

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра моделювання систем і технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи



Олександр ГОЛОВКО

” _____ 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Математичні методи моделювання та оптимізації
інформаційно-управляючих систем»

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
освітня програма	Інформаційні управляючі системи та технології
спеціалізація	
вид дисципліни	Обов'язкова
факультет	Комп'ютерних наук

2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук

« 29 » серпня 2022 року, протокол № 14

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: доктор технічних наук, професор, професор кафедри моделювання систем і технологій **Северин Валерій Петрович**.

Програму схвалено на засіданні кафедри моделювання систем і технологій

Протокол від «29» серпня 2022 року № 11

Завідувач кафедри моделювання систем і технологій


_____ Микола ТКАЧУК

Програму погоджено з гарантом освітньої професійної програми «Інформаційні управляючі системи та технології» спеціальність 122 комп'ютерні науки

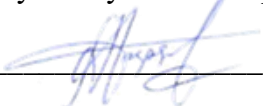
Гарант освітньої професійної програми «Інформаційні управляючі системи та технології»


_____ Володимир БАРАНІК

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від «29» серпня 2022 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук


_____ Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Математичні методи моделювання та оптимізації інформаційно-управляючих систем**» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки другого (магістерського) рівня спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

Предметом вивчення є сучасні математичні методи і технології моделювання та оптимізації інформаційно-управляючих систем (ІУС).

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є надання майбутнім професіоналам знань в галузі сучасних математичних методів і технологій моделювання та оптимізації інформаційно-управляючих систем.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- вивчення основних понять математичного моделювання ІУС;
- вивчення методів математичного моделювання ІУС;
- вивчення методів ідентифікації моделей ІУС;
- ознайомлення з основами імітаційного моделювання ІУС;
- вивчення критеріїв якості процесів управління;
- вивчення числових методів оптимізації;
- ознайомлення з практичними підходами до оптимізації ІУС.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності.

Загальні компетентності (ЗК):

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК3);
- здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК5);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК6);
- здатність бути критичним і самокритичним (ЗК7);
- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК8);
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК10);

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК):

- здатність до організації та проведення наукових досліджень та виконання інноваційних розробок в галузі комп'ютерних наук і інформаційних технологій (ФК1);
- здатність розробляти математичні моделі та алгоритми для вирішення практичних задач прийняття оптимальних рішень і проектування систем, керування системами, процесами та проектами, аналізу та обробки даних, інтелектуального пошуку та видобування знань (ФК2);
- здатність до розробки та впровадження нових інформаційних технологій і програмного забезпечення для управління, проектування, прийняття рішень, пошуку, аналізу і обробки даних (ФК3);
- професійне володіння сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями (ФК4);

- здатність до використання системного аналізу об'єкта проектування і предметної області, їхніх взаємозв'язків (ФК5);
- здатність до використання сучасних технологій та інструментальних засобів розробки складних програмних систем, уміння їх застосовувати на всіх етапах життєвого циклу розробки (ФК7);
- здатність до використання принципів проектування і застосування сучасних комп'ютерних систем та мереж. (ФК8);
- здатність застосовувати обчислювальний експеримент при дослідженнях (ФК9);
- здатність до використання сучасних комп'ютерних засобів та методів автоматизованого проектування складних систем (ФК10);
- здатність здійснювати аналіз, моделювання, реінжиніринг бізнес-процесів інформаційних систем, здатність застосовувати CASE-засоби під час їх проектування (ФК14).

1.3. Кількість кредитів – 9.

1.4. Загальна кількість годин – 270.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова / за вибором	
Денна форма навчання	Денна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	2-й
Лекції	
16 год.	32 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	16 год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
88 год.	102 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати:

- математичні моделі інформаційних управляючих систем;
- математичні методи імітаційного моделювання;
- задачі оптимізації управління процесами;
- критерії стійкості для оптимізації управління процесами;

- критерії якості управління процесами;
- математичні методи оптимізації інформаційних управляючих систем;
- структуру та елементи інформаційної системи оптимізації управління процесами.

