



**Розробники:**

Машкіна Ірина Вікторівна доцент, кандидат технічних наук.

**Викладачі:**

Машкіна Ірина Вікторівна доцент, кандидат технічних наук.


**Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук**

протокол від 01.09.2022 р. № 1

Завідувач кафедри  Ірина МАШКІНА

**Робочу програму погоджено з керівником освітньої програми 122.00.01 Інформатика**

01.09. 2022 р.

Керівник освітньої програми  Ірина МАШКІНА

**Робочу програму перевірено**

\_\_ . \_\_ . 2022р.

Заступник директора/декана  Євген ІВАНІЧЕНКО

**Пролонговано:**

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (підпис) ( \_\_\_\_\_ (ПІБ) ), « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (підпис) ( \_\_\_\_\_ (ПІБ) ), « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (підпис) ( \_\_\_\_\_ (ПІБ) ), « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (підпис) ( \_\_\_\_\_ (ПІБ) ), « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання
	денна
Вид дисципліни	обов'язкова
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Загальний обсяг кредитів / годин	5/150
Курс	3
Семестр	5
Кількість змістових модулів з розподілом:	3
Обсяг кредитів	5
Обсяг годин, в тому числі:	150
Аудиторні	70
Модульний контроль	10
Семестровий контроль	30
Самостійна робота	40
Форма семестрового контролю	екзамен

### 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робоча навчальна програма з курсу «Моделювання систем і процесів» є нормативним документом Київського університету імені Бориса Грінченка, який розроблено кафедрою комп'ютерних наук на основі освітньо-професійної програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня відповідно до навчального плану спеціальності 122 (комп'ютерні науки)

Програма визначає обсяги знань, якими повинен опанувати здобувач відповідно до алгоритму вивчення навчального матеріалу дисципліни «Моделювання систем і процесів» та необхідне методичне забезпечення, складові і технологію оцінювання навчальних досягнень студентів.

Навчальна дисципліна «Моделювання систем і процесів» складається з трьох змістових модулів: Основні концепції і формальні підходи до моделювання, Базові моделі процесів і систем, Імітаційне моделювання. Обсяг дисципліни – 150 год (5 кредитів).

Метою курсу є вивчення теоретичних принципів моделювання процесів і систем різної природи та набуття практичних навичок використання сучасних технологій моделювання.

Завдання:

– вивчення основних концепцій моделювання процесів систем та ознайомлення з особливостями різних методів моделювання;

– вивчення формального апарату математичних моделей дискретних систем;

– освоєння базових засобів чисельного моделювання випадкових процесів;

– вивчення головних концепцій імітаційного моделювання;

– освоєння практичних навичок використання різних парадигм моделювання.

Основними завданнями вивчення дисципліни є надання студентам необхідних знань та практичних навичок з моделювання та набуття **наступних компетентностей**:

#### 1) Загальні компетентності

ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК-2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК-6 Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; до критичної оцінки отриманої інформації, використання логіки і раціональних міркувань.

ЗК-11 Здатність приймати обґрунтовані рішення й обґрунтовувати запропоновані рішення на сучасному науково-технічному й професійному рівні

ЗК-12 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт, представляти результати роботи.

ЗК-15 Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань

про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя

## **2) Фахові компетентності**

СК-3 Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення та 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.

СК-4 Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі та алгоритми

чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язання професійних задач.

СК-5 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.

СК-6 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 ризики.

СК-7 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.

СК-15 Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.

## **3. Результати навчання за дисципліною**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен досягти наступних програмних результатів навчання:

ПР-1 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;

ПР-7 розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування;

ПР-8 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;

ПР-14 застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем,

методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	У сь ог о	Розподіл годин		
		Аудиторні		с.р.
		лк	пр	
<b>Змістовий модуль 1. Основні концепції і формальні підходи до моделювання.</b>				
Тема 1. Визначення понять система та модель. Формулювання завдання моделювання.	6	2	2	2
Тема 2. Методи моделювання.	8	2	2	4
Тема 3 Класифікація моделей. Основні етапи моделювання	6	2	2	2
Тема 4. Класифікація об'єктів моделювання. Обчислювальні експерименти. Тріада «модель-алгоритм-програма».	10	2	4	4
Модульний контроль 1.	2			
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
<b>Змістовий модуль 2. Базові моделі процесів і систем</b>				
Тема 5. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Постановка задачі ідентифікації, основні етапи її рішення та їх взаємозв'язок..	8	2	4	2
Тема 6. Поняття адекватності, чутливості та несуперечливості моделі, формальні способи їх перевірки.	10	2	4	4
Тема 7 Поняття імовірнісного моделювання. Метод Монте-Карло. Моделювання випадкових процесів. Генератори псевдовипадкових чисел. Моделювання випадкових процесів.	12	4	4	4
Тема 8 Типові математичні схеми моделей. Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми), дискретно-детерміновані моделі (F-схеми), дискретно-стохастичні моделі (P-схеми), неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми), узагальнені моделі (A-схеми).	12	2	4	4
Модульний контроль 2.	4			
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>14</b>
<b>Змістовий модуль 3. Імітаційне моделювання</b>				
Тема 9. Основні поняття та класифікація систем масового обслуговування.	6	2	2	2
Тема 10. Параметри та характеристики систем та мереж масового обслуговування. Аналітичне та чисельне моделювання СМО	10	4	4	2
Тема 11 Практичне використання засобів імітаційного моделювання	14	2	6	4
Тема 12. Засоби підтримки експериментів імітаційного моделювання	14	2	4	6
Модульний контроль 3.	4			
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>14</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>40</b>

