



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Моделювання та ідентифікація систем управління

Шифр та назва спеціальності

F4 – Системний аналіз

Спеціалізація**Освітня програма**

Системний аналіз і управління

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Семестр

1

Інститут

ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Кафедра

Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій

Тип дисципліни

Обов'язкова

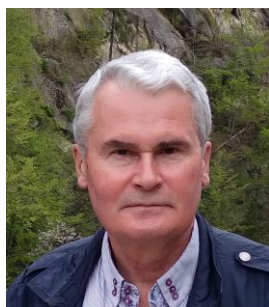
Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Северин Валерій Петрович**

valerii.severyn@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри САІТ НТУ «ХПІ»

Підготував та опублікував понад 200 наукових та навчально-методичних праць

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=Nv0Mc00AAAAJ>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2969-6780>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8287183900>.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на освоєння сучасних числових методів моделювання та ідентифікації систем управління за допомогою інформаційних технологій.

Мета та цілі дисципліни

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

Формат занять

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

Компетентності

ЗК1 – здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

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;

СК3 – здатність розробляти системи підтримки прийняття рішень та рекомендаційні системи;

СК4 – здатність оцінювати ризики, розробляти алгоритми управління ризиками в складних системах різної природи;

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 нефаківців, зокрема до осіб, які навчаються.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Відсутні

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

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

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Тема 1. Вступ до моделювання та ідентифікації систем управління Предмет моделювання та ідентифікації систем управління. Приклади систем автоматичного управління для моделювання та ідентифікації. Основні етапи побудови математичної моделі. Класифікація найважливіших типів систем. Класифікація методів побудови математичної моделі. Теоретичні методи побудови математичної моделі.	2
Тема 2. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ У ВИГЛЯДІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ Моделювання динамічних систем диференціальними рівняннями (ДР). Нелінійні моделі динамічних систем у вигляді ДР. Лінійні нестационарні моделі динамічних систем у вигляді ДР. Лінійні стаціонарні моделі динамічних систем у вигляді ДР.	2
Тема 3. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ У ВИГЛЯДІ СИСТЕМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ Моделі у вигляді систем диференціальних рівнянь (СДР). Нормальні СДР. Нормальні лінійні СДР. Моделі інформаційних управляючих систем.	2
Тема 4. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ В ОПЕРАТОРНОМУ ВИГЛЯДІ Перетворення Лапласа. Властивості перетворення Лапласа. Операторні моделі динамічних систем. Передавальні функції. Операторні моделі у відносних змінних.	2
Тема 5. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ Методи визначення процесів за ДР. Методи визначення частотних характеристик за передавальними функціями. Моделювання управління процесами за ДР. Операторні моделі управління процесами.	2
Тема 6. МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗА ЛІНІЙНИМИ СИСТЕМАМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ Розв'язання однорідних лінійних СДР. Розв'язання однорідних лінійних СДР з постійними коефіцієнтами. Розв'язання неоднорідних лінійних СДР. Розв'язання неоднорідних лінійних СДР з постійними коефіцієнтами.	2
Тема 7. МАТРИЧНІ МЕТОДИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ Чисельне розв'язання однорідної лінійної СДР з постійними коефіцієнтами методом матричної експоненти. Обчислення матричної експоненти. Обчислення процесів управління в стаціонарних лінійних інформаційних управляючих системах (ІУС). Обчислення перехідної функції для стаціонарної лінійної ІУС. Обчислення інтегралу матричної експоненти. Обчислення перехідної функції для стаціонарної нелінійної ІУС.	2
Тема 8. Ідентифікація математичної моделі Постановка задачі ідентифікації моделей. Етапи розв'язання задачі ідентифікації.	2
Тема 9. Оцінка якості моделі Принципи оцінки якості моделі. Оцінка адекватності моделі. Оцінка сталості моделі. Оцінка чутливості імітаційної моделі. Поняття несуперечливості моделі.	2
Тема 10. Ідентифікація об'єктів управління Ідентифікація технологічних об'єктів. Задачі ідентифікації. Структурна ідентифікація. Алгоритмічна ідентифікація. Параметрична ідентифікація. Пасивна ідентифікація. Активна ідентифікація.	2
Тема 11. Ідентифікація складних систем	2

Експерименти над складними системами. Статистична ідентифікація. Кореляційний аналіз. Факторний аналіз. Регресійний аналіз. Спектральний аналіз.