вміти:

- будувати і аналізувати математичні моделі інформаційних управляючих систем;
- застосовувати математичні методи імітаційного моделювання;
- формулювати задачі оптимізації управління процесами;
- застосовувати критерії стійкості для оптимізації управління процесами;
- обчислювати критерії якості управління процесами;
- застосовувати математичні методи оптимізації інформаційних управляючих систем;
- аналізувати інформаційну систему оптимізації управління процесами.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН):

- здатність розробляти технологію наукових досліджень із поставленої проблеми в області комп'ютерних наук та інформаційних технологій із застосуванням сучасних технологій та інструментів (ПРН1);
- знання іноземної мови та розуміння іншомовних наукових та професійних текстів (ПРН2);
- знання методів викладацької діяльності та вміння організувати освітній процес у вищій школі (ПРН3);
- знання структури даних та фундаментальних алгоритмів, методології та інструментальних засобів об'єктно-орієнтованого аналізу та проектування, особливостей різних парадигм програмування, принципів, моделей, методів і технологій проектування і розроблення програмних продуктів різного призначення (ПРН5);
- базові знання методів автоматизованого проектування комп'ютерних систем, уміння використовувати сучасні комп'ютерні засоби проектування комп'ютерних систем (ПРН9);
- знання методів та математичних і комп'ютерних моделей фундаментальних і прикладних дисциплін для обробки, аналізу й синтезу результатів професійних досліджень (ПРН10);
- вміння застосовувати мови програмування, мови опису інформаційних ресурсів, мови специфікацій, а також інструментальні засоби проектування і створення систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій (ПРН12);

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Математичні методи моделювання управління процесами

Тема 1. Вступ до математичних методів моделювання інформаційно-управляючих систем.

Предмет математичних методів моделювання управління процесами. Приклади управління процесами. Інформаційні управляючі системи (ІУС). Класифікація моделей систем.

Тема 2. Математичні методи моделювання ІУС.

ІУС як динамічні системи. Математичні методи моделювання динамічних систем.

Тема 3. Математичні моделі у вигляді диференціальних рівнянь (ДР).

Нелінійні та лінійні моделі. Моделі в абсолютних і відносних змінних стану. ДР об'єкта управління, регулятора та ІУС.

Тема 4. Математичні моделі у вигляді систем диференціальних рівнянь (СДР).

Перехід від ДР до СДР. СДР об'єкта управління, регулятора та ІУС. Перехід від СДР до ДР. Поняття жорсткої СДР.

Тема 5. Математичні моделі в операторному вигляді.

Перетворення Лапласа. Перехід від ДР до операторного рівняння. Операторні рівняння об'єкта управління, регулятора та ІУС. Перехід від операторного рівняння до ДР.

Тема 6. Математичні методи імітаційного моделювання.

Імітаційне моделювання ІУС на основі числових методів інтегрування СДР.

Тема 7. Матричний метод імітаційного моделювання лінійних систем.

Обчислення матричної експоненти. Метод матричної експоненти.

Тема 8. Матричний метод імітаційного моделювання нелінійних систем.

Обчислення інтегралу матричної експоненти. Системні методи. Метод інтегралу матричної експоненти.

Розділ 2. Математичні методи оптимізації управління процесами

Тема 9. Вступ до математичних методів оптимізації управління процесами.

Предмет математичних методів оптимізації управління процесами. Задачі оптимізації управління процесами. Класифікація методів оптимізації.

Тема 10. Критерії якості управління процесами.

Поняття про якість управління процесами. Класифікація критеріїв якості.

Тема 11. Використання критеріїв стійкості для оптимізації управління процесами.

Поняття стійкості. Алгебраїчні критерії стійкості. Критерій Рауса. Критерій Гурвиця.

Тема 12. Прямі показники якості (ППЯ).

Поняття ППЯ. Показники максимального відхилення та коливань. Показники швидкодії.

Тема 13. Методи обчислення прямих показників якості.

Обчислення показників максимального відхилення та коливань. Обчислення швидкодії.

Тема 14. Інтегральні оцінки якості.

