

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій



ЗАТВЕРДЖЕНО

Гарант освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти:

к.т.н., доцент  О.В. Лиса

СИЛАБУС

НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«МЕТОДИ СИНТЕЗУ ТА АНАЛІЗУ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО
КЕРУВАННЯ»**

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ОП «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Львів 2023

Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь

Освітній ступінь: бакалавр

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

(шифр і назва)

Спеціальність: 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва)

Характеристика навчальної дисципліни:

вибіркова

Кількість кредитів -за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS - 7

Загальна кількість годин – 210

Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачено

(назва)

Вид контролю: залік

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 3

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 57%

для заочної форми навчання – 22%

Викладач дисципліни: Чаплига Вячеслав Михайлович, д.т.н., професор кафедри інформаційних систем та технологій, професор, Заслужений працівник освіти України.



Доктор технічних наук з 1991 року за спеціальностями 05.13.13 - обчислювальні машини, системи і мережі та 05.13.05 - елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування (151 - автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології).

У 2017 р. призначений на посаду професора кафедри Інформаційних технологій Львівського національного аграрного університету і заснував кафедру

Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Має 193 публікації, з них 142 наукових та 32 навчально-методичного характеру, у тому числі: 5 монографій; 11 публікацій у періодичних виданнях, які включені до наукометричної бази Scopus; 15 авторських свідоцтв на винаходи та 2 патенти України.

Коло наукових інтересів: Методи, моделі і новітні комп'ютерно-інтегровані та інформаційно-комунікаційні технології в процесах цифрової трансформації галузей економіки і освіти.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В сучасних умовах господарювання в усіх галузях економіки країни прискорюються процеси цифрової трансформації на основі новітніх інформаційних технологій та широкого застосування систем автоматичного керування.

У межах дисципліни «Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування» здобувачі освітнього ступеня магістр формують інтегральну, загальні та спеціальні (фахові) компетентності, а саме, опановують знання методів із аналізу та синтезу технічних систем автоматичного керування, що застосовують в різних галузях АПК.

Метою викладання навчальної дисципліни «Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування» є засвоєння студентами на основі системного підходу сучасних методів синтезу, аналізу систем автоматичного керування, формування особистісного світогляду, який дозволяє вільно орієнтуватись у теоретичних і практичних засадах синтезу, аналізу, реалізації і та ефективного використання сучасних САК в технологічних процесах галузей АПК.

Основним завданням вивчення дисципліни є формування знань та практичних умінь з синтезу, аналізу та моделювання систем автоматичного керування в АПК.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати:

- визначення і термінологію синтезу, аналізу, моделювання систем автоматичного керування;
- сучасні методи синтезу систем автоматичного керування, які ґрунтуються на стандартному розподілі коренів характеристичного рівняння замкненої системи;
- сучасні програмні засоби синтезу, аналізу, імітаційного моделювання систем автоматичного керування;
- історичні передмови розвитку Теорії автоматичного керування як самостійної науки;
- класифікацію систем автоматичного керування та знати особливості кожного напрямку;
- основні принципи побудови автоматизованих систем керування та регулювання технологічних процесів в АПК;
- методи моделювання об'єктів керування, аналізу і синтезу автоматизованих систем управління технологічними об'єктами та процесами.

вміти:

- застосовувати сучасні методи синтезу систем керування, які ґрунтуються на стандартному розподілі коренів характеристичного рівняння замкненої системи автоматичного керування;

- застосовувати методи синтезу систем керування, які ґрунтуються на розв'язанні обернених задач динаміки;
- застосовувати сучасні методи варіаційного числення для рішення задач синтезу та аналізу САК.
- застосовувати експериментально-статистичні методи для побудови математичних моделей технологічних об'єктів автоматичного керування;
- планувати промислові, лабораторні та машинні експерименти;
- ставити і вирішувати задачі оптимізації параметрів автоматизованих систем управління технологічними об'єктами та процесами шляхом машинного моделювання;

ВОЛОДІТИ:

- навичками застосування сучасних інформаційних технологій для синтезу та аналізу САК;
- навичками розв'язання задач аналітичного конструювання регуляторів;
- навичками визначати стійкість систем автоматичного керування та показники якості автоматизованих систем керування.

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ - ПРОГРАМНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ

ФК04. 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.

