

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І. І. Мартиненка

ЗАТВЕРДЖЕНО

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

«02» 06 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ**

Галузь знань Автоматизація та приладобудування
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Факультет(ННІ) Енергетики, автоматики і енергозбереження
Розробник: проф. каф., д.т.н., проф. Шворов С.А.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ-2025 р.

Опис навчальної дисципліни. Тематика навчальної дисципліни „Моделювання і оптимізація систем керування” складається з тем для вивчення основ моделювання об’єктів автоматизації, методів оптимального управління та побудови оптимальних регуляторів в складних системах автоматизації біотехнічних об’єктів.

Завдання навчальної дисципліни полягають у вивченні:

- основ моделювання систем автоматичного керування (САК);
- методів оптимізації САК;
- методів синтезу лінійних систем;
- основ аналітичного конструювання регуляторів.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	бакалавр	
Спеціальність	151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (шифр і назва)	
Освітня програма	«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	- (назва)	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	4	5
Семестр	8	9-10
Лекційні заняття	28 год.	2 год.
Практичні, семінарські заняття	год.	год.
Лабораторні заняття	28 год.	6 год.
Самостійна робота	64 год.	112 год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	4 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни „Моделювання і оптимізація систем керування” є вивчення основ моделювання об’єктів автоматизації, методів оптимального керування та побудови оптимальних регуляторів в складних системах автоматизації біотехнічних об’єктів.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі загальні компетенції (ЗК):

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК3. Здатність виконувати аналіз об’єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

СК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп’ютерних технологій.

СК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації, системи керування та робототехнічні комплекси.

СК6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп’ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

СК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп’ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп’ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об’єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об’єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі

результатів дослідження їх властивостей.

ПРН5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПРН6. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. Основи моделювання та оптимізації САК												
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни. Метод варіаційного числення.	10	2		4		4	12	2		2		8
Тема 2. Принцип максимуму Понтрягіна.	10	2		4		4	10			2		8
Тема 3. Динамічне програмування (дискретна та неперервна форми).	14	2		4		8	10			2		8
Тема 4. Моделі в термінах вхід-вихід. Моделі в термінах вхід-стан-вихід.	6	2				4	8					8
Тема 5. Перехід від форми простору станів до одного диференціального рівняння та передаточної функції.	6	2				4	6					6
Тема 6. Побудова часових характеристик САК.	8	2				4	8					8
Тема 7. Побудова частотних характеристик САК.	6	2				4	8					8
Разом за модулем 1	64	14		14		32	62	2		6		54
Модуль 2. Синтез лінійних систем та аналітичне конструювання регуляторів												
Тема 8. Керованість та спостережуваність лінійних САК	8	2				4	8					8
Тема 9. Постановка задачі	8	2				4	8					8

синтезу лінійних систем. Оптимальний фільтр Вінера												
Тема 10. Побудова і застосування оптимального фільтра Віннера	8	2				4	8					8
Тема 11. Оптимальний фільтр Кальмана-Б'юсі	8	2				4	8					8
Тема 12. Оптимальна фільтрація в дискретних лінійних системах	8	2				4	8					8
Тема 13. Постановка задачі аналітичного конструювання регуляторів	8	2		6		4	8					8
Тема 14. Методи аналітичного конструювання регуляторів	8	2		8		8	10					10
Разом за модулем 2	56	14		14		32	58					58
Усього годин	120	28		28		64	120	2		6		112

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до навчальної дисципліни. Метод варіаційного числення.	2
2	Принцип максимуму Понтрягіна.	2
3	Динамічне програмування (дискретна та неперервна форми).	2
4	Моделі в термінах вхід-вихід. Моделі в термінах вхід-стан-вихід.	2
5	Перехід від форми простору станів до одного диференціального рівняння та передаточної функції.	2
6	Побудова часових характеристик САК.	2
7	Побудова частотних характеристик САК.	2
8	Керованість та спостережуваність лінійних САК	2
9	Постановка задачі синтезу лінійних систем. Оптимальний фільтр Вінера	2
10	Побудова і застосування оптимального фільтра Віннера	2
11	Оптимальний фільтр Кальмана-Б'юсі	2
12	Оптимальна фільтрація в дискретних лінійних системах	2
13	Постановка задачі аналітичного конструювання регуляторів	2
14	Методи аналітичного конструювання регуляторів	2

