Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки
Кафедра прикладної математики

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної, методичної та виховної роботи
_____ О.А. Лагоднюк
“____”_____ 2019 р.

04-01-83

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Теорія керування
Control theory

спеціальність 113 „Прикладна математика”
specialty 113 „Applied mathematics”

Рівне – 2019

Робоча програма „Теорія керування” для студентів, які навчаються за спеціальністю 113 „Прикладна математика ”. Рівне: НУВГП, 2019. 14 с.

Розробник:
Гладун Любомир Володимирович, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри прикладної математики.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри прикладної математики
Протокол від 28 серпня 2019 року № 16
Завідувач кафедри _____П.М.Мартинюк

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 113 „Прикладна математика”
Протокол від 30 серпня 2019 року № 8
Голова науково-методичної
комісії __ _____П.М.Мартинюк

© Гладун Л.В., 2019 рік
©НУВГП, 2019 рік

ВСТУП

Програма нормативної навчальної дисципліни „Теорія керування” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності „Прикладна математика”.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є лінійні та неперервні системи керування, принцип максимуму Понтрягіна, а також методи знаходження оптимальних траєкторій руху таких систем.

Міждисциплінарні зв’язки: дисципліна „Теорія керування” є складовою циклу професійної підготовки (навчальні дисципліни фахової підготовки). Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів – „Математичний аналіз”, „Методи оптимізації та дослідження операцій”, „Функціональний аналіз”.

Програма передбачає цілеспрямовану роботу над вивченням спеціальної літератури, активну участь на лекціях та під час практичних занять, самостійну роботу.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Анотація

При функціонуванні керованих систем виникають задачі знаходження таких значень параметрів керування, при яких досягаються оптимальні значення деяких критеріїв, які пов’язані з ними. Теорія керування розглядає методи розв’язання таких задач для цілком керованих лінійних та неперервних систем керування. Вони можуть використовуватись для розв’язання задач економіки, медицини, гідротехніки та при вивченні таких дисциплін: „Математичне моделювання”, „Випадкові процеси та їх моделювання”.

Ключові слова: фазові координати, параметри керування, цілком керовані лінійні системи, задача швидкодії, принцип максимума Понтрягіна, неперервні системи керування.

Abstract

At functioning of the guided systems there are tasks of finding of such values of management parameters, which the optimal values of some criteria, which are related to them, are arrived at. A management theory examines the methods of decision of such tasks for fully guided linear and continuous control system. They can be used for the decision of tasks of economy, medicine, hydraulic engineering, and at the study of such disciplines: „Mathematical design”, „Random processes and their simulation”.

Key words: phase coordinates, management parameters, fully guided linear systems, task of fast-acting, principle of maksimuma of Pontryagina, continuous control system.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти</td><td>Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 4</td><td>Галузь знань: 11 „Математика та статистика”</td><td>Нормативна</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="4">Спеціальність: 113 „Прикладна математика”</td><td>Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання: –</td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 120</td><td>8-й</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5; самостійної роботи студента – 6</td><td rowspan="6">Рівень вищої освіти: бакалавр</td><td>Лекції</td></tr>
<tr><td>18 год.</td></tr>
<tr><td>Практичні</td></tr>
<tr><td>30 год.-</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>72 год.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Форма контролю: екзамен</td></tr>
</table>

Примітка.Співвідношення кількості аудиторних занять, самостійної та індивідуальної роботи студентів в процентах до загальної кількості годин складає 40% до 60%.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: вивчити основні типи задач, що розглядаються в теорії функцій комплексної змінної, та методи знаходження їх розв'язків.

Завдання: засвоїти основні методи розв'язування задач із теорії функцій комплексної змінної.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати методи дослідження на збіжність узагальнених степеневих рядів, способи відображення областей та методи обчислення інтегралів за допомогою лишків;

вміти досліджувати на збіжність узагальнені степеневі ряди, здійснювати конформні відображення областей та обчислювати інтеграли за допомогою лишків.

