

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ім. О.С. ПОПОВА**

---

(повне найменування вищого навчального закладу)

**Кафедра інформаційних технологій**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Зав. каф. інформаційних технологій

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Моделювання систем**

спеціальність                      **122 Комп'ютерні науки**

факультет, відділення   **Інфокомунікацій та програмної інженерії**

Одеса  
2020 рік

Робоча програма дисципліни Моделювання систем для студентів  
(назва навчальної дисципліни)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Розробник програми: д.т.н., проф. Романюк В.В.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Інформаційних технологій

Протокол від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри Інформаційних технологій

\_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Галузь знань <i>12 Інформаційні технології</i> (шифр і назва)	Обов'язкова	
	Спеціальність <i>122 Комп'ютерні науки</i> (шифр і назва)		
Семестрів – 1	Спеціальність (професійне спрямування): _____	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		3-ий	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 120		3.1	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4,6	Ступінь вищої освіти: <i>бакалавр</i>	<b>Лекції</b>	
		14 год.	
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		14 год.	
		<b>Лабораторні</b>	
		28 год.	
		<b>Самостійна робота</b>	
		64 год.	
<b>Індивідуальне завдання</b>			
–			
Вид контролю: іспит			

## 2. Анотація дисципліни

Програма вивчення навчальної дисципліни «Моделювання систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності *122 Комп'ютерні науки*.

Сьогоднішні стратегії майбутнього орієнтуються перш за все на нові технології, а саме на розвиток і цифровізацію методів та інструментів системного проектування складних об'єктів. Нові технології системного моделювання, проектування та управління стають все більш актуальними і затребуваними на ринку праці. Навчальний курс «Моделювання систем» відноситься до циклу дисциплін професійної підготовки. Курс необхідний студентам спеціальності *122 Комп'ютерні науки* для вивчення методичних основ моделювання програмного забезпечення з використанням комп'ютерних засобів.

Предметом дисципліни є аналіз, теоретичне та експериментальне дослідження, розробка та використання математичних моделей систем і процесів, математичних методів, а також надання знань, основних понять, положень та особливостей математичного моделювання, засвоєння теоретичних знань і формування практичних навичок з основ системного моделювання.

На курсі розглядаються методи системного моделювання та їх застосування в системному інжинірингу; методи концептуального проектування; функціональний аналіз технічної системи; архітектурне моделювання технічної системи; синтез технічної системи. Для виконання завдань курсу студенти мають змогу використовувати сучасне відкрите програмне забезпечення GNU Octave та Scilab.

**Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:**

1. Наука моделювання.
2. Моделювання систем.

## 3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Моделювання систем» є придбання студентами знань теоретичних і практичних основ методології та технології моделювання у процесі дослідження, проектування та експлуатації інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій, та інших об'єктів професійної діяльності.

Цілі курсу:

- отримання уявлення про основні поняття, ідеї і методи моделювання систем;
- оволодіння алгоритмами моделювання для дослідження характеристик і стану складних об'єктів;
- оволодіння навиками створення та дослідження математичних та програмних моделей обчислювальних та інформаційних процесів, пов'язаних з функціонуванням об'єктів професійної діяльності;
- набуття теоретичних та практичних навиків аналізу та експериментального дослідження методів, алгоритмів, програм апаратно- програмних комплексів та систем;

– набуття практичних навичок оцінювання точності одержаних результатів та використання математичних моделей та методів.

Курс передбачає теоретичні та практичні заняття.

В межах теоретичної частини забезпечуються **знання**:

– теоретичні основи методології та технології моделювання у процесі дослідження;

– методи проектування та експлуатації інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій, інших об'єктів професійної діяльності;

– основні алгоритми моделювання для дослідження характеристик і стану складних об'єктів.

Проходження практичної частини курсу формує **вміння**:

– аналізувати, теоретично та експериментально досліджувати методи, алгоритми, програми апаратно-програмних комплексів та систем;

– створювати та досліджувати математичні та програмні моделі обчислювальних та інформаційних процесів, пов'язаних з функціонуванням об'єктів професійної діяльності;

– вибирати та перетворювати математичні моделі явищ, процесів і систем для їх ефективної програмно-апаратної реалізації;

– аналізувати та вибирати обчислювальні методи розв'язання задач проектування інформаційних систем за критеріями мінімізації обчислювальних витрат, стійкості, складності тощо;

– оцінювати точність одержаних результатів та використовувати математичні моделі та методи.