Лінійні інтегральні оцінки. Класифікація інтегральних оцінок.

Тема 15. Інтегральні квадратичні оцінки (ІКО).

Переваги ІКО. Проста ІКО. Покращені ІКО.

Тема 16. Методи обчислення інтегральних квадратичних оцінок.

Алгоритм Острема. Формула Каца. Обчислення ІКО нелінійних систем.

Тема 17. Операторна модель ІУС для оптимізації управління процесами.

Змінні параметри задачі оптимізації. Залежність операторної моделі від змінних параметрів.

Тема 18. Оптимізація управління процесами на основі мінімізації ІКО.

ІКО як функція змінних параметрів. Задача мінімізації ІКО. Алгоритм обчислення ІКО.

Тема 19. Покроковий принцип виконання обмежень задачі умовної оптимізації.

Задача умовної оптимізації з ієрархією обмежень. Покроковий принцип виконання обмежень. Векторна цільова функція (ВЦФ).

Тема 20. Модифікація методів оптимізації для мінімізації ІКО.

Модифікація методів одновимірної оптимізації. Модифікація методів багатовимірної оптимізації.

Тема 21. Моделі ІУС для оптимізації управління процесами у вигляді СДР.

Залежність СДР від змінних параметрів. Нелінійні моделі для оптимізації. Лінійні моделі для оптимізації.

Тема 22. Оптимізація управління процесами на основі оптимізації ППЯ.

ППЯ як функції змінних параметрів. Задачі мінімізації ППЯ. Алгоритм обчислення ВЦФ з ППЯ.

Тема 23. Модифікація методів оптимізації для оптимізації ППЯ.

Модифікація методу Нелдера – Міда. Модифікація методу Хука – Дживса. Модифікація методу Вейля.

Тема 24. Інформаційна система оптимізації управління процесами.

Структура інформаційної системи. Елементи інформаційної системи.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	лекц.	практ.	лаб.	інд.	с. р.
		ауд.	ауд.			
1	2	3	4	5	6	7
1 семестр						
Розділ 1. Математичні методи моделювання управління процесами.						
Тема 1. Вступ до математичних методів моделювання управління процесами.	8	2	2			4
Тема 2. Математичні методи моделювання ІУС.	10	2	2			6
Тема 3. Математичні моделі у вигляді диференціальних рівнянь.	8	2	2			4
Тема 4. Математичні моделі у вигляді систем диференціальних рівнянь.	8	2	2			4
Тема 5. Математичні моделі в операторному вигляді.	14	2	2			10
Тема 6. Математичні методи імітаційного моделювання.	19	2	2			15
Тема 7. Матричний метод імітаційного моделювання лінійних систем.	20	2	2			16
Тема 8. Матричний метод імітаційного моделювання нелінійних систем.	28	2	2			24
Підготовка до контрольної роботи	5					5
Разом за розділом 1	120	16	16			88
2 семестр						
Розділ 2. Математичні методи оптимізації управління процесами.						
Тема 9. Вступ до математичних методів оптимізації управління процесами.	5	2	1			2
Тема 10. Критерії якості управління процесами.	7	2	1			4
Тема 11. Використання критеріїв стійкості для оптимізації управління процесами.	7	2	1			4
Тема 12. Прямі показники якості.	7	2	1			4
Тема 13. Методи обчислення прямих показників якості.	9	2	1			6
Тема 14. Інтегральні оцінки якості.	9	2	1			6
Тема 15. Інтегральні квадратичні оцінки.	9	2	1			6
Тема 16. Методи обчислення інтегральних квадратичних оцінок.	9	2	1			6
Тема 17. Операторна модель ІУС для оптимізації управління процесами.	9	2	1			6
Тема 18. Оптимізація управління процесами на основі мінімізації ІКО.	11	2	1			8