Тема 12. Інтелектуальні методи ідентифікації Ідентифікація шляхом навчання нейронних мереж. Нечітка ідентифікація.	2
Тема 13. Узагальнення моделювання систем Поняття моделювання. Поняття системи. Рівні абстрактного опису систем. Поняття моделі. Співвідношення між моделлю та системою.	2
Тема 14. Види моделей та їх класифікація Математичні моделі. Імітаційні моделі. Вимоги до моделей.	2
Тема 15. Основні види моделювання Математичне моделювання. Імітаційне моделювання. Статистичне моделювання.	2
Тема 16. Моделювання складних систем Поняття складної системи. Декомпозиція систем та простір станів. Формальні методи побудови моделей. Системна динаміка.	2
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Основи математичного моделювання	2	1,0
Тема 2. Моделі об'єктів управління у вигляді диференціальних рівнянь	2	1,0
Тема 3. Моделі об'єктів управління у вигляді нормальних систем диференціальних рівнянь	2	1,0
Тема 4. Операторні моделі об'єктів управління	2	1,0
Тема 5. Частотні характеристики	2	1,0
Тема 6. Моделювання теплової системи управління	2	1,0
Тема 7. Моделювання механічної системи управління	2	1,0
Тема 8. Матричні методи імітаційного моделювання ІУС	2	1,0
Тема 9. Ідентифікація параметра моделі теплової системи	2	1,0
Тема 10. Ідентифікація параметрів моделі механічної системи	2	1,0
Тема 11. Ідентифікація параметра моделі теплової системи на основі стохастичного моделювання	4	1,0
Тема 12. Ідентифікація параметра моделі теплової системи на основі стохастичного моделювання	4	1,0
Тема 13. Ідентифікація параметра моделі теплової системи за частотними характеристиками	2	1,0

Тема 14. Ідентифікація параметрів моделі механічної системи за частотними характеристиками	2	1,0
Загальна кількість годин	32	$\sum_{i=1}^n a_i$

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт	Вагові коефіцієнти b
Тема 1. Моделі систем управління	1,0
Тема 2. Ідентифікація моделей систем управління	1,0
Загалом	$\sum_{i=1}^m b_i$

Самостійна робота

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Аналіз та порівняння підходів до моделювання Імітаційне та аналітичне моделювання. Приклади задач системного аналізу, для яких кожен з підходів є більш ефективним. Аналіз поняття "чорної", "білої" та "сірої" скриньки при моделюванні соціально-економічних систем.	10
Тема 2. Ідентифікація динамічних моделей "вхід-стан-вихід" Методи найменших квадратів: звичайні, зважені, рекурсивні. Проблеми "перетренування" (overfitting) моделі при ідентифікації. Методи боротьби з "перетренуванням" (регуляризація, крос-валідація, критерії інформації Акаїке/Байєса).	10
Тема 3. Суб'єктивні та гібридні методи моделювання Моделювання з використанням нейромереж і нечітких систем. Порівняння підходів на основі штучних нейронних мереж (НМ) та нечітких систем (НС) для ідентифікації нелінійних об'єктів.	12
Тема 4. Ідентифікація в умовах невизначеності та планування експерименту Ідентифікація при наявності шуму вимірювання та збурень, що діють на вхід об'єкта. Планування експериментів. Активне планування експерименту для ідентифікації. Завдання оптимального планування експерименту для отримання моделі з мінімальною дисперсією оцінок параметрів. Вплив факторів на точність оцінки параметрів.	12
Тема 5. Узагальнення та системний підхід Принципи системної декомпозиції при побудові моделей. Критерії ефективності моделі у задачах управління. Моделі у задачах оптимізації керування. Інформаційні технології та програмні комплекси для моделювання і ідентифікації. Методологія системного аналізу в розв'язанні задач ідентифікації складних динамічних систем.	12
Загальна кількість годин	56

Тематика індивідуальних завдань

Планом передбачена курсова робота.

