Table of Contents

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Моделювання систем та системний аналіз**  
Спеціальність: **122 Комп’ютерні науки**  
Освітня програма: **Комп’ютерні науки** (обов’язковий компонент) — **ОПП.12**. :contentReferenceoaicite:0

Курс/семестр: **2 курс, 3 семестр**. Обсяг: **5 кредитів ЄКТС (150 год.)**: лекції — **34 год.**, лабораторні — **34 год.**, самостійна робота — **82 год.**; **форма контролю — іспит**. :contentReferenceoaicite:1

## 3. Пояснювальна записка

Дисципліна «**Моделювання систем та системний аналіз**» є дисципліною **професійної підготовки** здобувачів **першого (бакалаврського)** рівня вищої освіти, **очної (денної)** форми здобуття освіти, які навчаються за освітньо‑професійною програмою «**Комп’ютерні науки**» в межах спеціальності **122 «Комп’ютерні науки»**. Компонент має шифр **ОПП.12** і викладається у **3 семестрі**. :contentReferenceoaicite:2

**Пререквізити** – Вища математика; Дискретна математика; Теорія ймовірностей та математична статистика; Алгоритмізація та програмування. (Згідно з переліком обов’язкових компонент і їх логічною послідовністю.) :contentReferenceoaicite:3

**Кореквізити** – Теорія алгоритмів; Інтелектуальний аналіз даних; Об’єктно‑орієнтоване проєктування (логічні зв’язки компонент у 2–3 семестрах). :contentReferenceoaicite:4

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

**компетентностей:** інтегральна компетентність ІК; загальні компетентності, зокрема **ЗК01** (абстрактне мислення, аналіз і синтез) та пов’язані; фахові компетентності **ФК04** (математичне моделювання), **ФК06** (системне мислення, методологія системного аналізу), **ФК07** (методологія і технологія моделювання, обчислювальні експерименти). :contentReferenceoaicite:5 :contentReferenceoaicite:6

**програмних результатів навчання:** **ПРН07** (моделювання організаційно‑технічних систем, методи дослідження операцій та оптимізації), **ПРН08** (методологія системного аналізу для аналізу, прогнозування, управління і проєктування динамічних процесів). :contentReferenceoaicite:7

**Мета дисципліни.** Формування фундаментальних знань про принципи моделювання та проєктування систем, методи системного аналізу, набуття практичних навичок побудови й дослідження моделей із використанням сучасних інструментальних засобів. :contentReferenceoaicite:8

**Предмет дисципліни.** Поняття систем і моделей; класи моделей; імітаційне й імовірнісне моделювання; моделі систем масового обслуговування; програмні засоби моделювання; системний аналіз і прийняття рішень. :contentReferenceoaicite:9

**Завдання дисципліни.** Формування теоретичних знань і практичних навичок з аналізу та синтезу моделей складних систем; проведення обчислювальних експериментів; інтерпретація результатів для підтримки прийняття рішень. :contentReferenceoaicite:10

## 4. Структура залікових кредитів дисципліни

| Назва розділу (теми) | Лекції (год.) | Лабораторні (год.) | СРС (год.) |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тема 1. Вступ. Системи, моделі, цикл моделювання** | **4** | **4** | **10** |
| **Тема 2. Формалізація та класифікація моделей. Власивості моделей** | **4** | **4** | **9** |
| **Тема 3. Елементи імовірнісного моделювання. Стохастичні процеси** | **4** | **4** | **9** |
| **Тема 4. Моделі систем масового обслуговування (СМО)** | **4** | **4** | **10** |
| **Тема 5. Дискретно‑подійне й агентне імітаційне моделювання** | **6** | **8** | **12** |
| **Тема 6. Моделювання виробничих і комп’ютерних систем** | **4** | **4** | **9** |
| **Тема 7. Основи системного аналізу. Показники ефективності** | **4** | **2** | **9** |
| **Тема 8. Методи підтримки рішень (MAI, дерева рішень, багатокритеріальна оптимізація)** | **2** | **2** | **7** |
| **Тема 9. Узагальнення, підготовка до іспиту** | **2** | **2** | **7** |
| **Разом (3 семестр)** | **34** | **34** | **82** |