1	2	3	4	5	6	7
Тема 19. Покроковий принцип виконання обмежень задачі умовної оптимізації.	11	2	1			8
1	2	3	4	5	6	7
Тема 20. Модифікація методів оптимізації для мінімізації ІКО.	11	2	1			8
Тема 21. Моделі ІУС для оптимізації управління процесами у вигляді СДР.	11	2	1			8
Тема 22. Оптимізація управління процесами на основі оптимізації ППЯ.	11	2	1			8
Тема 23. Модифікація методів оптимізації для оптимізації ППЯ.	11	2	1			8
Тема 24. Інформаційна система оптимізації управління процесами.	8	2	1			5
Підготовка до контрольної роботи	5					5
Разом за розділом 2	150	32	16			102
Разом	270	48	32			190

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1. Математичні методи моделювання управління процесами.		
1	Інформаційні управляючі системи	2
2	Математичні методи моделювання ІУС	2
3	Математичні моделі у вигляді диференціальних рівнянь	2
4	Математичні моделі у вигляді систем диференціальних рівнянь	2
5	Математичні моделі в операторному вигляді	2
6	Математичні методи імітаційного моделювання	2
7	Матричний метод імітаційного моделювання лінійних систем	2
8	Матричний метод імітаційного моделювання нелінійних систем	2
Разом за розділом 1		16
Розділ 2. Математичні методи оптимізації управління процесами.		
9	Критерії якості управління процесами	2
10	Критерії стійкості для оптимізації управління процесами	2
11	Прямі показники якості	2
12	Методи обчислення інтегральних квадратичних оцінок	2
13	Оптимізація управління процесами на основі мінімізації ІКО	2
14	Модифікація методів оптимізації для мінімізації ІКО	2
15	Оптимізація управління процесами на основі оптимізації ППЯ	2
16	Модифікація методів оптимізації для оптимізації ППЯ	2
Разом за розділом 2		16
Усього годин		32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
Розділ 1. Математичні методи моделювання управління процесами.		
1	Вступ до математичних методів моделювання управління процесами. <i>Навести приклади управління процесами та приклади інформаційних управляючих систем. Надати класифікацію моделей систем.</i>	4
2	Математичні методи моделювання ІУС. <i>ІУС як динамічні системи. Математичні методи моделювання динамічних систем.</i>	6
3	Математичні моделі у вигляді диференціальних рівнянь. <i>Нелінійні та лінійні моделі. Моделі в абсолютних і відносних змінних стану. ДР об'єкта управління, регулятора та ІУС.</i>	4
4	Математичні моделі у вигляді систем диференціальних рівнянь. <i>Перехід від ДР до СДР. СДР об'єкта управління, регулятора та ІУС. Перехід від СДР до ДР. Поняття жорсткої СДР.</i>	4
5	Математичні моделі в операторному вигляді. <i>Перетворення Лапласа. Перехід від ДР до операторного рівняння. Операторні рівняння об'єкта управління, регулятора та ІУС. Перехід від операторного рівняння до ДР.</i>	10
6	Математичні методи імітаційного моделювання. <i>Імітаційне моделювання ІУС на основі числових методів інтегрування СДР.</i>	15
7	Матричний метод імітаційного моделювання лінійних систем. <i>Обчислення матричної експоненти. Метод матричної експоненти.</i>	16
8	Матричний метод імітаційного моделювання нелінійних систем. <i>Обчислення інтегралу матричної експоненти. Системні методи. Метод інтегралу матричної експоненти.</i>	24
9	Підготовка до контрольної роботи	5
Разом за розділом 1		88
Розділ 2. Математичні методи оптимізації управління процесами.		
10	Вступ до математичних методів оптимізації управління процесами. <i>Предмет математичних методів оптимізації управління процесами. Задачі оптимізації управління процесами. Класифікація методів оптимізації.</i>	2
11	Критерії якості управління процесами. <i>Поняття про якість управління процесами. Класифікація критеріїв якості.</i>	4
12	Використання критеріїв стійкості для оптимізації управління процесами. <i>Поняття стійкості. Алгебраїчні критерії стійкості. Критерій Рауса. Критерій Гурвиця.</i>	4
13	Прямі показники якості. <i>Поняття ППЯ. Показники максимального відхилення та коливань. Показники швидкодії.</i>	4
14	Методи обчислення прямих показників якості. <i>Обчислення показників максимального відхилення та коливань. Обчислення швидкодії.</i>	6
15	Інтегральні оцінки якості. <i>Лінійні інтегральні оцінки. Класифікація інтегральних оцінок.</i>	6
16	Інтегральні квадратичні оцінки. <i>Переваги ІКО. Проста ІКО. Покращені ІКО.</i>	6
17	Методи обчислення інтегральних квадратичних оцінок. <i>Алгоритм Острема. Формула Каца. Обчислення ІКО нелінійних систем.</i>	6
18	Операторна модель ІУС для оптимізації управління процесами. <i>Змінні параметри задачі оптимізації. Залежність операторної моделі від змінних параметрів.</i>	6
19	Оптимізація управління процесами на основі мінімізації ІКО. <i>ІКО як функція параметрів. Задача мінімізації ІКО. Алгоритм обчислення ІКО.</i>	8