ФК14. Здатність проектувати комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси виробництва засобів автоматизації, обирати технологічне обладнання для побудови виробничих комплексів інтелектуальних виробництв, із використанням хмарних технологій.

Програмні результати навчання:

ПР06. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПР015. Вміти створювати технологічні процеси сучасних виробництв за допомогою комп'ютерно-інтегрованих технологій та спеціального програмного забезпечення.

**2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(ЗМІСТ)**

**Змістовий модуль 1. Постановка задач та методи аналізу систем
автоматичного керування**

Тема 1. Мета та задачі дисципліни «Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування». Класифікація систем автоматичного керування.

Тема 2. Мета і задачі автоматичного керування. Математичні моделі систем автоматичного керування. Подання систем у вигляді диференціальних та різницевих рівнянь. Перетворення моделей типу «вхід - вихід» на моделі у

змінних стану. Типові динамічні ланки САК та їхні характеристики. Подання САК у вигляді структурних схем.

Тема 3. Показники якості керування. Узагальнені показники якості процесів керування. Поняття про оптимальне керування. Постановка задачі оптимального керування. Види функціоналів. Класифікація задач оптимального керування. Поняття про адаптивне керування.

Тема 4. Аналіз якісних властивостей систем керування. Керованість і спостережуваність САК. Дослідження руху систем на фазовій площині. Особливі точки й фазові портрети нелінійних систем.

Тема 5. Поняття про стійкість лінеаризованих систем. Критерії стійкості Гурвіца та Михайлова. Стійкість нелінійних систем. Теореми Ляпунова. Чутливість систем керування.

Змістовий модуль 2. Методи синтезу систем автоматичного керування.

Тема 6. Синтез систем керування. Класичний підхід. Метод кореневого годографа. Типові закони керування (типові регулятори). Використання коригувальних пристроїв у системах керування.

Тема 7. Застосування методів варіаційного числення для розв'язування задач оптимального керування. Варіація функціонала. Необхідна умова існування екстремуму. Рівняння Ейлера. Рівняння Ейлера-Лагранжа та Ейлера-Пуассона. Умовний екстремум функціонала. Синтез оптимальних систем керування за допомогою варіаційних методів.

Тема 8. Синтез оптимальних систем керування за допомогою принципу максимуму Л.С. Понтрягіна. Принцип максимуму. Застосування ПМП для синтезу оптимальних систем. Задачі про керування консервативним об'єктом. Аналітичний синтез оптимальних регуляторів відповідно до квадратичного критерію якості за допомогою принципу максимуму Понтрягіна.

Тема 9. Розв'язування задач оптимізації методом динамічного програмування. Дискретна форма варіаційної задачі. Принцип оптимальності Р. Беллмана. Неперервна задача динамічного програмування.

Тема 10. Адаптивні системи керування. Загальна характеристика адаптивних систем та їх класифікація. Типи самоналаштувальних систем. Проектування СНС з еталонною моделлю на основі прямого методу Ляпунова.

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, лабораторні заняття, консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції – бесіди і лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією і дозволяє привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, визначити у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що

переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки. При проведенні лабораторних занять передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як робота у малих групах або дискусія.

Здобувачі вищої освіти працюють з хмарними сервісами MS 365 або з матеріалом мережі Інтернет, пакетами прикладних програм, виконують усні та індивідуальні завдання, виступають з презентаціями, підготовленими як індивідуальні проекти. Програмою передбачено такі проекти для формування професійної компетентності: виступ за темою індивідуального науково-дослідного завдання (або з темою самостійного вивчення дисципліни) та виступ за темами лабораторно-практичних занять (у вигляді презентації).