*Примітка: розподіл СРС деталізовано у п. 5.3; підсумковий контроль — іспит (3 семестр).* :contentReferenceoaicite:11

## 5. Програма навчальної дисципліни

### 5.1 Зміст лекційного курсу

| Номер лекції | Перелік тем лекцій (анотації) | Год. |
| --- | --- | --- |
| 1 | **Система та модель.** Поняття системи, цілі та межі. Модель і модель системи. **Цикл моделювання**, етапи побудови та верифікації. | 2 |
| 2 | **Класифікації моделей.** Детерміновані й стохастичні; дискретні й неперервні; статичні й динамічні; параметричні й структурні. Властивості, адекватність і точність. | 2 |
| 3 | **Формалізація.** Вхідні/вихідні змінні, параметри, припущення. Критерії якості моделей, похибки моделювання. | 2 |
| 4 | **Стохастичні елементи.** Випадкові величини, розподіли, генерація псевдовипадкових чисел для моделей. | 2 |
| 5 | **Стохастичні процеси.** Марковські процеси, ланцюги Маркова у моделюванні. | 2 |
| 6 | **Системи масового обслуговування.** Основні поняття, показники якості, базові СМО M/M/1, M/M/c. | 2 |
| 7 | **Дискретно‑подійне моделювання.** Події, календар подій, черги, ресурси, траси. | 2 |
| 8 | **Агентне моделювання.** Агенти, середовище, взаємодії; огляд інструментів. | 2 |
| 9 | **Системна динаміка.** Потоки й рівні, діаграми причинно‑наслідкових зв’язків. | 2 |
| 10 | **Моделювання виробничих систем.** Потоки, вузькі місця, показники ефективності. | 2 |
| 11 | **Моделювання комп’ютерних систем.** Мережі, черги, продуктивність, сценарії навантажень. | 2 |
| 12 | **Системний аналіз.** Поняття, етапи, декомпозиція, зацікавлені сторони, вимоги. | 2 |
| 13 | **Показники ефективності та критерії якості.** Надійність, доступність, пропускна здатність, SLA. | 2 |
| 14 | **Багатокритеріальне прийняття рішень.** Постановка задачі, нормування, методи компромісу. | 2 |
| 15 | **Метод аналізу ієрархій (МАІ).** Побудова ієрархій, матриці попарних порівнянь, узгодженість. | 2 |
| 16 | **Дерева рішень та ризики.** Ймовірнісні дерева, очікувана корисність, чутливісний аналіз. | 2 |
| 17 | **Узагальнення і підготовка до іспиту.** Аналіз типових помилок, вимоги до звітності. | 2 |

*Примітки:* теми та послідовність узгоджені зі змістом попередньої робочої програми дисципліни. :contentReferenceoaicite:12

### 5.2 Зміст лабораторних занять

| № п/п | Тема лабораторної роботи | Год. |
| --- | --- | --- |
| 1 | **Вступ до інструментів моделювання.** Налаштування середовища (напр., GNU Octave / Python). Перевірка генераторів випадкових чисел. | 4 |
| 2 | **Побудова дискретно‑подійної моделі черги.** Події, календар, ресурси, збір показників. | 4 |
| 3 | **Моделювання СМО M/M/1 та варіантів.** Експерименти з різними інтенсивностями потоків. | 4 |
| 4 | **Агентне моделювання простої виробничої системи.** | 4 |
| 5 | **Системна динаміка.** Реалізація моделі «запаси‑потоки», аналіз стабільності. | 4 |
| 6 | **Моделювання комп’ютерної системи обслуговування запитів.** Профілювання та оцінка SLA. | 4 |
| 7 | **Багатокритеріальна оптимізація та MAI.** Інструментальна реалізація, експерименти. | 4 |
| 8 | **Статистичне опрацювання результатів моделювання.** Інтервали довіри, критерії гіпотез, підсумковий звіт. | 6 |

*Сумарно — 34 год.* (структура та тривалість узгоджені з попередньою РП). :contentReferenceoaicite:13

