

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Кафедра системного аналізу та обчислювальної математики  
(найменування кафедри)

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Моделювання складних систем**

(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: Інтелектуальні технології та прийняття рішень в складних системах  
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 124 – Системний аналіз

(найменування спеціальності)

Галузь знань: 12 – Інформаційні технології

(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: бакалаврський

(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри  
СА та ОМ

(найменування кафедри)

Протокол № 18 від 16.08.2021 р.

м. Запоріжжя 2021

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	<i>Моделювання складних систем</i>
<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Перший (бакалаврський) рівень</i>
<b>Викладач</b>	<i>Подковаліхіна Олена Олександрівна, к.ф.-м.н., доцент</i>
<b>Контактна інформація викладача</b>	<i>Телефон кафедри 769-8247, електронна пошта викладача <a href="mailto:erodkovalihina@gmail.com">erodkovalihina@gmail.com</a></i>
<b>Час і місце проведення навчальної дисципліни</b>	<i>Предметна аудиторія, комп'ютерні класи згідно розкладу занять</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>4,5 кредитів / всього 135 годин, 30 годин лекцій, 14 годин лабораторних, 90 годин самостійної роботи, екзамен</i>
<b>Консультації</b>	<i>Згідно з графіком консультацій</i>
<b>2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни</b>	
<i>Пререквізити: програмування, математичні методи системного аналізу, аналіз даних та знань, теорія оптимальних рішень, чисельні методи, системний аналіз складних систем</i> <i>Постреквізити: переддипломна практики, виконання курсових і дипломних робіт.</i>	
<b>3. Характеристика навчальної дисципліни</b>	
<p><i>Фахівцям з системного аналізу важливо розвивати логічне мислення, використовувати методи системного моделювання під час проектування, дослідження та експлуатації складних систем, розробляти схеми моделюючих алгоритмів, проводити планування машинних експериментів, реалізовувати моделюючі алгоритми, виконувати обробку та аналіз результатів моделювання складних систем.</i></p> <p><i>Вивчення навчальної дисципліни спрямовано на формування у студента:</i></p> <p><b>Загальних компетентностей:</b></p> <p><i>K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;</i>  <i>K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;</i>  <i>K03. Здатність планувати і управляти часом;</i>  <i>K04. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;</i>  <i>K05. Здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово;</i>  <i>K07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;</i>  <i>K08. Здатність бути критичним і самокритичним;</i>  <i>K09. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації;</i>  <i>K10. Здатність працювати автономно;</i>  <i>K11. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);</i>  <i>K12. Здатність працювати в команді;</i>  <i>K14. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;</i></p> <p><b>Фахових компетентностей:</b></p> <p><i>K17. Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем;</i>  <i>K18. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів;</i>  <i>K19. Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів;</i>  <i>K22. Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних;</i>  <i>K23. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань;</i>  <i>K24. Здатність організувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення;</i></p>	

*К25. Здатність представляти математичні аргументи і висновки з них з ясністю і точністю і в таких формах, які підходять для аудиторії як усно так і в письмовій формі;  
К26. Здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження і аналізувати дані, отримані в них;*

**Очікуваних програмних результатів навчання:**

*ПР01. Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу;*

*ПР04. Знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь в частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики;*

*ПР06. Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів;*

*ПР07. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем;*

*ПР08. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій;*

*ПР09. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень;*

*ПР12. Застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу;*

*ПР13. Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах;*

*ПР15. Розуміти українську та іноземну мови на рівні, достатньому для обробки фахових інформаційно-літературних джерел, професійного усного і письмового спілкування, написання текстів за фаховою тематикою;*

*ПР18. Обирати ефективні методи та здійснювати формалізоване подання складних систем і процесів з метою побудови і дослідження відповідних моделей.*

**4. Мета вивчення навчальної дисципліни**

*Метою вивчення дисципліни «Моделювання складних систем» є вивчення методології і технології математичного комп'ютерного моделювання в процесі проектування, дослідження та експлуатації складних систем; набуття практичних навичок використання математичного моделювання в задачах аналізу і синтезу інформаційних систем і технологій.*

**5. Завдання вивчення дисципліни**

*Завданням вивчення навчальної дисципліни є теоретична та практична підготовка студентів з наступних питань: набуття студентами знань з основних розділів математики моделювання складних систем; створення моделей процесів функціонування складних систем; вибір та використання методів їх формалізації і алгоритмізації; використання сучасних програмно-технічних засобів обчислювальної техніки для реалізації моделей складних систем; аналіз та обробка результатів моделювання складних систем.*

**6. Зміст навчальної дисципліни**

*У навчальній дисципліні «Моделювання складних систем» розглядаються складні системи; математичні моделі; декомпозиція та агрегування.*

**7. План вивчення навчальної дисципліни**

<b>№ тижня</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Форми організації навчання</b>	<b>Кількість годин</b>
1,2	Поняття складної системи. Основні відмінні ознаки. Фактори, що діють на процес	Лекції, самостійна робота	22

