



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Моделювання складних систем

**Шифр та назва спеціальності**

124 – Системний аналіз

**Інститут**

ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

**Освітня програма**

Системний аналіз і управління

**Кафедра**

Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій

**Рівень освіти**

Магістр

**Тип дисципліни**

Спеціальна (фахова), Вибіркова

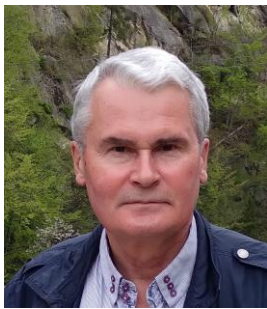
**Семестр**

2

**Мова викладання**

Українська

## Викладачі, розробники



**Северин Валерій Петрович**

[valerii.severyn@khpi.edu.ua](mailto:valerii.severyn@khpi.edu.ua)

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 40 років. Автор понад 200 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Диференціальні та різницеві рівняння», «Методи оптимізації та дослідження операцій», «Теорія прийняття рішень»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна спрямована на освоєння сучасних методів моделювання складних систем з застосуванням інформаційних технологій.

### Мета та цілі дисципліни

Мета дисципліни – вивчення студентами основних понять моделювання складних систем, засвоєння сучасних числових методів моделювання складних систем, оволодіння навичками розв'язання задач моделювання складних систем за допомогою інформаційних технологій.

### Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

### Компетентності

ЗК1 – здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК2 – здатність спілкуватися іноземною мовою;

ЗК3 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК4 – здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);

ЗК5 – здатність розробляти проекти та управляти ними;  
СК1 – здатність інтегрувати знання та здійснювати системні дослідження, застосовувати методи математичного та інформаційного моделювання складних систем та процесів різної природи;  
СК2 – здатність проектувати архітектуру інформаційних систем;  
СК3 – здатність розробляти системи підтримки прийняття рішень та рекомендаційні системи;  
СК4 – здатність оцінювати ризики, розробляти алгоритми управління ризиками в складних системах різної природи;  
СК6 – здатність застосовувати теорію і методи Data Science для здійснення інтелектуального аналізу даних з метою виявлення нових властивостей та генерації нових знань про складні системи;  
СК7 – здатність управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів;  
СК8 – здатність розробляти і реалізовувати наукові та прикладні проекти в галузі інформаційних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти;  
СК10 – здатність до самоосвіти та професійного розвитку;  
СК12 – здатність застосовувати середовища програмування та інформаційні технології для розв’язання задач математичного моделювання, аналізу та синтезу складних систем і процесів;  
СК13 – здатність моделювати процеси у складних системах, аналізувати їхні результати та робити відповідні висновки.

### **Результати навчання**

РН1 – спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері системного аналізу та інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень;  
РН2 – будувати та досліджувати моделі складних систем і процесів застосовуючи методи системного аналізу, математичного, комп’ютерного та інформаційного моделювання;  
РН3 – застосовувати методи розкриття невизначеностей в задачах системного аналізу, розкривати ситуаційні невизначеності та невизначеності в задачах взаємодії, протидії та конфлікту стратегій, знаходити компроміс при розкритті концептуальної невизначеності;  
РН4 – розробляти та застосовувати методи, алгоритми та інструменти прогнозування розвитку складних систем і процесів різної природи;  
РН8 – здійснювати ідентифікацію та оцінювання параметрів математичних моделей об’єктів керування;  
РН9 – розробляти та застосовувати моделі, методи та алгоритми прийняття рішень в умовах конфлікту, нечіткої інформації, невизначеності та ризиків;  
РН10 – зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Для успішного вивчення дисципліни необхідно мати знання та практичні навички з дисциплін «Основи наукових досліджень», «Моделювання та ідентифікація систем управління».

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Лекції проводяться з використанням мультимедійних технологій. Навчальні матеріали доступні студентам через OneDrive кафедри.

# Програма навчальної дисципліни

## Теми лекційних занять

### Тема 1. Вступ до моделювання складних систем

Вступ до теорії систем і моделювання. Основні поняття теорії систем. Класифікація систем. Ознаки складних систем. Основні типи структур систем. Типи ієрархічних систем. Означення моделі та моделювання, класифікація моделей.

### Тема 2. Підходи та етапи моделювання

Основні підходи до моделювання систем. Етапи моделювання. Постановка задачі і визначення цілей моделювання. Ідентифікація параметрів моделі. Комп'ютерний експеримент. Перевірка адекватності моделі.

### Тема 3. Об'єктно-орієнтоване моделювання

Уніфікована мова моделювання. Об'єктно-орієнтоване моделювання. Етапи розробки програмних систем. Методологія розробки класів.

### Тема 4. Аналітичні методи моделювання складних систем

Матричні балансові моделі. Оптимізаційні задачі лінійного програмування. Транспортна задача. Задачі цілочисельного програмування. Задачі теорії ігор з нульовою сумою. Задачі динамічного програмування.

### Тема 5. Моделювання процесів теплообміну

Визначення розподілу температури в стержні методом кінцевих елементів. Визначення розподілу температури в області зі складною геометрією методом кінцевих елементів.

### Тема 6. Побудова моделей по даним експерименту

Пасивний експеримент. Лінійні та нелінійні моделі парної та множинної регресії. Метод найменших квадратів. Кореляційний та дисперсійний аналіз моделей.