Вивчення навчальної дисципліни «Моделювання систем» передбачає формування та розвиток у студентів **компетентностей**:

**загальних:**

– здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

– здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

– здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

– знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

– здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями;

– здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

– здатність генерувати нові ідеї (креативність);

– здатність працювати в команді;

– здатність приймати обґрунтовані рішення;

– здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

**фахових:**

– здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв’язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп’ютерних наук, аналізу та інтерпретування;

– здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв’язності та нерозв’язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем;

– здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об’єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв’язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв’язування професійних задач;

– здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв’язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії;

– здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв’язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризику;

– здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об’єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів;

– здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об’єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

Результати навчання даної дисципліни деталізують такі **програмні результати навчання**:

– застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп’ютерних наук;

– використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв’язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об’єктів інформатизації;

– використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних

середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей;

– проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій;

– використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів;

– розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування;

– використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах;

– використовувати моделі систем масового обслуговування; методології ймовірнісного та імітаційного моделювання об'єктів, процесів і систем; планування та проведення експериментів з моделями, прийняття рішень для досягнення мети за результатами моделювання.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин / 4 кредити ECTS.

#### **4. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни «Моделювання систем»**

##### **Змістовний модуль 1. Наука моделювання.**

*Тема 1.* Знайомство з робочим середовищем. Основні команди головного меню GNU OCTAVE. Арифметичні операції та математичні функції над числами. Матриці та вектори. Розв'язування рівнянь, систем рівнянь, знаходження границь, похідних тощо.

*Тема 2.* Комп'ютерне моделювання. М-сценарій. М-функція. Введення і виведення в діалоговому режимі. Оператори керування обчислювальними потоками. Функції генерації псевдовипадкових чисел.

*Тема 3.* Побудова та візуалізація регресійних моделей. Графіки. Двовимірні і тривимірні графіки. Регресійний аналіз (парна регресія). Парна нелінійна регресія.

*Тема 4.* Інтегрування динамічних систем. Символьне розв'язання диференціальних рівнянь. Солвери звичайних диференціальних рівнянь. Неозначений та означений інтеграл. Чисельне інтегрування.

##### **Змістовний модуль 2. Моделювання систем.**

*Тема 5.* Логіко-арифметичне моделювання. Запуск Simulink. Створення моделі. Виконання розрахунків.

*Тема 6.* Системи масового обслуговування. Одно- та двоканальні системи масового обслуговування. Інтерактивне середовище Simulink. Бібліотека SimEvents.

*Тема 7.* Моделювання прикладних систем. Нечітка логіка. Статистична обробка даних. Системи автоматичного управління.

### 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	денна форма				
		у тому числі				
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>л</i>	<i>п</i>	<i>лаб</i>	<i>інд</i>	<i>с.р</i>
<b>Змістовний модуль 1. Наука моделювання.</b>						
<i>Тема 1.</i> Знайомство з робочим середовищем. Основні команди головного меню GNU OCTAVE. Арифметичні операції та математичні функції над числами. Матриці та вектори. Розв'язування рівнянь, систем рівнянь, знаходження границь, похідних тощо.	17	2	2	4		9
<i>Тема 2.</i> Комп'ютерне моделювання. М-сценарій. М-функція. Введення і виведення в діалоговому режимі. Оператори керування обчислювальними потоками. Функції генерації псевдовипадкових чисел.	17	2	2	4		9
<i>Тема 3.</i> Побудова та візуалізація регресійних моделей. Графіки. Двовимірні і тривимірні графіки. Регресійний аналіз (парна регресія). Парна нелінійна регресія.	17	2	2	4		9
<i>Тема 4.</i> Інтегрування динамічних систем. Символьне розв'язання диференціальних рівнянь. Солвери звичайних диференціальних рівнянь. Неозначений та означений інтеграл. Чисельне інтегрування.	17	2	2	4		9
<i>Разом за змістовним модулем 1</i>	<i>68</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>16</i>		<i>36</i>
<b>Змістовний модуль 2. Моделювання систем.</b>						
<i>Тема 5.</i> Логіко-арифметичне моделювання. Запуск Simulink. Створення моделі. Виконання розрахунків.	17	2	2	4		9
<i>Тема 6.</i> Системи масового обслуговування. Одно- та двоканальні системи масового обслуговування. Інтерактивне середовище Simulink. Бібліотека SimEvents.	17	2	2	4		9
<i>Тема 7.</i> Моделювання прикладних систем. Нечітка логіка. Статистична обробка даних. Системи автоматичного управління.	18	2	2	4		10
<i>Разом за змістовним модулем 2</i>	<i>52</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>12</i>		<i>28</i>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>28</b>		<b>64</b>