3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усьог о	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
	Рік підготовки 4 Семестр 7,8						Рік підготовки 1 Семестр 1					
Тема 1	12	2	4	–	–	6	16	1	1	–	–	14
Тема 2	22	4	4	–	–	14	16	1	1	–	–	14
Тема 3	22	4	4	–	–	14	20	2	1	–	–	17
Тема 4	22	4	4	–	–	14	20	2	1	–	–	17
Тема 5	22	4	4	–	–	14	22	2	1	–	–	17
Тема 6	22	4	4	–	–	14	22	2	1	–	–	17
Тема 7	22	4	4	–	–	14	22	2	1	–	–	17
Тема 8	22	4	4	–	–	14	22	2	1	–	–	17
Тема 9	22	4	4	–	–	14	22	2	1	–	–	17
Тема 10	22	4	4	–	–	14	22	2	1	–	–	17
Разом за семестр	210	38	40	–	–	132	210	12	14	–	–	174

Завдання для самостійного вивчення навчальної дисципліни «Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування»

№ з/п	Назва теми
Змістовий модуль 1. Постановка задач та методи аналізу систем автоматичного керування	
1	Типові динамічні ланки САК та їхні характеристики. Подання САК у вигляді структурних схем.
2	Класифікація задач оптимального керування. Поняття про адаптивне керування.

3	Дослідження руху систем на фазовій площині. Особливі точки й фазові портрети нелінійних систем.
4	Теорема Ляпунова. Чутливість систем керування.
Змістовий модуль 2. Методи синтезу систем автоматичного керування	
5	Типові закони керування (типові регулятори). Використання коригувальних пристроїв у системах керування.
6	Синтез оптимальних систем керування за допомогою варіаційних методів.
7	Аналітичний синтез оптимальних регуляторів відповідно до квадратичного критерію якості за допомогою принципу максимуму Понтрягіна. Розв'язування задач оптимізації методом динамічного програмування.
8	Адаптивні системи керування. Загальна характеристика адаптивних систем та їх класифікація.

**План лекційних занять з дисципліни
«Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування»**

№ з/п	Тема, питання що вивчаються	К-сть год.
Змістовий модуль 1. Аналіз та моделювання елементів і систем автоматизації.		
1.	Тема 1. Мета та задачі дисципліни «Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування». Класифікація систем автоматичного керування.	2
2.	Тема 2. Мета і задачі автоматичного керування. Математичні моделі систем автоматичного керування. Подання систем у вигляді диференціальних та різницьових рівнянь. Перетворення моделей типу «вхід - вихід» на моделі у змінних стану.	6
3.	Тема 3. Показники якості керування. Узагальнені показники якості процесів керування. Поняття про оптимальне керування. Постановка задачі оптимального керування. Види функціоналів.	4
4.	Тема 4. Аналіз якісних властивостей систем керування. Керуваність і спостережуваність САК.	4
5.	Тема 5. Поняття про стійкість лінеаризованих систем. Критерії стійкості Гурвіца та Михайлова. Стійкість нелінійних систем.	6
Змістовий модуль 2. Методи синтезу систем автоматичного керування.		
6	Тема 6. Синтез систем керування. Класичний підхід. Метод кореневого годографа.	4

7.	Тема 7. Застосування методів варіаційного числення для розв'язування задач оптимального керування. Варіація функціонала. Необхідна умова існування екстремуму. Рівняння Ейлера.	6
8.	Тема 8. Синтез оптимальних систем керування за допомогою принципу максимуму Л.С. Понтрягіна. Принцип максимуму. Застосування ПМП для синтезу оптимальних систем. Задачі про керування консервативним об'єктом.	8
	ВСЬОГО	14

**ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
«Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування»**

№ з/п	Тема і короткий зміст заняття	К-сть год	К-сть балів
Змістовий модуль 1. Аналіз та моделювання елементів і систем автоматизації			
1	Тема 1. Задано модель об'єкта типу «вхід – вихід». Перетворити її на модель у змінних стану. Визначити передавальну функцію для кожної із заданих схем.	2	6
2	Тема 2. Проаналізуйте реакцію на збурення системи, схему якої зображено на рис. Визначте параметри системи, схему якої зображено на рис.	2	6
3	Тема 3. Побудувати матриці керованості й спостережуваності для системи, заданої у нормальній формі Коші.	2	6
4	Тема 4. У застосуванні до зображених нижче структурних схем системи, з'ясувати, для яких значень коефіцієнтів усталена помилка не буде перевищувати заданої величини.	2	6
5	Тема 5. Знайти екстремалі кожного із заданих функціоналів. Знайти мінімум кожного з функціоналів завдання 1.	2	6
6	Тема 6. Виконати синтез оптимальної системи керування на основі ПМП, критерій оптимальності керування задано	2	6
7	Тема 7. Задано критерій J та об'єкт керування. Необхідно синтезувати методом динамічного програмування оптимальний регулятор, який переводить об'єкт у початок фазових координат. З урахуванням наведених нижче початкових умов побудувати оптимальний перехідний процес.	4	6
8	Тема 8. Структурна схема СНС з налаштуванням залежно від зовнішніх впливів.	4	6