Теми індивідуального завдання

Тема курсової роботи. Моделювання та ідентифікація систем управління

Під час виконання розрахункового завдання необхідно спроектувати і реалізувати програму, яка дозволяє розв'язати задачі моделювання та ідентифікації систем управління.

Оцінювання

Оцінювання проводиться за такими критеріями:

- 1) розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються;
- 2) ступінь засвоєння матеріалу роботи;
- 3) реалізація програмного продукту за темою курсової роботи;
- 4) тестування та демонстрація програми, яка дозволяє розв'язати певну задачу обробки даних;
- 5) логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах і при виступах в аудиторії, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки. Оцінка "відмінно" ставиться за умови відповідності виконаного завдання студента або його усної відповіді до всіх п'яти зазначених критеріїв.

Відсутність тієї чи іншої складової знижує оцінку на відповідну кількість балів.

При оцінюванні увага приділяється якості та самостійності, своєчасності здачі виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не буде виконана, то оцінка буде знижена.

Загальна кількість годин

30

Неформальна освіта

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Онлайн курс: <https://prometheus.org.ua/prometheus-plus/business-processes-old/> - зарахування теми 1.
2. Онлайн курс: <https://e5.ua/uk/trainings/upravlinnya-protsesamy-bpm-in-action/> - зарахування теми 5.
3. Онлайн курс: <https://moodle.znu.edu.ua/course/section.php?id=114594> - зарахування теми 16.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Гамаюн І. П., Чередніченко О. Ю. Моделювання систем: навч. посіб. для студентів спеціальностей 6.050103 «Програмна інженерія», 6.050101 «Комп'ютерні науки». – Харків: Факт, 2015. – 228 с.
2. Задачин В.М., Конюшенко І.Г. Моделювання систем: конспект лекцій. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2010. – 268 с.
3. Дубовой В.М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 308 с.
4. Коваль А.В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів: навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 133 с.
5. Нікуліна О. М., Северин В. П. Чисельні методи моделювання та оптимізації управління динамічними системами : навч. посібник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2024. – 144 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/73689>

Додаткова література

1. Дивак М.П., Порплиця Н.П., Дивак Т.М. Ідентифікація дискретних моделей систем з розподіленими параметрами на основі аналізу інтервальних даних: монографія. – Тернопіль : ВПЦ «Економічна думка ТНЕУ», 2018. – 220 с.
2. Обод І. І., Заволодько Г. Е., Свид І. В. Математичне моделювання систем: навч. посіб. для студентів спеціальностей «Комп'ютерна інженерія», «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». Харків : Друкарня МАДРИД, 2019. – 268 с.
3. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.
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. URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/37363> pdf
5. Северин В. П., Нікуліна О. М. Методи та алгоритми багатовимірної безумовної оптимізації: навч. посіб.. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 160 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/67856>
6. Стоян В.А. Моделювання та ідентифікація систем із розподіленими параметрами: навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. – 187 с.
7. Хусаїнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Основи моделювання динамічних систем Частина 1: навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. – 187с.

Інформаційні ресурси

1. МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/fc12de96-2f86-4500-b615-1056c0d6e00e/content> (дата звернення: 20.08.2025).
2. Основи теорії і методів оптимізації URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Zhaldak_Myroslov/Osnovy_teorii_i_metodiv_optymizatsii.pdf (дата звернення: 20.08.2025).

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,6	0,2	0,2	0,0

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi k \cdot k_4$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

I – оцінка за виконання індивідуального завдання

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи

Πk – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (П, К, І, ...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

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

Здобувач вищої освіти 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

30.08.2025

Завідувачка кафедри
Тетяна АЛЕКСАНДРОВА

30.08.2025

Гарант ОП
Валерій СЕВЕРИН