### 5.3 Зміст самостійної роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота включає опрацювання теорії, підготовку до лабораторних, виконання **індивідуальних завдань (ІДЗ)**, підготовку до підсумкового контролю.

| Номер тижня | Вид самостійної роботи | Год. |
| --- | --- | --- |
| 1 | Опрацювання Т1; підготовка до ЛР№1; ІДЗ‑1 (вибір об’єкта моделювання, формулювання мети, постановка задачі). | 6 |
| 2 | Опрацювання Т2; підготовка до ЛР№2. | 5 |
| 3 | Опрацювання Т3; підготовка до ЛР№3; конспект прикладів розподілів. | 5 |
| 4 | Опрацювання Т4; підготовка до ЛР№3; розрахунок показників СМО. | 5 |
| 5 | Опрацювання Т5; підготовка до ЛР№4; ІДЗ‑2 (проєкт дискретно‑подійної моделі). | 5 |
| 6 | Опрацювання Т5; підготовка до ЛР№4; звіт проміжного експерименту. | 5 |
| 7 | Опрацювання Т6; підготовка до ЛР№5. | 5 |
| 8 | Узагальнення за Т1–Т6; підготовка до контрольної роботи. | 4 |
| 9 | Опрацювання Т6; підготовка до ЛР№6; ІДЗ‑3 (модель виробничої/комп’ютерної системи). | 6 |
| 10 | Опрацювання Т7; підготовка до ЛР№6; збір і візуалізація показників ефективності. | 5 |
| 11 | Опрацювання Т7; підготовка до ЛР№7. | 5 |
| 12 | Опрацювання Т8; підготовка до ЛР№7; ІДЗ‑4 (MAI/дерево рішень для обраного кейсу). | 5 |
| 13 | Опрацювання Т8; підготовка до ЛР№8. | 5 |
| 14 | Опрацювання Т8; підготовка до ЛР№8; офор-млення звітів. | 5 |
| 15 | Узагальнення матеріалу; підготовка до іспиту (питання для самоконтролю). | 4 |
| 16 | Консультації; перевірка ІДЗ; корекція звітів. | 3 |
| 17 | Підготовка до іспиту. | 4 |

**Разом:** **82 год.** :contentReferenceoaicite:14

## 6. Технології та методи навчання

* **лекції:** мультимедійні презентації, візуалізація, проблемне та інтерактивне навчання;
* **лабораторні заняття:** інструктування, демонстрування, розв’язання прикладних задач моделювання, аналіз кейсів;
* **самостійна робота:** опрацювання теорії, виконання ІДЗ, підготовка до контрольних заходів із використанням інформаційно‑комунікаційних технологій та дистанційних сервісів. :contentReferenceoaicite:15

## 7. Методи контролю

* **Оцінювання результатів лабораторних занять** (якість моделі, коректність експериментів, інтерпретація результатів, оформлення звітів).
* **Тестовий (модульний) контроль** засвоєння теоретичних положень і методів.
* **Контрольна робота** (письмово: задачі на постановку, побудову та аналіз моделей).
* **Оцінювання ІДЗ** (самостійність, обґрунтованість рішень, якість оформлення).
* **Підсумковий семестровий контроль — іспит** (теорія + практичні задачі). :contentReferenceoaicite:16

## 8. Політика дисципліни

Відвідування занять є обов’язковим; дотримання термінів виконання всіх видів робіт; відпрацювання пропущених лабораторних — у строки, визначені викладачем (не пізніше ніж за два тижні до завершення теоретичних занять). Дотримання академічної доброчесності; у разі порушень роботи не зараховуються до повторного виконання. Результати неформальної освіти можуть бути визнані згідно з процедурами ХНУ. (Узгоджено зі змістом ОП та типовими положеннями університету.) :contentReferenceoaicite:17

## 9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

**Таблиця — Критерії оцінювання навчальних досягнень**

| Рівень | Узагальнений зміст критерію |
| --- | --- |
| **Відмінно (високий)** | Глибоке, системне володіння матеріалом; уміле застосування методів моделювання й системного аналізу; аргументовані судження; **2–3 несуттєві похибки**. |
| **Добре (середній)** | Повне засвоєння, коректне використання понять; застосування знань до практичних задач; можливі окремі неточності; **2–3 несуттєві помилки**. |
| **Задовільно (достатній)** | Засвоєно основний матеріал, виконуються типові завдання; наявні **суттєві помилки**. |
| **Незадовільно (недостатній)** | Фрагментарні знання, помилки у визначеннях, невміння застосувати методи. |