### 6. Теми практичних занять

№	Назва теми	Години
<i>Семестр 3.1</i>		
1	Знайомство з робочим середовищем	2
2	Комп'ютерне моделювання в середовищі чисельного обчислення	2
3	Побудова та візуалізація регресійних моделей	2



№	Назва теми	Години
4	Інтегрування динамічних систем	2
5	Логіко-арифметичне моделювання	2
6	Системи масового обслуговування	2
7	Моделювання прикладних систем	2
<b>Усього годин</b>		<b>14</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Години
<i>Семестр 3.1</i>		
1	Рішення алгебраїчних виразів в середовищі чисельного програмування	2
2	Робота з матрицями та векторами	2
3	Умовні оператори та цикли	2
4	Генерація випадкових чисел	2
5	Побудова регресійних моделей	2
6	Візуалізація регресійних моделей засобами середовища чисельного програмування	2
7	Інтегрування диференціальних рівнянь	2
8	Обчислення площі фігури, обмеженої двома лініями	2
9	Створення логіко-арифметичних моделей	2
10	Моделювання лінійних рівнянь	2
11	Створення моделі систем масового обслуговування	2
12	Оптимізація моделі систем масового обслуговування	2
13	Моделювання електричної схеми	2
14	Моделювання нечіткої системи	2
<b>Усього годин</b>		<b>28</b>

### 8. Самостійна робота

№	Назва теми	Години
<i>Семестр 3.1</i>		
1	Опрацювання лекцій	14
2	Вивчення додаткового матеріалу до лекцій	11
3	Підготовка до практичних занять	14
4	Підготовка до лабораторних робіт	14
5	Самостійна робота з викладачем (АСРС)	11
<b>Усього годин</b>		<b>64</b>

### 9. Методи навчання

Процес навчання дисципліни базується на використанні сучасних методів: мультимедійні лекції, демонстрування, викладання-пояснення, практичні заняття та лабораторні роботи, метод проблемно-орієнтовного навчання, самостійне спостереження, запитання-бесіда, ілюстрування.

## 10.Методи контролю

Контроль рівня виконавських умінь для перевірки практичної підготовки, усне опитування, опитування під час презентації, захист лабораторних робіт та залік по завершенню семестру. Оцінювання проводиться за шкалою ЄКТС, національною та за шкалою ОНАЗ ім. О.С. Попова (100 бал.).

## 11.Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота				Контрольні завдання та підсумковий екзамен	Сума
Змістовний модуль №1				40	100
T1	T2	T3	T4		
7	7	8	8		
Змістовний модуль №2					
T5	T6	T7			
10	10	10			

T1, T2, ..., T7 – теми змістових модулів.

## Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи, практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 12.Методичне, технічне й програмне забезпечення /обладнання

Студенти отримують практичні навички реалізації основних шаблонів та принципів моделювання систем. Для виконання лабораторних робіт студенти мають змогу використовувати сучасні безоплатні середовища чисельного програмування: GNU Octave, Scilab та Scicos.

Методичне забезпечення курсу: конспект лекцій, комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни, нормативні документи, презентаційні матеріали.