Змістовий модуль 2. Методи синтезу систем автоматичного керування			
9	Тема 16. Для екстремального об'єкта із заданою нижче характеристикою, визначити напрям, у якому ця характеристика зростає найбільше в заданих точках.	2	7
10	Тема 17. В умовах задачі про максимальну швидкодію визначити оптимальне керування й оптимальні траєкторії руху системи на фазовій площині, скориставшись наведеними нижче вихідними даними.	2	7
11	Тема 18. Синтезувати систему керування з аперіодичною реакцією та часом регулювання Тр.зад. Побудувати перехідну функцію системи з аперіодичною реакцією Н (t)	2	8
12	Тема 19. Дано передавальну функцію ланки. Визначити її АЧХ й ФЧХ.	2	8
13	Тема 20. Скласти рівняння Ейлера – Лагранжа для сформульованих нижче задач.	2	8
14	Тема 21. Дослідження САУ для реальних технологічних процесів в АПК.	2	8
15	Тема 22. Дано лінійну систему. Дослідити її рух методом фазової площини.	4	9
16	Тема 23. Дослідити подані нижче системи на керованість і спостережуваність.	4	9
Всього		40	100

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ

1. *Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).*
2. *Письмова аудиторна та позааудиторна перевірка – підготовка звітів з лабораторно-практичних робіт, розв'язування задач і прикладів, підготовка рефератів, презентацій, контрольні роботи (з конкретних питань тощо) або тести*
3. *Практична перевірка – аналіз фахової інформації, рішення професійних завдань.*

Види контролю: поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50+50 балів)										За лабораторно-практичні роботи	
Змістовий модуль 1										50 балів	
T1	T2	T3	T4	T5							
1	1	1	1	1							
Змістовий модуль 2										50 балів	

Т 6	Т 7	Т 8	Т 9	Т 10												СУМА
1	1	1	1	1												100 балів

T1, T2 ... T10– теми

Відпрацювання пропущених занять студентами здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного аграрного університету пропущених лекційних, практичних, лабораторних та семінарських занять». Студент представляє конспект а з пропущеної теми лекційного курсу та опрацьований лабораторно-практичний матеріал (захист роботи або контрольна чи тестові завдання)) з відповідної тематики. Самостійне вивчення навчальної дисципліни за вищевказаними темами передбачає також підготовку рефератів, доповідей, презентацій (максимальна кількість балів - 5 за одну тему, але не більше 10 балів за весь курс дисципліни).

Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен.

КРИТЕРІЇ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Поточне оцінювання здійснюється за кожним завданням в межах розділів. Оцінюються і завдання, виконувані в аудиторії, і завдання, виконувані під час самостійної роботи. Протягом вивчення дисципліни здійснюється самоконтроль. Загальні критерії оцінок: “відмінно” – здобувач вищої освіти виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу дисципліни, передбаченого програмою; опрацював основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою; проявив творчі здібності у розумінні, логічному, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв’язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. “добре” – здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання вище середнього рівня навчального матеріалу дисципліни; продемонстрував уміння легко виконувати завдання, передбачені програмою; опрацював літературу, рекомендовану програмою; засвоїв взаємозв’язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. “задовільно” – здобувач вищої освіти виявив знання навчального матеріалу дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; виконав завдання, передбачені програмою; ознайомився з основною літературою, що зазначена у програмі; припустив значну кількість помилок або недоліків у відповідях на запитання співбесіди, тестування, при виконанні завдань тощо, які може усунути самостійно. “незадовільно” – здобувач вищої освіти не має знань зі значної частини навчального матеріалу; припускає принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань.

Теми контрольних питань для СРС

1. Назвіть основні елементи узагальненої структурної схеми САК.
2. У чому полягає відмінність між системою керування та системою регулювання?
3. За якими ознаками класифікують САК?
4. Перелічіть основні етапи синтезу САК.
5. Які дві умови задовольняє модель САК у змінних стану?
6. Яким чином визначається розмір матриць А, В, С, D моделі лінійних САК, записаних у змінних стану?
7. Яка розмірність сталих часу ланок САК?
8. Що називають статичною характеристикою ланки САК?
9. Перелічіть динамічні характеристики ланок САК.
10. Що являє собою передавальна функція динамічної ланки (системи)?
11. Дайте визначення перехідної та імпульсної перехідної функцій.
12. Дайте визначення амплітудної та фазової частотних характеристик СК.