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
20	Покроковий принцип виконання обмежень задачі умовної оптимізації. <i>Задача умовної оптимізації з ієрархією обмежень. Покроковий принцип виконання обмежень. Векторна цільова функція.</i>	8
21	Модифікація методів оптимізації для мінімізації ІКО. <i>Модифікація методів одновимірної оптимізації. Модифікація методів багатовимірної оптимізації.</i>	8
22	Моделі ІУС для оптимізації управління процесами у вигляді СДР. <i>Залежність СДР від змінних параметрів. Нелінійні моделі для оптимізації. Лінійні моделі для оптимізації.</i>	8
23	Оптимізація управління процесами на основі оптимізації ППЯ. <i>ППЯ як функції змінних параметрів. Задачі мінімізації ППЯ. Алгоритм обчислення ВЦФ з ППЯ.</i>	8
24	Модифікація методів оптимізації для оптимізації ППЯ. <i>Модифікація методів прямого пошуку. Модифікація методу Нелдера – Міда. Модифікація методу Хука – Дживса. Модифікація методу Вейля.</i>	8
25	Інформаційна система оптимізації управління процесами. <i>Структура інформаційної системи. Елементи інформаційної системи.</i>	5
26	Підготовка до контрольної роботи	5
Разом за розділом 2		102
Усього годин		190

6. Індивідуальні завдання

Контрольна робота.

Лекції – проводяться аудиторно, а в умовах дії карантину або війни заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (аудиторно або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

8. Методи контролю

Перевірка контрольних робіт. *Контрольна робота містить три питання. Перше – теоретичне. Друге – теоретичне. Третє питання містить умову задачі для вирішення.*

Проведення екзамену. *Екзаменаційний білет містить три питання. 1 питання – теоретичне. 2 питання – теоретичне, 3 – умова завдання для вирішення.*

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота (1 семестр)								Екзамен	Сума		
Розділ 1										Контр робота	Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	20	60	40	100
5	5	5	5	5	5	5	5				

Поточний контроль та самостійна робота (2 семестр)								Екзамен	Сума		
Розділ 2										Контр робота	Разом
T1-T2	T3-T4	T5-T6	T7-T8	T9-T10	T11-T12	T13-T14	T15-T16	20	60	40	100
5	5	5	5	5	5	5	5				

T1, T2 ... – теми розділів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень.

Критерії поточної оцінки знань студентів за виконання практичної та самостійної роботи (крок оцінювання 1 бал)

В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі завдання (**кількість балів 5**).

Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість практичних завдань (**кількість балів 4**).

В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину практичних завдань (**кількість балів 3**).

Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та письмових відповідей, допускаючи при цьому суттєві помилки. Правильно вирішив окремі практичні завдання (**кількість балів 2**).

Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань. Не вирішив жодного практичного завдання (**кількість балів 0**).

Критерії поточної оцінки знань студентів за виконання контрольної роботи

Перше питання.

Правильна і повна відповідь на перше питання. (7 балів).

Відповідь з незначними помилками. (5 балів).

Відповідь, яка містить одну суттєву неточність. (4 бали).

Відповідь з істотними помилками. (3 бали).

Відповідь неповна з істотними помилками. (2 бали).