	функціонування складної системи. Показники, що характеризують властивості складних систем. Задачі дослідження складних систем.		
3-12	<p>Основні етапи моделювання. Принцип системного підходу в моделюванні систем. Визначення мети моделювання. Поняття адекватності моделі.</p> <p>План проведення дослідження системи. Загальні підходи до побудови математичних моделей систем. Методика розробки та машинної реалізації моделей системи. Вимоги до моделі.</p> <p>Перший етап моделювання: постановка і аналіз задачі моделювання системи; вимоги до вихідної інформації та організації її збору; гіпотези і припущення; параметри і змінні моделі; основний зміст моделі; критерії оцінки ефективності; концептуальна модель системи і її достовірність. Алгоритмізація моделей систем і їх машинна реалізація. Принципи побудови моделюючих алгоритмів. Другий етап моделювання: логічна схема моделі; математичні співвідношення, достовірність моделі системи; вибір інструментальних засобів моделювання; план робіт з програмування; специфікація і побудова плану програми; верифікація та перевірка достовірності схеми програми; програмування; перевірка достовірності програми.</p> <p>Третій етап моделювання: планування машинного експерименту з моделлю; вимоги до обчислювальних засобів; робочі розрахунки; аналіз результатів моделювання; представлення результатів; інтерпретація результатів; підведення підсумків моделювання і видача рекомендацій.</p>	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	102
13-15	<p>Моделі систем як основа декомпозиції. Проблема повноти моделі. Алгоритмізація процесу декомпозиції. Компроміси між повнотою і простотою.</p> <p>Емерджентність. Внутрішня цілісність системи. Види агрегування.</p>	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота	10

### **8. Самостійна робота**

*Самостійна робота студентів передбачає ознайомлення з наступними темами:*

- *Співвідношення між системою та моделлю. Вимоги до моделей. Формальні методи побудови моделей. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання.*
- *Методи дослідження математичних моделей. Перевірка адекватності моделей*
- *Математичні моделі технологічних процесів та природних явищ*
- *Подання результатів моделювання. Методи прийняття рішень. Методи оптимізації та їх використання під час проектування. Прийняття рішень щодо удосконалення системи.*
- *Динамічні системи. Об'єктно-орієнтоване моделювання. Підходи до візуального моделювання складних динамічних систем.*

## 9. Система та критерії оцінювання курсу

В якості контрольного заходу з курсу «Моделювання складних систем» передбачено екзамен.

## 10. Політика курсу

Академічна доброчесність. Студенти не видають за свої результати роботи інших людей. При використанні чужих ідей і тверджень у власних роботах обов'язково посилаються на використані джерела інформації. Під час оцінювання результатів навчання не користуються недозволеними засобами, самостійно виконують навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю.

Відвідування занять. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. За згоди декана та викладача дозволяється перейти на індивідуальний графік занять. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених робочою програмою курсу.

## 11. Рекомендована література та методичне забезпечення

### Методичне забезпечення

1. Чисельний аналіз систем з розподіленими параметрами засобами MATLAB: навчальний посібник із завданнями до практичних та лабораторних робіт. Для студентів денної форми навчання спеціальності 6.040303 – Системний аналіз / Г.В. Корніч, Н.І. Біла, О.І. Денисенко, О.О. Подковаліхіна – Запоріжжя: Кругозір, 2015. – 128 с.

### Рекомендована література

#### Базова

1. Пинчук В.П., Подковаліхіна Е.А. Объектно-ориентированная модель системы терморегулирования / Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 12 Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2010, 25-29 травня. – м. Київ, 2010. – С. 141.

2. Пинчук В.П., Подковаліхіна Е.А. Объектно-ориентированный подход для построения моделей сложных систем / Радиоэлектроника, информатика, управління. – 2011. – №2. – С. 76-81 (фахове видання)

3. Денисенко О.І., Подковаліхіна О.О. Моделювання теплоізоляційних властивостей двокамерних склопакетів / Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2014, 26-30 травня. – м. Київ, 2014. – С. 82.

4. Денисенко О.І., Подковаліхіна О.О. Оптимізація параметрів об'єктно-орієнтованих моделей динамічних систем / Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2014, 26-30 травня. – м. Київ, 2014. – С. 144.

5. Подковаліхіна О.О., Бахрушин В.Є, Логвіненко В.О. Задача розподілу інвестицій в умовах статистичної невизначеності – Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 2 (121). – Дніпро, 2019. – С. 56–63 (Фахове видання).

6. Дудник І.М. Вступ до загальної теорії систем: Навчальний посібник/ І. М. Дудник. - К.: Кондор, 2009. - 205 с.

7. Дубовой В.М. Моделювання та оптимізація систем: підручник / [Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] – Вінниця: ПП «ТД «Еднльвейс», 2017. – 804 с. <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2001/p2455>

9. Томашевський В.М. Моделювання систем: Підручник/ В.М. Томашевський. - К.: Видавнича група ВНУ, 2005. - 352 с. - (Інформатика: За заг. ред. академіка НАН України М.З. Згуровського).

#### Допоміжна

1. Дудар З.В. Моделювання систем: Навч. посібник. – Харків: ХНУРК, 2004. – 112 с.

2. Егоренков Д.Л. Основы математического моделирования. Построение и анализ моделей с примерами на языке Matlab: Учебное пособие – 2012. – 188 с.

3. 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.