

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра прикладної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор
з науково-педагогічної роботи
Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ



_____ 2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Прикладні задачі теорії керування

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ бакалавр _____

галузь знань _____ 11- математика та статистика _____

спеціальність _____ 113 – прикладна математика _____
(шифр і назва)

освітня програма _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ за вибором _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ математики і інформатики _____

2020/2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету математики і інформатики

“31” серпня 2020 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

Сморцова Тетяна Іванівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри прикладної математики.

Програму схвалено на засіданні кафедри Прикладної математики

Протокол від “31” серпня 2020 року №12

Завідувач кафедри Прикладної математики

 Валерій КОРОБОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (освітньо-професійної) програми (керівником проектної групи) Прикладна математика
назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми
(керівник проектної групи) Прикладна математика

 Світлана ІГНАТОВИЧ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і інформатики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “31” серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії факультету математики і інформатики

 Ольга АНОЩЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни **“Прикладні задачі теорії керування”** складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми

бакалавр

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності(напрямку) 113 – Прикладна математика

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни **“Прикладні задачі теорії керування”** є надання майбутнім спеціалістам знань в галузі сучасної теорії керованості та стабілізації та використання її методів при дослідженні прикладних задач.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни **“Прикладні задачі теорії керування”** є: навчити студентів розв’язувати задачі керованості та стабілізації для різних класів керованих систем диференціальних рівнянь, які виникають у прикладних задачах.

1.3. Кількість кредитів – 4.

1.4. Загальна кількість годин – 120.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
<u>Денна форма навчання</u>	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
3-й	
Семестр	
6-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	–
Лабораторні заняття	
–	–
Самостійна робота, в тому числі	
56 год.	
Індивідуальні завдання:	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання.

За результатами вивчення курсу студенти повинні:

знати:

- класифікацію та постановки основних прикладних задач теорії керування;

- умови керованості лінійних систем диференціальних рівнянь зі сталими, неперервними та неперервно диференційовними коефіцієнтами без обмежень на керування;
- умови керованості трикутних систем диференціальних рівнянь;
- умови стабілізованості лінійних та трикутних систем диференціальних рівнянь;
- формулювання та застосування принципу максимуму Понтрягіна;
- умови керованості лінійних систем на підпростір у різних випадках;

вміти:

- перевіряти умови керованості різних класів систем;
- знаходити керування, яке розв'язує задачу 0-керованості для лінійних систем;
- знаходити керування, яке розв'язує задачу стабілізованості для лінійних систем;
- будувати відображення трикутних систем на канонічну систему і знаходити керування, яке розв'язує задачі 0-керованості та стабілізованості для трикутних систем;
- застосовувати принцип максимуму Понтрягіна для лінійної задачі швидкодії;
- досліджувати питання про керованість систем на підпростір.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Умови керованості для лінійних та трикутних систем без обмежень на керування.

Тема 1. Керованість лінійних систем.

- Повна керованість, критерій Калмана повної керованості лінійних систем зі сталими матрицями. Побудова керування.
- Керованість систем з неперервними та з диференційовними матрицями.
- Інтегральна матриця керованості, її властивості. Критерій повної керованості в термінах інтегральної матриці, побудова керування.
- Стабілізація лінійних систем зі сталими коефіцієнтами.

Тема 2. Керованість трикутних систем.

- Нелінійні трикутні системи з одновимірним керуванням.
- Теорема Коробова про зведення трикутних систем до канонічного вигляду.
- Побудова заміни змінних та керування, її глобальна оберненість. Приклади
- Керованість трикутних систем, адитивних за останнім аргументом.
- Стабілізація трикутних систем.

Розділ 2. Задачі оптимального керування та керованість на підпростір.

Тема 3. Лінійна задача швидкодії.

- Постановка лінійної задачі швидкодії.
- Множина керованості за час T , її властивості – опуклість, вкладеність, властивість внутрішніх точок.
- Принцип максимуму Понтрягіна як необхідна і як достатня умова оптимальності для лінійної задачі швидкодії.
- Розв'язання задачі про найшвидшу зупинку візка на рейках.
- Теорема про число перемикачів.

