

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій (№ 302)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

 О. В. Малеева  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 29 » \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2023 р.

Освітня програма:

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 126 «Інформаційні системи та технології»  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Розподілені інформаційні системи»  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2023 рік**

Розробник: Федорович О.Є., зав. каф. 302, д.т.н., професор

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

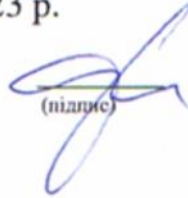
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

(назва кафедри)

Протокол № 659/09 від « 29» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

О.Є. Федорович

(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4,5	<p><b>Галузь знань</b> <u>12 «Інформаційні технології»</u> (шифр і найменування)</p> <p><b>Спеціальність</b> <u>126 «Інформаційні системи та технології»</u> (код і найменування)</p> <p><b>Освітня програма</b> <u>«Розподілені інформаційні системи»</u> (найменування)</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2023/2024
Індивідуальне завдання « <u>Методи моделювання процесів та систем</u> » (назва)		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 64/135		6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 5		<b>Лекції*</b>
		32 години
	<b>Практичні, семінарські*</b>	
	- годин	
	<b>Лабораторні*</b>	
	32 години	
	<b>Самостійна робота</b>	
	71 година	
	<b>Вид контролю</b>	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/71.

\* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета:** дати знання за основними напрямками математичного та програмного моделювання складних процесів та систем для завдань управління.

**Завдання:** вивчити методології, методи та алгоритми моделювання структур та динамічних аспектів функціонування складних систем.

### **Компетентності, які набуваються:**

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (КЗ1),
- Здатність спілкуватися іноземною мовою (КЗ4),
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (КЗ5),
- Здатність до пошуку, оброблення та узагальнення інформації з різних джерел (КЗ6),
- Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область (КС1),
- Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (ІоТ), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними (КС3),
- Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів (КС11),
- Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень (КС13),
- Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для розроблення систем управління, які працюють у реальному часі (аерокосмічні системи, системи управління критичними об'єктами тощо) (КС15).

### **Очікувані результати навчання:**

- Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій (ПР 2),
- Проводити системний аналіз об'єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях (ПР 4),
- Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій (ПР 7),
- Здійснювати системний аналіз архітектури підприємства та його ІТ-інфраструктури, проводити розроблення та вдосконалення її елементної бази і структури (ПР 9),

- Виконувати розробку програмних та апаратних засобів для створення розподілених інформаційних систем в аерокосмічній галузі та розподіленому виробництві складної техніки (автомобілебудування, суднобудування тощо) (ПР 12).

У результаті вивчення даного курсу здобувач вищої освіти повинен знати:

- основні постановки задач системного моделювання;
- основні етапи досліджень за допомогою моделювання складних систем;
- методи структуризації, формалізації й алгоритмізації функціонування систем;
- сучасні технології моделювання систем;
- методи системного імітаційного моделювання.

На підставі отриманих теоретичних знань здобувач вищої освіти повинен уміти:

- проводити дослідження систем, які створюються;
- вибирати методи і засоби моделювання;
- будувати системні моделі;
- складати моделюючі алгоритми;
- проводити інтерпретацію й аналіз результатів моделюючих експериментів;
- використовувати моделювання та комп'ютерні програми при системному дослідженні складних об'єктів;
- практично використовувати методологію моделювання систем при проектуванні комп'ютерних систем;
- застосовувати методи аналітичного та імітаційного моделювання для розрахунку основних характеристик комп'ютерних систем;
- практично володіти технологією програмного моделювання систем.

Крім того, здобувач вищої освіти повинен мати представлення:

- про основи створення моделюючих програм;
- про сферу застосування сучасного програмного моделювання у різних галузях промисловості;
- про перспективи розвитку методів та технології моделювання систем у найближчому майбутньому.

- Пререквізити**
- Моделі та методи дискретної математики (ОК3),
  - Вступ до спеціальності (ОК4),
  - Створення візуальних інтерфейсів (ОК7),
  - Структуризація інформації в управлінні (ОК8),
  - Вища математика (ОК11),
  - Веб-технології в розподілених інформаційних системах (ОК14),
  - Компонентна технологія проектування інформаційних систем (ОК15),
  - Тестування інформаційних систем (ОК16),

- (OK22),
- систем (OK23),
- Методи дослідження та оптимізації бізнес-рішень
  - Системне уявлення та інтеграція інформаційних систем
  - Мовні компетентності (іноземна мова) (BK1),
  - Математично-технічний блок на вибір (BK6),
  - Minor. Дисципліна 1 (BK8).