Відсутність відповіді. (0 балів).

Друге питання.

Правильна і повна відповідь на друге питання. (7 балів).

Відповідь з незначними помилками. (5 балів).

Відповідь, яка містить одну суттєву неточність. (4 бали).

Відповідь з істотними помилками. (3 бали).

Відповідь неповна з істотними помилками. (2 бали).

Відсутність відповіді. (0 балів).

Третє питання.

Рішення завдання правильне і повне. (6 балів).

Правильний хід рішення, але рішення не закінчено. Істотні помилки відсутні. (4 бали).

Рішення містить суттєву помилку і не завершено. (2 бали).

Рішення відсутнє або запропоновано рішення з декількома істотними помилками. (0 балів).

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів.

1 питання теоретичне.

- Правильна і повна відповідь (14 балів).
- Відповідь не повна, істотних помилок не містить. (11-13 балів).
- Відповідь не повна, містить одну суттєву помилку. (8-10 балів).
- Відповідь не повна і містить дві суттєві помилки. (5-7 балів).
- Відповідь не повна і містить більше двох помилок. (1-4 бали).
- Відповідь відсутня. (0 балів)

2 питання, теоретичне.

- Правильна і повна відповідь (14 балів).
- Відповідь не повна, істотних помилок не містить. (11-13 балів).
- Відповідь не повна, містить одну суттєву помилку. (8-10 балів).
- Відповідь не повна і містить дві суттєві помилки. (5-7 балів).
- Відповідь не повна і містить більше двох помилок. (1-4 бали).
- Відповідь відсутня. (0 балів)

3 питання. Практичне.

- Завдання вирішене правильно і повністю. (12 балів).
- Рішення в основному правильне, містить неточності в поясненнях. (8-11 балів).
- Підхід до вирішення завдання правильний, але є помилкові дії і висновки. (4-7 балів).
- Підхід до вирішення завдання неправильний або має лише фрагменти правильних дій і висновків. (0-3 балів).

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Александров Є. Є. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами: Підручник у 3-х томах. Т. 1. Теорія автоматичного керування / Є. Є. Александров, Е. П. Козлов, Б. І. Кузнецов / За заг. ред. Александрова Є. Є. – Харків: НТУ «ХП», 2002. – 490 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. Математичне моделювання в електроенергетиці : підручник / за ред. М. С. Сегеди. – 2-ге вид. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 606 с.
4. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 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.
7. Дубовой В. М. Моделювання та оптимізація систем : підручник / Кветний Р. Н. , Михальов О. І. , Усов А. В. – Вінниця : ПП «ГД«Едельвейс», 2017 – 804 с.

Допоміжна література

1. Fletcher R. Practical methods of optimization / R. Fletcher. – 2-d edition. – UK, Chichester : John Wiley & Sons Ltd, 2000. – 436 p.
2. Luenberger D. G. Linear and nonlinear programming / D.G. Luenberger, Y. Yinyu. – 3-d edition. – USA, New York : Springer, 2008. – 546 p.
3. Bazaraa M.S. Nonlinear programming : theory and algorithms / M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty. – 3-d edition. – USA, Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons Inc., 2006. – 853 p.
4. Sun W. Optimization theory and methods. Nonlinear programming / W. Sun, Y. X. Yuan. – USA, New York: Springer, 2006. – 687 p.
5. Severin V. P. Development of the controller for the quadcopter Finken in simulation enviroment Vrep / V. P. Severin, E. N. Nikulina, V. S. Buriakovskiy // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 37 (1209). – С. 9–12.
6. 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.
7. 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.
8. Нікуліна О. М., Северин В. П., Шаров В. О. Розробка моделі заводостійкої передачі даних для інформаційної технології оптимізації управління динамічними системами // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – № 2 (8). – С. 57–62.
9. Нікуліна О. М., Северин В. П., Бубнов А. І., Кондратов О. М., Розробка нелінійної моделі парогенератора АЕС для інформаційної технології оптимізації управління // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – № 1 (7). – С. 21–27.
10. 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.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

<https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/29697>