Тема 4. Керованість лінійних систем на підпростір.

- Керованість за вільний, фіксований та наперед заданий час.
- Основні леми та теореми. Приклади.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1						
Тема 1. Керованість лінійних систем.	36	10	10			16
Тема 2. Керованість трикутних систем.	24	6	6			12
Разом за розділом 1	60	16	16			28
Розділ 2						
Тема 3. Лінійна задача швидкодії.	36	10	10			16
Тема 4. Керованість лінійних систем на підпростір.	24	6	6			12
Разом за розділом 2.	60	16	16			28
Усього годин	120	32	32			56

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Умови керованості для лінійних систем, побудування керування	8
2	Стабілізація лінійних систем	4
3	Зведення трикутних систем до канонічного вигляду	4
4	Розв'язання задач керованості та стабілізації для трикутних систем	4
5	Застосування принципу максимуму Понтрягіна для побудови оптимального керування в різних задачах для лінійних систем	6
6	<i>Контрольна робота</i>	2
7	Керованість лінійних систем на підпростір за вільний, фіксований та наперед заданий час	4
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Вивчення матеріалу лекцій	16
2	Виконання домашніх завдань	22
3	Підготовка до контрольної роботи	8
4	Підготовка до залікової роботи	10
	Разом	56

6. Індивідуальне завдання

7. Методи навчання

- лекції,
- практичні заняття,
- консультації, індивідуальні заняття.

Лекційні та практичні заняття проводяться аудиторно. У разі оголошення карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (дистанційно за допомогою платформи Zoom).

8. Методи контролю

- опитування на практичних заняттях,
- проведення та перевірка контрольної роботи,
- проведення заліку.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Сума		
Розділ 1		Розділ 2			Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Залікова робота	
T1	T2	T3	T4	T5				
10	10	10	5	5	10	10	40	100

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

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
Оцінка	Пояснення	
90 – 100	Відмінно	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
70 – 89	Добре	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.

50 –69	Задовільно	Теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками.
1–49	Незадовільно	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

11. Рекомендована література

Основна література

1. Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. Математическая теория оптимальных процессов. – М. – 1961. – 391 с.
2. В. Г. Болтянский. Математические методы оптимального управления. – М.: Наука. – 1968. – 408 с.
3. Э. Б. Ли, Л. Маркус. Основы теории оптимального управления. – М.: Наука. – 1972. – 576 с.
4. В. И. Коробов. Метод функции управляемости. – М.-Ижевск: НИЦ «РХД». – 2007. – 576 с.

Додаткова література

1. Р. Беллман. Динамическое программирование. – М.: Изд-во ин.лит. – 1960. – 400 с.
2. В.И. Коробов. Управляемость, устойчивость некоторых нелинейных систем, Дифференциальные уравнения, 1973, т. 4, № 4, сс. 614-619.
3. В.И. Коробов, А.В. Луценко, Е.Н. Подольский. Стабилизация линейной автономной системы относительно подпространства. 1, Вестник ХГУ, сер. Математика и механика, 1976, № 134, сс. 114-123.
4. В.И. Коробов, А.В. Луценко, Е.Н. Подольский. Стабилизация линейной автономной системы относительно подпространства. 2, Вестник ХГУ, сер. Прикладная математика и механика, 1977, № 148, сс. 3-11.
5. В.И. Коробов. Критерий управляемости линейной системы на подпространство, Вестник ХГУ, сер. Прикладная математика и механика, 1981, № 221, сс. 3-11.
6. В.И. Коробов. Геометрический критерий локальной управляемости динамических систем при наличии ограничений на управление, Дифференц. уравнения, 1979, т. 15, № 9, сс. 1592-1599.
7. V.I. Korobov. Geometric Criterion for Controllability under Arbitrary Constraints on the Control, J. of Optim. Theory and Applications, 2007, Vol. 134, p. 161–176.