### 13.Рекомендована література

#### *Базова*

1. Awad M., Khanna R. Efficient learning machines: theories, concepts, and applications for engineers and system designers. eBook: Springer, 2015. 263 p.
2. Desfray P., Raymond G. Modeling enterprise architecture with TOGAF: A practical guide using UML and BPMN. Waltham: Elsevier, 2014. 285 p.
3. Ptolemaeus C. System design, modeling, and simulation using Ptolemy: 1st ed. Mountain View: Ptolemy, 2014. 690 p.
4. Fouss F., Saerens M., Shimbo M. Algorithms and models for network data and link analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. 547 p.
5. Волкова В. Н., Горелова Г. В., Козлов В. Н. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата. Москва: Издательство Юрайт, 2015. 449 с.
6. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 / Р. Н. Кветний та ін. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.
7. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2 / Р. Н. Кветний та ін. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.
8. Стеценко І. В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст]. Черкаси: ЧДТУ, 2010. 399 с.
9. Хусаїнов Д. Я., Харченко І. І., Шатирко А. В. Введення в моделювання динамічних систем: навч. посіб. Київ: КНУ, 2010. 132 с.
10. Чуйко Г. П., Дворник О. В., Яремчук О. М. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. 244 с.

#### *Допоміжна*

1. Baudin M. Programming in Scilab. eBook: DIGITEO, 2011. 155 p.
2. Bellomo N., De Angelis E., Delitala M. Lecture notes on mathematical modelling from applied sciences to complex systems. Roma: SIMAI, 2010. 171 p.
3. GNU Octave documentation: 5th ed. / J.W. Eaton et al. Boston: Free Software Foundation, Inc., 2020. 1094 p.
4. Romanuke V. V. Wind Turbine Power Curve Exponential Model with Differentiable Cut-in and Cut-out Parts. *Research Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"*. 2018. Vol. 2. P. 25–32. <https://doi.org/10.20535/1810-0546.2018.2.121504>
5. Romanuke V. V. Fast-and-smoother uplink power control algorithm based on distance ratios for wireless data transfer systems. *Studies in Informatics and Control*. 2019. Vol. 28, No. 2. P. 147–156. <https://doi.org/10.24846/v28i2y201903>
6. Задачин В. М., Конюшенко І. Г. Моделювання систем: конспект лекцій. Харків: ХНЕУ, 2010. 268 с.
7. Лисиенко В. Г., Санников С. П. Моделирование систем / методические указания по выполнению лабораторных работ. Екатеринбург: ЛИФ, 2011. 61 с.
8. Павлов В. А., Носовець О. К. Методичні вказівки до виконання комп'ютерних практикумів з навчальної дисципліни «Моделювання систем». Київ: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2017. 61 с.

9. Фомін О. О., Філоненко К. М., П'яних В. В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Інтелектуальні системи”. Одеса: ОНПУ, 2017. 54 с.

### *Інформаційні ресурси*

1. GNU Octave. Scientific programming language [Електронний ресурс] // GNU General Public License. 2010. URL: <https://www.gnu.org/software/octave/>. Дата звернення: 11.03.2020
2. Scilab tutorials [Електронний ресурс] // GNU General Public License (GPL) v2.0. 2015. URL: <https://www.scilab.org/tutorials>. Дата звернення: 13.04.2020
3. Scicos: Block diagram modeler/simulator [Електронний ресурс] // INRIA. 2015. URL: <http://www.scicos.org/> Дата звернення: 13.04.2020
4. Simulink for system modeling and simulation [Електронний ресурс] // The MathWorks, Inc. 2015. URL: <https://www.mathworks.com/solutions/system-design-simulation.html>. Дата звернення: 15.04.2020
5. System design cheatsheet [Електронний ресурс] // GitHub, Inc. 2018. URL: <https://gist.github.com/vasanthk/485d1c25737e8e72759f>. Дата звернення: 21.04.2020
6. КН-3.1 – Моделювання систем [Електронний ресурс] // Google Classroom. 2020. URL: <https://classroom.google.com/u/0/c/NDA0MTU1MTc1MDZa>. Дата звернення: 17.05.2020
7. Моделювання систем. Навчальний курс [Електронний ресурс] // Система дистанційного навчання ОНАЗ ім. О.С. Попова URL: <https://e-learning.onat.edu.ua/course/view.php?id=768>. Дата звернення: 27.08.2020