### Тема 7. Активний експеримент

Повний факторний експеримент. Дробовий факторний експеримент. Експерименти на основі планів другого порядку.

### Тема 8. Статистичне та імітаційне моделювання складних систем

Статистичне забезпечення імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло. Засоби організації модельного часу. Перевірка адекватності моделі.

### Тема 9. Модельні експерименти

Планування модельного експерименту. Обробка результатів модельного експерименту. Аналіз результатів моделювання. Моделювання складних незалежних подій. Моделювання складних залежних подій.

### Тема 10. Імітаційне моделювання

Сутність імітаційного моделювання. Етапи створення імітаційної моделі. Динаміка імітаційної моделі. Основні парадигми побудови імітаційних моделей. Означення системної динаміки.

### Тема 11. Дискретно-подійне моделювання

Дискретно-подійне моделювання. Структура моделі. Предметна область застосування дискретно-подійного моделювання. Мультиагентне моделювання. Означення агента і мультиагентної моделі.

### Тема 12. Інформаційні технології для моделювання складних систем

Огляд сучасних інформаційних технологій для моделювання складних систем. Створення моделі. Об'єкти, редагування об'єктів. Неперервні змінні і параметри моделі. Функціональна залежність між змінними.

### Тема 13. Моделювання за допомогою диференціальних рівнянь

Моделювання за допомогою диференціальних рівнянь. Динамічні характеристики графічних об'єктів. Управління модельним часом. Співвідношення між фізичним і модельним часом. Дискретно-подійне моделювання.

### Тема 14. Моделі інтелектуальних систем

Моделі інтелектуальних систем. Інтелектуальна модель, нечітка модель, інформаційна модель. Означення нечіткої моделі. Структура, основні елементи і операції в нечітких моделях.

### Тема 15. Інформаційна система моделювання та оптимізації складних систем

Інформаційна система моделювання та оптимізації складних систем. Структура інформаційної системи. Елементи інформаційної системи.

## Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

## Теми лабораторних робіт

- Тема 1. Математичні основи моделювання систем
- Тема 2. Математичні основи моделювання складних систем
- Тема 3. Програмна реалізація моделі
- Тема 4. Об'єктно-орієнтоване моделювання
- Тема 5. Методи моделювання складних систем
- Тема 6. Моделювання процесів теплообміну
- Тема 7. Кореляційний та дисперсійний аналіз моделей
- Тема 8. Активний експеримент
- Тема 9. Статистичне забезпечення імітаційного моделювання
- Тема 10. Обробка результатів модельного експерименту
- Тема 11. Імітаційне моделювання
- Тема 12. Мультиагентне моделювання
- Тема 13. Інформаційні технології для моделювання систем
- Тема 14. Моделювання за допомогою диференціальних рівнянь
- Тема 15. Моделювання інтелектуальних систем

## Самостійна робота

Студентам рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Пасічник В.В., Виклюк Я.І., Камінський Р.М. Моделювання складних систем. Посібник. Львів: Видавництво "Новий Світ - 2000". 2017. 404 с.
2. Васильєв В.В., Квач Ю.М., Киркач К.В. Математичні методи моделювання та оптимізації систем і процесів: Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2012. – 270 с.
3. Дубовой В.М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 308 с.
4. Степашко В.С., Єфіменко С.М., Савченко Є.А. Комп'ютерний експеримент в індуктивному моделюванні. – Київ: Наукова думка. – 2014. – 222 с.
5. Ларіонов Ю.І., Левикін В.М., Хажмурадов М.А. Дослідження операцій в енергетичних системах. – Харків.: Компанія СМІТ, 2005.-364 с.
6. Глоба Л.С. Математичні основи побудови технічних систем.-К.: Норіта-плюс, 2007. – 360 с.

### Додаткова література

1. Дубовой В. М. Моделювання та оптимізація систем : підручник / Кветний Р. Н. , Михальов О. І. , Усов А. В. – Вінниця : ПП «ТД«Едельвейс», 2017 – 804 с.
2. Нікуліна О. М. Розробка інформаційної технології оптимізації управління складними динамічними системами / О. М. Нікуліна, В. П. Северин, Н. В. Коцюба // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – № 2 (4). – С. 63–69.
3. Nikulina O., Severin V., Kotsuba N. Parametric synthesis of control systems for the steam generator of a nuclear power plant // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol 1, no. 2 (115). P. 77–84.
4. Nikulina E. N. Optimization of direct quality indexes of automatic control systems of steam generator productivity / E. N. Nikulina, V. P. Severyn, N. V. Kotsiuba // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – № 21 (1297). – С. 8–13.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Поточне оцінювання:

- 80 балів проміжний контроль - 2 контрольні роботи (кожна максимум 20 балів) і 8 лабораторних робіт (кожна максимум 5 балів);

- 20 балів розрахункове завдання.

За "ПОЛОЖЕННЯМ ПРО КРИТЕРІЇ ТА СИСТЕМУ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ І ПРО РЕЙТИНГ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ"

(<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/43/2024/01/Polozhennya-pro-kryteriyi-otsinyuvannya-znan-ta-vmin-i-pro-rejtyng-zdobuvachiv.pdf>), якщо здобувач протягом семестру склав усі теми, то підсумкова оцінка може бути виставлена до початку сесії як результат накопичення оцінок.

Підсумкове оцінювання - залік.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

25.08.2024

Завідувач кафедри  
Юрій ДОРОФЕЄВ

25.08.2024

Гарант ОП  
Валерій Северин