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Лінійні системи керування

Вступ. Предмет та методи теорії керування. Приклади задач. Структурні схеми для опису систем керування. Фазовий простір. Допустимі розв'язки. Типи фазових траєкторій.

Тема 1. Постановка задачі оптимального керування

Математична модель задачі оптимального керування. Кусково-неперервність параметрів керування. Умови на кінцях траєкторій руху керованої системи.

Тема 2. Задача швидкодії для лінійних систем керування

Поняття цілком керованої лінійної системи. Критерій цілком керованості. Постановка задачі швидкодії. Принцип максимуму Понтрягіна. Алгоритм розв'язання задачі швидкодії з одним параметром керування. Алгоритм розв'язання задачі швидкодії з двома параметрами керування.

Тема 3. Спостережуваність та ідентифікація лінійних систем керування

Поняття спостережуваності для лінійних систем керування. Критерій спостережуваності. Зв'язок між спостережуваністю і цілком керованістю лінійних систем. Поняття ідентифікованості системи керування. Умова ідентифікації лінійної системи керування.

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Неперервні системи керування

Тема 4 . Неперервні системи керування

Поняття неперервної системи керування. Постановка задачі оптимального керування зі закріпленими кінцями і фіксованим часом. Принцип максимуму Понтрягіна. Алгоритм розв’язання задачі зі закріпленими кінцями і фіксованим часом. Постановка задачі з невідомим часом та закріпленими кінцями. Принцип максимуму Потрягіна.

Тема 5. Керовані системи без обмежень

Постановка задачі оптимального керування з майже закріпленими кінцями і фіксованим часом. Принцип максимуму Понтрягіна. Алгоритм розв’язання задачі з майже закріпленими кінцями і фіксованим часом. Постановка задачі оптимального керування з рухомими кінцями і фіксованим часом. Принцип максимуму Понтрягіна. Алгоритм розв’язання задачі з рухомими кінцями і фіксованим часом.

Тема 6. Метод динамічного програмування

Метод динамічного програмування розв’язування задач оптимального керування Принцип оптимальності Р.Белмана для керованих систем. Дискретні системи. Рівняння Белмана для дискретних систем оптимального керування. Алгоритм методу динамічного програмування оптимального керування дискретними системами.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	денна форма				
		у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1 **Змістовий модуль 1. Лінійні системи керування**						
Вступ	4	1				3
Тема *1.* Постановка задачі оптимального керування	11	2	2			7
Тема *2.* Задача швидкодії для лінійних систем керування	24	2	6			16
Тема *3.* Спостережуваність та ідентифікація лінійних систем керування	20	2	4			14
Разом за змістовим модулем 1	**59**	**7**	**12**			**40**
Модуль 2 **Змістовий модуль 2. Неперервні системи керування**						
Тема *4.* Неперервні системи керування	20	3	6			11
Тема 5. Керовані системи без обмежень	20	4	6			10
Тема 6. Метод динамічного програмування	21	4	6			11
Разом за змістовим модулем 2	**61**	**11**	**18**			**32**
Усього годин	**120**	**18**	**30**			**72**

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Задача швидкодії для лінійних систем керування	6
2.	Спостережуваність лінійних систем керування	4
3.	Ідентифікація лінійних систем керування	6
4.	Задача оптимального керування з закріпленими кінцями і фіксованим часом	6
5.	Задача оптимального керування з майже закріпленими кінцями і фіксованим часом	6
6.	Метод динамічного програмування	2
Усього годин		**30**

6. Самостійна робота

Підготовка до аудиторних занять (0,5 год. на 1 год. аудиторних занять) – 24 год.

Підготовка до контрольних заходів (6 год. на 1 кредит) –24 год.

Опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях – 24 год.

Усього – 72 год.