13. Назвіть основні типові ланки САК. За якими характеристиками їх класифікують?
14. Який вигляд має передавальна функція позиційних ланок?
15. Яка основна властивість немінімально-фазових ланок?
16. Що називають структурною схемою САК?
17. Назвіть основні правила еквівалентного перетворення структурних схем лінійних СК?
18. Що являє собою зворотний зв'язок у САК?
19. Який вигляд має канонічна форма моделі СК у змінних стану?
20. Дайте визначення імпульсної перехідної функції СК?
21. Яким чином можна сформулювати мету і задачу керування?
22. Які умови слугують для визначення області допустимих станів і області допустимих керуючих впливів?
23. Що вкладають у поняття «ефективність керування»?
24. Перелічіть основні показники якості керування.
25. Сформулюйте задачу оптимального керування.
26. Які складові частини включає формалізована задача оптимального керування?
27. Перелічіть основні типові інтегральні критерії оптимального керування.
28. Яку систему називають оптимальним програматором? Регулятором?
29. У яких випадках доцільне застосування адаптивних СК?
30. За якими ознаками класифікуються адаптивні СК?
31. Сформулюйте гіпотезу квазістаціонарності.
32. Який вигляд має узагальнена структурна схема адаптивної СК?
33. Дайте визначення понять керованості й спостережуваності системи.
34. Сформулюйте критерії повної керованості й спостережуваності лінійної системи.
35. Якими будуть розмірності матриць керованості й спостережуваності лінійної системи 4-го порядку із трьома входами та двома виходами?
36. Як визначають розмірність фазового простору системи?
37. Яким чином визначають координати особливих точок системи?
38. Назвіть типи особливих точок, які вам відомі.
39. Як визначають тип особливої точки й характер перехідного процесу в її околі?
40. Дайте визначення ізокліни.
41. У чому полягають особливості аналізу нелінійних систем методом фазової площини?
42. Дайте визначення стійкості лінійної системи.
43. Якими методами можна виконати аналіз стійкості лінійної системи?
44. Сформулюйте критерій Гурвіца стійкості лінійної системи.
45. Що називається годографом Михайлова? Який вигляд він має у застосуванні до стійкої системи?
46. Дайте визначення стійкості нелінійної системи за Ляпуновим.
47. Що означає стійкість нелінійної системи «у малому»? «у великому»? «у цілому»?
48. У чому полягає перший метод Ляпунова аналізу стійкості систем «у малому»?
49. Дайте визначення функції Ляпунова.
50. Сформулюйте другий (прямий) метод Ляпунова для аналізу стійкості систем «у великому».
51. Дайте визначення поняття чутливості СК.
52. Який сенс мають функції чутливості?
53. Які методи синтезу застосовують у класичній теорії керування?
54. Що являє собою кореневий годограф?
55. Як формується допустима область розташування коренів характеристичного рівняння СК?
56. Які існують типові закони керування?
57. У яких випадках застосовують типові закони керування?
58. Які існують способи вмикання коригувальних пристроїв?

59. Яким показником якості має відповідати перехідний процес, що називається аперіодичною реакцією?
60. Який вигляд має нормована передавальна функція системи?
61. Яка структура ПД-закону керування?
62. Який існує зв'язок між показниками якості процесу керування і розташуванням коренів характеристичного рівняння системи на комплексній площині?
63. Сформулюйте необхідні умови існування екстремуму функціонала.
64. Який порядок має рівняння Ейлера стосовно найпростішої варіаційної задачі?
65. Дайте визначення екстремалі.
66. Яким чином визначають сталі загального розв'язку рівняння Ейлера?
67. Сформулюйте задачу умовної оптимізації Лагранжа.
68. Яким чином будують функцію Лагранжа?
69. Які існують узагальнення найпростішої варіаційної задачі?
70. Скільки невідомих сталих може включати загальний розв'язок рівняння Ейлера? У який спосіб можна їх визначити?
71. Від чого залежить кількість рівнянь Ейлера – Лагранжа в системі відповідної задачі умовної оптимізації Лагранжа?
72. Сформулюйте ізопериметричну задачу, задачі Майєра і Больца. Яким чином вони пов'язані між собою?
73. Який алгоритм синтезу оптимального регулятора?