**Структура та шкала оцінювання (сума — 100 балів)**

| Аудиторна робота (лабораторні) | Тестовий контроль (ТК) | Контрольна робота (КР) | ІДЗ | Іспит | Сума |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **9–15** | **9–15** | **6–10** | **12–20** | **24–40** | **60–100**\* |

*Примітка: якщо за окремий вид діяльності набрано < 60 % від макс. балів — оцінювання незадовільне, необхідне повторне виконання.* (Методи та форми контролю відповідають підходам в ОП). :contentReferenceoaicite:18

**Оцінювання на лабораторних:** усне опитування, обґрунтування рішень, якість експериментів (мін. позитивний бал — **3**, макс. — **5** за заняття).

**Оцінювання тестів:** 10 завдань; 0–5 правильних — 0 балів; 6 — 3; 7–8 — 4; 9–10 — 5.

**Іспит (40 балів):** теорія (2 питання по **3–5** балів) + практичні задачі (**18–30** балів). (Структура узгоджена з шаблоном робочих програм.) :contentReferenceoaicite:19

## 10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Поняття системи й моделі. Етапи та **цикл моделювання**.
2. Класи моделей: детерміновані/стохастичні, дискретні/неперервні, статичні/динамічні.
3. Адекватність, валідація і верифікація моделей.
4. Випадкова величина, основні розподіли та їх використання у моделюванні.
5. Генерація псевдовипадкових чисел і перевірка якості генераторів.
6. Марковські ланцюги та їх застосування.
7. Поняття та показники **СМО**; моделі M/M/1, M/M/c.
8. Дискретно‑подійне моделювання: події, календар, ресурси.
9. Агентне моделювання: агенти, середовище, взаємодії.
10. Системна динаміка: потоки і рівні, Causal‑loop діаграми.
11. Показники ефективності моделі: надійність, доступність, SLA.
12. Основи **системного аналізу**: постановка проблеми, зацікавлені сторони, критерії.
13. Багатокритеріальна оптимізація: нормування, ваги, компроміси.
14. **Метод аналізу ієрархій (МАІ)**: побудова, узгодженість.
15. Дерева рішень: очікувана корисність, чутливісний аналіз.
16. Етапи і правила оформлення звіту про моделювання. :contentReferenceoaicite:20

## 11. Навчально‑методичне забезпечення

**Основна література**

1. Ніколюк П. К. *Моделювання систем* : навч. посіб. Вінниця: ДонНУ, 2023. 228 с. :contentReferenceoaicite:21
2. Настенко Є.А. та ін. *Методи моделювання складних систем і процесів* : навч. посіб. К.: КПІ ім. І. Сікорського, 2022. 144 с. (електронний доступ). :contentReferenceoaicite:22
3. Міца О.В., Лавер В.О. *Системний аналіз* : навч.-метод. посіб. Ужгород, 2021. 63 с. (електронний доступ). :contentReferenceoaicite:23

**Додаткова література й ресурси**

1. Melnychenko O. et al. *Intelligent integrated system for fruit detection…* Sensors, 2024. (приклад застосування ML‑моделей та експериментальних досліджень). :contentReferenceoaicite:24
2. *GNU Octave Manual* (актуальна онлайн‑документація). :contentReferenceoaicite:25
3. *System design cheatsheet* (конспект ідей системного проєктування). :contentReferenceoaicite:26
4. Модульне середовище: https://msn.khmnu.edu.ua/; Е‑бібліотека: http://library.khmnu.edu.ua/. :contentReferenceoaicite:27

## 12. Матеріально‑технічне та програмне забезпечення

* **Апаратне забезпечення:** ПК, мультимедійний проєктор, доступ до Інтернет.
* **Програмне забезпечення:** GNU Octave / Python (для імітаційних та статистичних обчислень), офісні пакети, веб‑браузер. (Набір інструментів відповідає рекомендованим ресурсам курсу.) :contentReferenceoaicite:28