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналітичне конструювання регуляторів за допомогою класичного варіаційного числення за квадратним критерієм якості. Метод 1.	4
2	Аналітичне конструювання регуляторів за допомогою класичного варіаційного числення за квадратним критерієм якості. Метод 2.	4
3	Аналітичне конструювання регуляторів на основі принципу максимуму Понтрягіна за квадратичним критерієм якості. Метод 1.	4
4	Аналітичне конструювання регуляторів на основі принципу максимуму Понтрягіна за квадратичним критерієм якості. Метод 2.	4
5	Застосування методу динамічного програмування для аналітичного конструювання регуляторів. Метод 1.	4
6	Застосування методу динамічного програмування для аналітичного конструювання регуляторів. Метод 2.	4
7	Дослідження результатів моделювання та аналітичного конструювання регуляторів	4

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи моделювання СК	4
2	Імітаційні моделі СК	4
3	Аналітичні моделі СК	4
4	Автоматичні регулятори	4
5	Автоматичне регулювання параметрів технологічних процесів біотехнологічного виробництва	8
6	Методи оптимізації систем автоматичного управління та контролю	8
7	Лінійні моделі систем автоматичного управління.	4
9	Керованість та спостережуваність лінійних САК.	4
10	Лінійні системи з мінімальною середньоквадратичною похибкою.	12
11	Оптимальна фільтрація.	12

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- тестування;
- захист лабораторних
- самооцінювання.

7. Методи навчання:

- метод проєктного навчання;
- метод навчання через дослідження.

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Основи моделювання та оптимізації САК		
Лабораторна робота 1.	ПРН1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації. ПРН4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей. ПРН5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування. ПРН6. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.	25
Лабораторна робота 2.		25
Лабораторна робота 3.		25
Модульна контрольна робота 1.		25
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Синтез лінійних систем та аналітичне конструювання регуляторів		
Лабораторна робота 4.	ПРН1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації. ПРН4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей. ПРН5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування. ПРН6. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.	25
Лабораторна робота 5.		25
Лабораторна робота 6.		25
Модульна контрольна робота 2.		25
Всього за модулем 2		100

Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$
Екзамен/залік	30
Всього за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn – <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=563>);
- навчальний посібник;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Методи оптимізації: підруч. для здобувачів ступеня бакалавра за спец. "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" / С. П. Вислоух [та ін.] ; [відп. ред. Антонюк В.] ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського". – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. - 264 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 261-264 .
2. Нові інформаційні технології, моделювання та автоматизація [Текст] : монографія / [В. Ю. Величко та ін.] ; за заг. ред. С. В. Котлика ; Одес. нац. технол. ун-т. – Одеса : Екологія, 2022. - 721 с. : рис., табл.
3. Методи моделювання та оптимізації систем та процесів : лаб. практикум для здобувачів вищ. освіти ОС "Бакалавр" спец. 151 "Автоматизація та

комп'ютерно-інтегровані технології" / [уклад.: О. М. Тачиніна та ін.] ; Нац. авіац. ун-т. – Київ : НАУ, 2022. - 50 с.

4. Григорків В. С. Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків, О.І. Ярошенко. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2022. 440 с.

5. Скорук О. В. Оптимізаційні методи і моделі: навч. посіб. Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2023. 273 с.

6. Якимова Л. П. Оптимізаційні методи та моделі : практикум в MS Excel : навч.- метод. посіб. Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 272 с

7. Мовчан А. П., Степанець О. В. Адаптивні та параметрично-оптимальні системи управління / <http://kpi.ua/filese/doc/>

8. Попередня обробка та аналіз даних: лабораторний практикум /Уклад.: Н. Е. Кондрук. Ужгород: УжНУ, 2023.- 41 с.

Інформаційні ресурси:

1. <https://wikipedia.org>
2. <https://victoria.lviv.ua>
3. <https://dl.sumdu.edu.ua>
4. <https://users.kpi.kharkov.ua>
5. <http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme5.htm>
6. http://om.univ.kiev.ua/users_upload/15/upload/file/pr_lecture_10.pdf
7. <https://www.youtube.com/watch?v=Kdx268WczxI>

<http://www.google.com.ua> (пошуковий сайт).

8. <http://www.meta.ua> – пошуковий сайт.

9. <http://nubip.edu.ua/> – головна сторінка НУБіП України.

10. <http://elibrary.nubip.edu.ua> – електронна наукова бібліотека НУБіП України.