6.1. Завдання для самостійної роботи

№з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фазовий простір	1
2	Типи фазових траєкторій	3
3	Умови на кінцях траєкторій руху керованої системи	4
4	Зв'язок між спостережуваністю і цілком керованістю лінійних систем	2
5	Постановка задачі з невідомим часом та закріпленими кінцями	4
6	Алгоритм знаходження розв’язку задачі з рухомими кінцями і фіксованим часом	4
7	Алгоритм методу динамічного програмування оптимального керування дискретними системами.	6
Усього годин		**24**

6.3 Оформлення звіту про самостійну роботу

Підсумком самостійної роботи над вивченням дисципліни „Теорія керування ” є складання конспекту за темами, вказаними у п.6.2. Загальний обсяг конспекту визначається з умови повноти та якості викладеного матеріалу.

Конспект оформлюється на стандартному папері формату А4 або в зошиті. Конспект може бути рукописним або друкованим і виконується українською мовою.

Перевірка конспекту з самостійної роботи відбувається у терміни, спільно обумовлені студентом і викладачем.

7. Методи навчання

1) Лекції проводяться з використанням технічних засобів навчання і супроводжуються демонстрацією за допомогою кодоскопа лекційного матеріалу та прикладів на прозорих плівках.

2) Практичні роботи проводяться в класі з виконанням завдань біля дошки та завдань для самостійної роботи.

3) Проведення контрольних тестувань.

8. Методи контролю

Оцінювання навчальних досягнень студентів за усіма видами навчальних робіт проводиться за *поточним* контролем**.** Поточний контроль знань студентів із навчальної дисципліни проводиться у письмовій формі.

Контроль самостійної роботи проводиться:

з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;

з практичних робіт – з допомогою перевірки виконаних завдань .

Усі контрольні заходи включено до 100-бальної шкали оцінювання.

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного контролю з навчальної дисципліни „Теорія керування”, є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо).

Оцінювання результатів усіх форм контролю передбачено у 100-бальній шкалі.

Критерії оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на практичних заняттях, результати

самостійної роботи студентів) проводиться у % від кількості балів, виділених на завдання, із заокругленням до цілого числа:

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1. Поточне тестування та СРС			**Модуль 2. Поточне тестування та СРС**			Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			100
40			60			
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	
5	25	10	20	25	15	

Т1, Т2,...,Т6 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

У випадку підсумкового контролю у формі заліку сума набраних балів та оцінка за 4-бальною шкалою оприлюднюються до початку екзаменаційної сесії у електронному журналі академічної групи. Конвертація 100-бальної шкали у 4-бальну здійснюється за наступною таблицею.

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
	для заліку
90–100	зараховано
82–89	
74–81	
64–73	
60–63	
35–59	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

Методичне забезпечення навчальної дисципліни „Теорія керування ” включає:

1. Опорний конспект лекцій *(у електронному і паперовому носієві)* по всіх темах курсу, у тому числі і для самостійного вивчення.
2. Пакети завдань по кожній темі і в цілому по всьому курсу дисципліни.

11. Рекомендована література

Базова

1. Крак Ю.В., Левович О.Л. Теорія керування.-Київ: Либідь, 2003.-380 с.
2. Лавренюк С.П. Варіаційне числення й оптимальне керування.-Київ: НВК,1992.- 108 с.
3. Васильєв В.П. Численные методы решения задач.- М.: Наука, 1980.-400 с.

.

Допоміжна

1. Бублик Б.И. Кириченко Н.Ф. Основы теории управления.- К.: Вища школа, 1975.-328 с.

2. Болтянский Б.М. Математические методы оптимального управления . – М.: Наука, 1969.- 367 с.
3. Беллман Р.- Динамическое программирование.- М.:Иностр. лит., 1960.-400 с.

12. Інформаційні ресурси

1. http://www.kmu.gov.ua/ – Кабінет Міністрів України.
2. http://www.libr.rv.ua/ – Рівненська державна обласна бібліотека.
3. http://www.library.snu.edu.ua/ – Наукова бібліотека.
4. http://www.nbuv.gov.ua/ – Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського
5. http://www.rada.kiev.ua/ – Законодавство України.
6. http://www.rstu.rv.ua/book.html/ – Бібліотека НУВГП.
7. http://www.ukrstat.gov.ua/ – Державний комітет статистики України