### **Кореквізити**

- Вступ до спеціальності (OK4),
- Створення візуальних інтерфейсів (OK7),
- Структуризація інформації в управлінні (OK8),
- Сучасні технології програмування (OK12),
- Мобільні та хмарні технології (OK13),
- Веб-технології в розподілених інформаційних системах (OK14),
- Компонентна технологія проектування інформаційних систем (OK15),
- Тестування інформаційних систем (OK16),
- Системне уявлення та інтеграція інформаційних систем (OK23),
- Моделювання процесів та систем (OK26),
- Бази даних та знань в інформаційних системах (OK27),
- Управління створенням програмних продуктів (OK28),
- Іноземна мова (OK9),
- Minor. Дисципліна 1 (BK8).

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Модуль 1.**

#### **Змістовий модуль 1. Основи теорії моделювання систем**

***Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Моделювання процесів та систем».***

Предмет, об'єкт, мета і задачі вивчення дисципліни. Місце і роль курсу в системі дисциплін спеціальності 122. Основні тенденції розвитку моделювання систем.

(Набуття компетентностей: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (К31)).

#### ***Тема 2. Основні поняття теорії моделювання процесів та систем***

Надаються основи побудови і використання моделей складних систем. Визначається роль і значення системного моделювання для задач проектування та аналізу складних систем. Місце дисципліни в навчальному плані.

(Набуття компетентностей: Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (К35)).

### ***Тема 3 Основи моделювання процесів та систем. Класифікація моделей складних систем***

Надаються основні поняття та визначення, основна термінологія. Розглядаються напрямки, цілі і задачі моделювання, класифікація моделей по ступені складності, структура моделей, об'єктів, моделі системи і її зовнішнього середовища. Види моделей і їхні особливості (лінгвістичні, математичні, програмні, імітаційні, натурні, фізичні). Дається класифікація моделей (детерміновані, імовірнісні, дискретні, неперервні, комбіновані), технологій моделювання. Визначаються стадії й етапи моделювання. Декомпозиція об'єкта дослідження, виділення аспектів моделювання. Фактори, параметри, характеристики і критерії в моделюванні.

(Набуття компетентностей: Здатність до пошуку, оброблення та узагальнення інформації з різних джерел (КЗ6)).

#### ***Тема 4. Імітаційне моделювання складних процесів та систем***

Основні поняття імітаційного моделювання. Доцільність використання імітаційного моделювання. Методи проектування імітаційних моделей. Формалізація постановки задачі імітаційного моделювання. Засоби реалізації імітаційної моделі.

(Набуття компетентностей: Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів (КС11)).

#### ***Тема 5. Програмне забезпечення імітаційного моделювання***

Принципи побудова мов імітаційного моделювання. Орієнтація на події, процеси, активності, пасивності. Керування процесом моделювання. Спискові структури моделювання. Планування моделювання.

(Набуття компетентностей: Здатність спілкуватися іноземною мовою (КЗ4)).

#### ***Тема 6. Системи імітаційного моделювання***

Загально-цільова система моделювання GPSS. Моделювання простих та багатоканальних пристроїв. Подійна система SMPL. Системи SIMSCRIT, Taylor, Simple, Simulink. Приклади моделювання. Методи штучного інтелекту в імітаційному моделюванні.

(Набуття компетентностей: Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для розроблення систем управління, які працюють у реальному часі (аерокосмічні системи, системи управління критичними об'єктами тощо) (КС15)).

### **Модульний контроль**

## **Модуль 2.**

### **Змістовий модуль 2. Системи моделювання**

#### ***Тема 1. Моделювання за допомогою мереж Петрі***

Прості мережі. Умови збудження переходів, маркери. Складні моделі мереж Петрі. Логічні умови, синхронізація. Розглядаються приклади моделювання за допомогою мереж Петрі.

(Набуття компетентностей: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (КС1)).

### ***Тема 2. Планування та проведення експериментів з моделями***

Особливості планування експериментів з моделями складних систем. Найпростіші плани експериментів. Факторний план. Повний факторний експеримент. Дворівневий факторний план. Пошук екстремальних значень на поверхні відгуку.

(Набуття компетентностей: Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень (КС13)).

### ***Тема 3. Сучасні системи моделювання***

Історія розвитку імітаційного моделювання. Розвиток технології імітаційного моделювання в Україні. Сучасний етап розвитку імітаційного моделювання. Використання веб-технологій в імітаційному моделюванні. Архітектура високого рівня.

(Набуття компетентностей: . Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область (КС1)).

### ***Тема 4. Моделювання в різних предметних галузях***

Моделювання: виробничих процесів; розподілу ресурсів процесів обслуговування; керування проектами. Імітаційне моделювання комп'ютерних систем та мереж.

(Набуття компетентностей: Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними (КС3)).