Рекомендована література

Базова

1. Онисик С. Б. Моделювання об'єктів керування. Поняття. Тлумачення. Моделі. Дослідження. Навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 292 с.
2. Shakirov S. Synthesis of Automatic Control Systems for Technological Processes of the Gas-Air Path of the Organic Waste Processing Plant. 2020. DOI:10.25205/1818-7900-2020-18-4-86-105
3. Yuh-Shyang Wang. A System Level Approach to Controller Synthesis. <https://arxiv.org/pdf/1610.04815.pdf>
4. Кукушкин О.Н. Моделирование и идентификация объектов управления средствами MATLAB/Simulink. Лабораторный практикум., - Днепропетровск, НМетАУ, 2004. - 50 с.
5. 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.
6. Діордієв В. Т. Автоматизація процесів виробництва комбікормів в умовах реформованих господарств АПК: Навчальний посібник / В. Т. Діордієв. - Сімферополь: ДОЛЯ, 2004. - 138 с.
7. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування/ Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О.-К.:Аграрна освіта, 2010. -557 с.
8. Рабик В.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики / В.М.Рабик Навчальний посібник / - Львів: СПОЛЮМ, 2013, 312 с.
4. Інформатика та системологія: навч. посіб. –2-ге вид., оновл. і допов. / В.Д.Данчук, В.С.Садовенко. –Київ: НТУ, 2016 –190 с. .
5. Системы оптимального управления прецизионными электроприводами/ А.В.Садовой, Б.В.Сухинин, Ю.В.Сохина: Под. ред. А.В.Садового.-К.:ИСИМО, 1996.-298 с., ил.
6. Релейные системы оптимального управления электроприводами/ А.В.Садовой, Б.В.Сухинин, Ю.В.Сохина, А.Л.Дерец: Под. ред. А.В.Садового.- Днепродзержинск, 2011.-337 с., 164 ил.
7. Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства. – М.: Машиностроение, 1976. – 184 с.

8. Крутько П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем. Линейные модели. - М.: Наука, 1987. – 304 с.

Допоміжна

1. Мартиненко І. І. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК: Підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. - К.: НМЦ Мінагропрому України, 2008 - 330 с.
2. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості/ Ладанюк А.П., Тренуб В.Г., Гельперін І.В., Цюцюра В.Д.-К.: Аграрна освіта, 2001.-224 с.
3. Бобух А. О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посіб. [Текст] / А. О. Бобух. – Х. : ХНАМГ. 2006. – 185 с.
4. Бобух А. А. Компьютерно – интегрированная система автоматизации технологических объектов управления централизованным теплоснабжением : монография [Текст] / А. А. Бобух, Д. А. Ковалев; под общ. ред. А. А. Бобуха. – Х. : ХНУГХ. 2013. – 226 с.

Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси, книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНАУ, наукових, науково-технічних та інших бібліотек України.
2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет з переліком сайтів:
3. <http://ukrlibrary.org/1101.htm>
4. <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-2/08lvioap.pdf>
5. <https://support.office.com/uk-ua/article/>
6. <https://studopedia.org/4-691.html>
7. <https://sites.google.com/site/cleveroffice21century/dinamicni-diagrami-v-excel/dinamicni-diagrami>
8. http://moonexcel.com.ua/tip_interactive_graph_ua

ПОЛІТИКА КУРСУ («ПРАВИЛА ГРИ») В АУДИТОРНИЙ ЧАС

Курс передбачає роботу в колективі. Студенти під час лекційних занять ведуть конспект з відповідної теми. Під час заняття або ж в кінці лектор ставить питання, веде діалог з аудиторією для кращого засвоєння теоретичного матеріалу. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача. Під час роботи над індивідуальними науково-дослідними завданнями та проектами не допустимо порушення академічної доброчесності. Усі письмові роботи перевіряються на наявність плагіату та відповідність варіанту завдання і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше передбаченого методичними вказівками для кожної роботи обсягу. Списування під час модульного контролю та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.