## 5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 Основні концепції і формальні підходи до моделювання.

Тема 1. Види моделювання. Загальні принципи теорії моделювання. Класифікація моделей. Основні етапи моделювання

Поняття моделювання. Визначення моделі. Визначення моделювання. Поняття математичного моделювання. Тріада «модель-алгоритм-програма». Обчислювальні експерименти. Формальна класифікація моделей. Класифікація за способом представлення об'єкту. Класифікація об'єктів моделювання.

Змістовий модуль 2. Базові моделі процесів і систем

Тема 2. Елементарні математичні моделі Побудова моделі. Підготовка вхідних даних. Розробка математичної моделі. Розробка алгоритмів та вибір чисельних методів для розв'язання задачі за побудованою моделлю. Статистичне моделювання. Методи генерування випадкових величин Типові математичні схеми моделей. Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми), дискретно-детерміновані моделі (F-схеми), дискретно-стохастичні моделі (P-схеми), неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми), узагальнені моделі (A-схеми)

Змістовий модуль 3. Імітаційне моделювання

Тема 3. . Основні етапи імітаційного моделювання Побудова концептуальної моделі. Визначення та аналіз завдання дослідження, методологія виконання дослідження об'єкта моделювання. Оцінка необхідних ресурсів, встановлення вимог до інформації, опис важливих для подальшого моделювання підсистем та елементів. Логічні структурні схеми імітаційних моделей. Реалізація імітаційних моделей. Засоби підтримки експериментів імітаційного моделювання

## 6. Контроль навчальних досягнень

### 6.1. Система оцінювання навчальних досягнень студентів

#### Розрахунок рейтингових балів за видами поточного (модульного) контролю

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Кільк. одиниць до розрахунку	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	4	4	4	4	4	4
2	Відвідування практичних занять	1	5	5	8	8	8	8
3	Виконання завдань для самостійної роботи	5	1	5	1	5	1	5
4	Робота на практичних заняттях	10	5	50	8	80	8	80
8	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	2	50	2	50
	Макс. кількість балів за видами поточного контролю	<b>383</b>		<b>89</b>		<b>147</b>		<b>147</b>
	<b>Максимальна кількість балів</b>		Максимальна кількість балів: 60 (екзамен 40 балів)					
	<b>Розрахунок коефіцієнта:</b>		<b>60/383 = 0,16</b>					

## 6.2. Завдання для самостійної роботи та критерії її оцінювання

В рамках самостійної роботи передбачено написання коротких рефератів на тему кожного із змістових модулів (див. розділи 4,5 Програми), яка не була розкрита в рамках навчальних занять. Тему студент обирає сам та узгоджує з викладачем.

Кількість балів за самостійну роботу залежить від дотримання таких вимог:

- своєчасність виконання завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- самостійність виконання;
- творчий підхід у виконанні завдань

## 6.3. Форми проведення модульного контролю та критерії оцінювання.

№ з/п	Модульний контроль	Бали
1	Модульний контроль 1 (тест)	25
2	Модульний контроль 2 (тест)+практичне завдання	50
3	Модульний контроль 3 (тест)+практичне завдання	50

22-25 балів заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, виконав завдання всіх трьох рівнів.

13-21 балів заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою, виконав завдання 1-2 рівнів та частково деякі завдання третього рівнів.

До 13 балів заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмного матеріалу, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою, виконав завдання першого рівня.

## 6.4. Форми проведення семестрового контролю та критерії оцінювання

Семестровий контроль – іспит (тест), максимальна оцінка – 40 балів.

Тест для кожного студента містить два типи завдань: із вибором правильної відповіді (10 завдань) та з відкритою відповіддю (2 завдання). Завдання оцінюються за шкалою:

тестові завдання з відкритою відповіддю – по 5 балів за кожне завдання;

тестові завдання із вибором правильної відповіді – по 3 балів за кожне завдання.

Підсумкова оцінка за дисципліну може бути підвищена від 1 до 5 балів як заохочення за участь у конференціях, наукових гуртках, олімпіадах, за створення програмного забезпечення для виконання завдань з дисципліни тощо.

Орієнтовний перелік питань та задач для семестрового контролю

1. Причини, за якими моделювання має велике значення. (Складність, масштаб систем і можливості сучасних комп'ютерів і технологій)
2. Зв'язок моделювання з системним аналізом.
3. Класифікація систем та процесів.
4. Особливості математичних моделей.
5. Особливості чисельного підходу до моделювання.
6. Визначення поняття «модель». Чи можна моделювати системи, що не існують.
7. Класифікація моделей та методів моделювання.
8. Етапи розробки моделей.
9. Визначення та особливості імітаційного моделювання.