## **Модульний контроль**



#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Основи теорії моделювання систем.</b>					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Моделювання процесів та систем»	2	2	-	-	-
Тема 2. Основні поняття теорії моделювання процесів та систем	8	2	-	6	-
Тема 3. Основи моделювання процесів та систем. Класифікація моделей складних систем	16	2	-	6	8
Тема 4. Імітаційне моделювання складних систем	14	2	-	6	6
Тема 5. Програмне забезпечення імітаційного моделювання	10	2	-	-	8
Тема 6. Системи імітаційного моделювання	20	4	-	8	8
<b>Модульний контроль</b>	2	2	-	-	-
<b>Усього годин</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>30</b>
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовий модуль 2. Системи моделювання</b>					
Тема 1. Моделювання за допомогою мереж Петрі	14	4	-	-	10
Тема 2. Планування та проведення експериментів з моделями	13	4	-	-	9
Тема 3. Сучасні системи моделювання	14	2	-	-	12
Тема 4. Моделювання в різних предметних галузях	20	4	-	6	10
<b>Модульний контроль</b>	2	2	-	-	-
<b>Усього годин</b>	<b>63</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>41</b>
<b>Усього годин з дисципліни</b>	<b>135</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>71</b>

#### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

#### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

## 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження динаміки функціонування складних процесів та систем	6
2	Імітаційне моделювання процесів функціонування та управління складних систем	6
3	Об'єктно-орієнтоване моделювання складних динамічних систем	6
4	Вивчення загальноцільової системи імітаційного моделювання GPSS	8
5	Моделювання вантажопотоків у розподілених технологічних комплексах	6
	Разом	<b>32</b>

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання за допомогою системної динаміки	8
2	Моделювання за допомогою систем масового обслуговування	6
3	Типи моделей систем масового обслуговування	8
4	Моделювання за допомогою мереж систем масового обслуговування	8
5	Статистична обробка результатів моделювання	10
6	Програмні генератори імітаційних моделей	9
7	Програмні мови для виконання завдань моделювання процесів та систем	12
8	Оцінювання точності результатів моделювання	10
	Разом	<b>71</b>

## 9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

## 10. Методи навчання

Проведення лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації з питань нового матеріалу, самостійна робота здобувачів вищої освіти.

## 11. Методи контролю

Здача лабораторних робіт, модульний контроль, іспит.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1. Розподіл балів, які отримують здобувачів вищої освіти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	3	0...30
Модульний контроль	0...15	1	0...15
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	3	0...30
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Виконання і захист РР	0...10	1	0...10
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

**Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача вищої освіти від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.**

Білет для іспиту складається з 3 теоретичних запитань. За повну правильну відповідь на два перших запитання здобувач вищої освіти отримує по 30 балів. За повну правильну відповідь на останнє запитання – 40 балів.

#### 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основи моделювання складних процесів та систем;
- основні поняття моделювання складних процесів та систем;
- методи структуризації складних систем;
- основні етапи моделювання процесів та систем;
- основні технології моделювання процесів та систем;
- методи програмного та імітаційного моделювання процесів та систем.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- практично використовувати моделювання систем при створенні інформаційних систем;
- застосовувати методи моделювання процесів та систем для розрахунку характеристик складних процесів та систем;
- проводити експерименти та аналізувати моделювання процесів та систем.

#### 12.3 Критерії оцінювання роботи здобувач вищої освіти протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти виконувати завдання з моделювання процесів та систем. Знати основи моделювання процесів та систем. Знати основні етапи моделювання. Знати технологію програмного моделювання.

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум знань, виконувати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти пояснювати інструменти моделювання складних процесів та систем. Знати принципи побудови програмних моделей імітаційного моделювання для аналізу складних процесів та систем.

**Відмінно (90-100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології моделювання

процесів та систем та вміти використовувати їх на практиці. Знати основи моделювання при створенні програмних моделей складних процесів та систем. Самостійно ставити завдання та виконувати дослідження за допомогою моделювання процесів та систем. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Федорович О.Є. Логістичні моделі управління виробництвом: моногр. / О.Є. Федорович, О.М. Замірець, А.В. Попов. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – 218с.

2. Моделі аналізу розподілених технологічних комплексів / О.Є. Федорович, К.О. Западня, Т.Ф. Прокопенко. – Харков: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 65с.

3. Моделі інформаційної підтримки організаційних структур управління / О.Є. Федорович, В.О. Попов, Н.В. Єременко, Є.Ю. Синєбрюхова. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2013. – 128 с.

4. Математичні методи та моделі аналізу інформаційних систем / О.В. Малєєва, А.А. Філатова. – Навч. Посіб. по лаб. практикуму. – Харков: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2007. – 44с.

5. Системні моделі аналізу складних систем та процесів / В.А. Попов, Н.В. Єременко, С.В. Сергєєв, Ю.І. Сергєєва. – Харков: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2014. – 89с.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Томашевський, В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 352 с.

2. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях : підручник з грифон МОН України / Бутко, М.П., Бутко, І.М., Дітковська, М.Ю., Мурашко, М.І., Олійченко, І.М., Оліференко, Л.Д. – К. : Видавництво «Україна», 2018. – 360 с.

3. Зеленський, К.Б. Комп'ютерне моделювання систем : навч. посіб. – К. Видавництво 2Україна», 2014. – 278 с.

4. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів : навч. посіб. / Ляшенко, І.М., Коробова, М.В., Столяр, А.М. – К. : Видавництво «Богдан», 2019. – 304 с.

5. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів : навч. посіб. / Томашевський, О.М.. Цислик, Г.Г., Вітер, МБ., Дубук, В.І. – К. : Центр учбової літератури, 2012. – 237 с.

6. Полляк, Ю. Г. Вірогідносте моделювання. – К., 1971. – 400 с.

7. Моделювання складних систем. Ч. 1 / О.В. Прохоров, А.С. Садовничий. – Навч. посіб. по лабораторному практикуму. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2003. – 63 с.

8. Моделі аналізу розподілених технологічних комплексів / О.Є. Федорович, К.О. Западня, Т.Ф. Прокопенко. – Навч. посіб. по лабораторному практикуму. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 65 с.

#### Допоміжна

1. Моделювання систем у середовищу MATLAB : навч. посіб. / Забара, С.С., Гагирін, О.О., Кузьменко, І.М., Щербашин, Ю.Д. – К. : Центр учбової літератури, 2011. – 137 с.
2. Вовк, Л.В. Математичний інструментарій моделювання економічних процесів : навч. посіб. – К. : Видавництво «Ліра-К», 2019. – 252 с.
3. Формальчик, Є.Ю. Моделювання транспортних потоків : навч. посіб. – Львів : Видавництво «Львівська політехніка», 2020. – 218 с.
4. Філяшкін, М.К. Програма забезпечення моделювання систем цивільної авіації : навч. посіб. – К. : Видавництво «НАУ», 2017. – 244 с.
5. Додонов, О.Г. Мережеві організаційні структури управління моделювання та візуалізація : навч. посіб./ Додонов, О.Г., Кузьмичов, А.І. – К. : Центр учбової літератури, 2021. – 217 с.
6. Клейнрок, Л. Теорія масового обслуговування: пер. с англ. – К.: Машинобудування, 1979. – 432 с.
7. Костін, А.Є. Принципи моделювання складних дискретних систем. – К., 1983.
8. Котов, В.Є. Мережі Петрі. – К.: Наука, 1984. – 160 с.
9. Технологія системного моделювання / Під ред. С.В. Ємельянова та інш. – К.: Машинобудування; Берлін: Технік, 1988. – 520 с.
10. Філіппс Д., Гарсія-Діас А. Методи аналізу мереж: Пер. с англ./Під ред. Б.Г. Сушкова. – К., 1984. – 496 с.
11. Гаврилова, Т.А. Онтологічний підхід до управління знаннями при розробці корпоративних інформаційних систем // Новини штучного інтелекту. – №2, 2003. – С. 24-30.

## 12. Інформаційні ресурси

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 – Режим доступу: [http://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/MOCS\\_Kachanov\\_posobie.pdf](http://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/MOCS_Kachanov_posobie.pdf)
2. Советов, Б.Я. Моделювання систем: підручник для студентів онлайн [Електронний ресурс] / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев; info{at}stud.com.ua. – Режим доступу: [https://stud.com.ua/86666/informatika/modelyuvannya\\_sistem](https://stud.com.ua/86666/informatika/modelyuvannya_sistem)
3. Томашевський, В.М. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс] / Державний університет телекомунікацій – Режим доступу [http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka\\_trudy/Tomashevsky\\_Model.system\\_2005.pdf](http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/Tomashevsky_Model.system_2005.pdf)
4. Моделювання систем: методичні матеріали щодо змісту та організації самостійної роботи студентів [Електронний ресурс] / КНЕУ – Режим доступу: [https://kneu.edu.ua/ua/depts9/k\\_ekon\\_matematychn\\_modeljuvannja/Designing\\_systems/](https://kneu.edu.ua/ua/depts9/k_ekon_matematychn_modeljuvannja/Designing_systems/)
5. Поняття про моделювання систем, класифікації підходів і методів моделювання: підручник для студентів онлайн [Електронний ресурс] / Підручники для студентів онлайн (info{at}stud.com.ua) – Режим доступу: [https://stud.com.ua/24997/menedzhment/ponyattya\\_modelyuvannya\\_sistem\\_klasifikatsiyi\\_pidhodiv\\_metodiv\\_modelyuvannya](https://stud.com.ua/24997/menedzhment/ponyattya_modelyuvannya_sistem_klasifikatsiyi_pidhodiv_metodiv_modelyuvannya)