## 13. Рекомендована література

**Основна**

1. Ніколюк П. К. *Моделювання систем*. Вінниця: ДонНУ, 2023. 228 с. :contentReferenceoaicite:29
2. Настенко Є.А. та ін. *Методи моделювання складних систем і процесів*. К.: КПІ ім. І. Сікорського, 2022. 144 с. (електронний доступ). :contentReferenceoaicite:30
3. Міца О.В., Лавер В.О. *Системний аналіз*. Ужгород, 2021. 63 с. (електронний доступ). :contentReferenceoaicite:31

**Додаткова**

1. Melnychenko O. та ін. Sensors, 2024 (приклад побудови та оцінювання моделей). :contentReferenceoaicite:32
2. *GNU Octave Manual*. :contentReferenceoaicite:33

## 14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання: https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=[ID\_КУРСУ]. :contentReferenceoaicite:34
2. Електронна бібліотека університету: http://library.khmnu.edu.ua/. :contentReferenceoaicite:35
3. Репозитарій ХНУ: https://library.khmnu.edu.ua/#. :contentReferenceoaicite:36

## МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТА СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ *(Силабус для опису дисципліни)*

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип дисципліни** | **Обов’язкова (ОПП.12)** |
| **Рівень вищої освіти** | **Перший (бакалаврський)** |
| **Мова викладання** | Українська |
| **Семестр** | **Третій (3)** |
| **Кількість кредитів ЄКТС** | **5,0** |
| **Форми здобуття освіти** | **Очна (денна)** |

**Результати навчання.** **Після вивчення дисципліни студент повинен уміти**: пояснювати класи та властивості моделей; будувати дискретно‑подійні, агентні та системно‑динамічні моделі; моделювати **СМО** та оцінювати показники; планувати та проводити обчислювальні експерименти; застосовувати методи **системного аналізу** і **багатокритеріального прийняття рішень** для підтримки рішень; інтерпретувати результати з урахуванням невизначеності й ризиків (відповідність **ПРН07, ПРН08**). :contentReferenceoaicite:37

**Зміст навчальної дисципліни.** **Вступ до моделювання; класи й властивості моделей; імовірнісне й імітаційне моделювання; моделі СМО; моделювання виробничих та комп’ютерних систем; основи системного аналізу; багатокритеріальні методи підтримки рішень.** :contentReferenceoaicite:38

**Пререквізити:** **Вища математика; Дискретна математика; Теорія ймовірностей та математична статистика; Алгоритмізація та програмування.** :contentReferenceoaicite:39

**Кореквізити:** **Теорія алгоритмів; Інтелектуальний аналіз даних; Об’єктно‑орієнтоване проєктування.** :contentReferenceoaicite:40

**Запланована навчальна діяльність:** **Лекції — 34 год.; лабораторні — 34 год.; СРС — 82 год.; разом — 150 год.** :contentReferenceoaicite:41

**Форми (методи) навчання:** **лекції** (візуалізація, проблемне й інтерактивне навчання); **лабораторні** (інструктування, демонстрування, аналіз кейсів); **самостійна робота** (теорія, ІДЗ, підсумковий контроль). :contentReferenceoaicite:42

**Форми оцінювання результатів навчання:** **захист лабораторних робіт; тестування; контрольна робота; іспит.** :contentReferenceoaicite:43

**Вид семестрового контролю:** **іспит — 3 семестр.** :contentReferenceoaicite:44

**Навчальні ресурси:**  
1) Ніколюк П. К. *Моделювання систем*, 2023; 2) Настенко Є.А. та ін. *Методи моделювання складних систем і процесів*, 2022; 3) Міца О.В., Лавер В.О. *Системний аналіз*, 2021; 4) Модульне середовище ХНУ; 5) Е‑бібліотека університету. :contentReferenceoaicite:45

**Викладачі:** **доктор філософії, ст. викл. Павло Радюк; доц., к.ф.-м.н. Віталій Міхалевський; асистент Леонід Вознюк.** :contentReferenceoaicite:46