10. СМО – визначення та складові частини.
11. Характеристики потоку заявок і дисципліни обслуговування.
12. Типи СМО згідно з символікою Кендала.
13. Характеристики СМО з однорідним і неоднорідним потоком заявок.
14. Три основних підхода до моделювання, що використовуються в Anylogic.
15. Роль випадкового фактора в моделюванні. Методи генерування випадкових чисел.
16. Закони розподілу випадкових величин.
17. Дискретно-подієве моделювання в AnyLogic на прикладі простої моделі.
18. Ресурсно-орієнтоване моделювання на простому прикладі.
19. Моделі системної динаміки – теоретичний опис на прикладі.
20. Практичний приклад використання бібліотеки системної динаміки.
21. Агентний підхід – теоретичний опис.
22. Практичний приклад використання агентного підходу.
23. Діаграми станів агентів.
24. Візуальні засоби спостереження та керування моделлю.
25. Засоби підтримки експериментів, що підтримуються в Anylogic.
26. Вбудовані простори і мережі агентів в Anylogic

### 6.5. Шкала відповідності оцінок

Оцінка за стобальною шкалою	Рейтингова оцінка	Значення оцінки
90-100	A	<i>Відмінно</i> – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з можливими незначними недоліками
82-89	B	<i>Дуже добре</i> – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих грубих помилок
75-81	C	<i>Добре</i> – загалом добрий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з незначною кількістю помилок
69-74	D	<i>Задовільно</i> – посередній рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
60-68	E	<i>Достатньо</i> – мінімально допустимий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу
35-59	FX	<i>Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену</i> – незадовільний рівень знань
1-34	F	<i>Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу</i> – низький рівень знань



## 6. Навчально-методична картка дисципліни

Разом: 150 год., із них: лекції – 28 год., практичні заняття – 42 год., самостійна робота – 40 год., модульний контроль – 10 , семестровий контроль – 30 год

Модулі	Назва модуля	Теми лекцій	Теми лабораторних робіт	Самостійна робота	Види поточного контролю	Підсумковий контроль
Змістовний модуль 1	Основні концепції і формальні підходи до моделювання	Тема 1. Визначення понять система та модель. Формулювання завдання моделювання.(1 бал) Тема 2. Методи моделювання.(1 бал) Тема 3 Класифікація моделей. Основні етапи моделювання(1 бал) Тема 4. Класифікація об'єктів моделювання. Обчислювальні експерименти. Тріада «модель-алгоритм-програма». (1 бал)	Визначення понять система та модель. Формулювання завдання моделювання.(11 балів) Методи моделювання.(11 балів) Класифікація моделей. Основні етапи моделювання(11 балів) Класифікація об'єктів моделювання.. Обчислювальні експерименти.(22 бали)	5 балів	Модульна контрольна робота 1 (25 балів)	ЕКЗАМЕН (40 балів)
Змістовний модуль 2	Базові моделі процесів і систем	Тема 5. Ідентифікація параметрів математичної моделі.. Тема 6. Поняття адекватності, чутливості та несуперечливості моделі, формальні способи їх перевірки. Тема 7 Поняття імовірнісного моделювання.. Тема 8 Типові математичні схеми моделей.	Постановка задачі ідентифікації, основні етапи її рішення та їх взаємозв'язок .(22 бали) Поняття адекватності, чутливості та несуперечливості моделі, формальні способи їх перевірки .(22 бали) Метод Монте-Карло. Моделювання випадкових процесів. Генератори псевдовипадкових чисел .(22 бали) Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми), дискретно-детерміновані моделі (F-схеми), дискретно-стохастичні моделі (P-схеми), неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми), узагальнені моделі (A-схеми).(22 бали)	5 балів	Модульна контрольна робота 2 (5 балів)	
Змістовний модуль 3	Імітаційне моделювання	Тема 9. Основні поняття та класифікація систем масового обслуговування. Тема 10. Параметри та характеристики систем та мереж масового обслуговування. Тема 11 Практичне використання засобів імітаційного моделювання Тема 12. Засоби підтримки експериментів імітаційного моделювання	Класифікація систем масового обслуговування (11 балів) Аналітичне та чисельне моделювання СМО .(22 бали) Практичне використання засобів імітаційного моделювання.(33 бали) Засоби підтримки експериментів імітаційного моделювання.(22 бали)	5 балів	Модульна контрольна робота 3 (50 балів)	

## **7. Рекомендовані джерела**

### **Базова**

1. 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.
2. Arash Mahdavi The Art of Process-Centric Modeling with AnyLogic - The AnyLogic Company Режим доступу: <https://www.anylogic.com/resources/books/the-art-of-process-centric-modeling-with-anylogic/>
3. Моделювання та оптимізація систем: підручник / Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В. –Вінниця : ПП «ТД«Еднелъвейс», 2017. – 804 с.

### **Допоміжна та інформаційні ресурси**

1. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 307 с.
2. <https://www.anylogic.com/> середовище імітаційного моделювання
3. <https://www.maplesoft.com/> програмне забезпечення для математичного моделювання