А., Рибнікова А.М. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів та систем у середовищі MATLAB/SIMULINK. - Київ: Національний авіаційний університет, 2008. - 91 с.
  2. Duran Juan M., Arnold Eckhart (eds.) Computer Simulations and the Changing Face of Scientific Experimentation. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing, 2013. — 260 р.

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

<http://lib.chdu.edu.ua/pdf/posibnuku/33/3.pdf>

[https://pidruchniki.com/12281128/menedzhment/modeli\\_metodi\\_priynyattya\\_optimalnih\\_rishen](https://pidruchniki.com/12281128/menedzhment/modeli_metodi_priynyattya_optimalnih_rishen)