

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

механіко-математичний факультет

Кафедра інтегральних та диференціальних рівнянь

Укладач: асистент Сукретна А.В.

спеціальний курс “Сучасна теорія оптимального керування”

назва дисципліни

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

для студентів спеціальності:

“статистика”

шифр і назва напрямку (спеціальності)

Затверджено

на засіданні кафедри

Протокол № ____

від “ ____ ” _____ 2009р.

Зав. кафедри

_____ Перестюк М.О.

Підпис

Прізвище, ініціали

Декан факультету/

Директор інституту

_____ Городній М.Ф.

Підпис

Прізвище, ініціали

КИЇВ – 2009

Робоча навчальна програма зі спеціального курсу
“Сучасна теорія оптимального керування”

Назва навчальної дисципліни

Укладач: кандидат фіз.-мат. наук Сукретна А.В.

Лектор: кандидат фіз.-мат. наук Сукретна А.В.
Науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали

Викладач(і):

*Науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали викладача(ів),
який(і) веде(уть) семінарські, практичні, лабораторні заняття*

Погоджено
з науково-методичною комісією
« ____ » _____ 2009р.

Підпис голови НМК факультету/ інституту

Передмова

Лекційний курс “Сучасна теорія оптимального керування” є спеціальним курсом циклу професійної та практичної підготовки магістрів статистики, які спеціалізуються по кафедрі інтегральних та диференціальних рівнянь (математична економіка). Ця дисципліна викладається на *V курсі у 10-му семестрі* в обсязі *72 години (2 кредити)*, з них: *лекцій – 34 год., самостійної роботи – 38 год.*

Мета і завдання навчальної дисципліни:

Ознайомлення з сучасним станом теорії оптимального керування, розгляд типових задач теорії, які виникають у різних галузях людської діяльності, оволодіння базовими методами розв’язання основних класів задач сучасної теорії оптимального керування.

Предмет навчальної дисципліни:

Системи звичайних диференціальних рівнянь, крайові задачі для рівнянь у частинних похідних; задача оптимального керування; програмне оптимальне керування; оптимальний синтез; задача керованості.

Вимоги до знань та вмінь

Для успішного засвоєння матеріалу студенту необхідно мати тверді знання з нормативних курсів “Диференціальні рівняння”, “Функціональний аналіз”, “Диференціальні рівняння в частинних похідних” і “Варіаційне числення та методи оптимізації”.

Місце навчальної дисципліни в структурно-логічній схемі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра математики.

Дисципліна “Сучасна теорія оптимального керування лінійними ” є складовою циклу професійної та практичної підготовки магістрів статистики, які спеціалізуються по кафедрі інтегральних та диференціальних рівнянь. Її викладанню передують вивчення таких математичних дисциплін, як “Диференціальні рівняння”, “Функціональний аналіз”, “Диференціальні рівняння в частинних похідних”, “Варіаційне числення та методи оптимізації”. У подальшому матеріал курсу “Сучасна теорія оптимального керування” використовується при викладанні інших спеціальних курсів, а набуті студентами знання — при написанні курсових та кваліфікаційних робіт.

Система поточного, модульного та підсумкового контролю

Навчальна дисципліна “Сучасна теорія оптимального керування” оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона поділена на 2 змістовних модулі.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою.

Контроль знань.

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

Оцінювання за формами контролю:

Поточний –

- 2 модульних контрольних завдання, що виконуються студентами в позааудиторні години і здаються викладачу в письмовій формі – 60 балів

За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною шкалою, яка розраховується як середньозважене оцінок за кожен із двох модулів у семестрі та оцінки підсумкового контролю за наступною формулою.

| | <i>Змістовий модуль 1</i> | <i>Змістовий модуль 2</i> | <i>Іспит, залік, інші форми контролю</i> | <i>Разом (підсумкова оцінка)</i> |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|----------------------------------|
| Вагові коефіцієнти (%) | 30% $k_1=0,3$ | 30% $k_2=0,3$ | 40% $k_3=0,4$ | 100% |
| Максимальна оцінка в балах | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Оцінка (бали) | 30 | 30 | 40 | 100 |

При цьому, кількість балів відповідає оцінці:

1-34 – «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;

35-59 – «незадовільно» з можливістю повторного складання;

60-64 – «задовільно» («достатньо»);

65-74 – «задовільно»;

75 - 84 – «добре»;

85 - 89 – «добре» («дуже добре»);

90 - 100 – «відмінно».

Шкала відповідності¹

| За 100-бальною шкалою | Оцінка іспиту за національною шкалою | | Оцінка заліку за національною шкалою |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| 90 – 100 | 5 | відмінно | |
| 85 – 89 | 4 | добре | |
| 75 – 84 | | | |
| 65 – 74 | 3 | задовільно | |
| 60 – 64 | | | |
| 35 – 59 | 2 | незадовільно | |
| 1 – 34 | | | |

**НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ
І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ**

10 семестр

| № теми | Назва теми | Кількість годин | | | |
|---|--|-----------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | лекції | семінари/ лаборат., практичні | самост. робота | Інші форми контр. |
| Змістовий модуль 1 | | | | | |
| Оптимізація скінченно- та нескінченновимірних систем | | | | | |
| 1 | Оптимальне керування для скінченновимірних динамічних систем | 8 | | 8 | |
| 2 | Оптимізація систем з розподіленими параметрами | 10 | | 12 | |
| Модульна контрольна робота | | | | | |
| Змістовий модуль 2 | | | | | |
| Принцип максимуму та метод динамічного програмування для розподілених систем | | | | | |
| 3 | Принцип максимуму для систем з розподіленими параметрами | 8 | | 8 | |
| 4 | Метод динамічного програмування для нескінченновимірних систем | 8 | | 10 | |
| Модульна контрольна робота | | | | | |
| | ВСЬОГО | 34 | | 7 | |

Загальний обсяг – 72 год., в тому числі:

Лекцій – 34 год.

Семінари/лабораторні, практичні – 0 год.

Самостійна робота – 38 год.

Змістовий модуль 1. Оптимізація скінченно- та нескінченновимірних систем

Тема 1. Оптимальне керування для скінченновимірних динамічних систем

Лекція 1. Сучасний стан теорії оптимального керування. Форми оптимального керування.

Завдання для самостійної роботи 1 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [1: гл. 11, § 11.2]

Лекція 2. Принцип максимуму Понтрягіна.

Завдання для самостійної роботи 2 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [1: гл. 8]

Лекція 3. Метод динамічного програмування Беллмана.

Завдання для самостійної роботи 3 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [1: гл. 11]

Лекція 4. Граничний перехід Красовського.

Завдання для самостійної роботи 4 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [2: гл. 7, § 28]

Тема 2. Оптимізація систем з розподіленими параметрами

Лекція 5. Постановка задачі оптимального керування системою, що описується системою з розподіленими параметрами.

Завдання для самостійної роботи 5 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4: гл. I, § 1 – 5]

Лекція 6. Необхідні умови екстремуму.

Завдання для самостійної роботи 6 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4: гл. I, § 6 – 9]

Лекція 7. Метод послідовного спуску.

Завдання для самостійної роботи 7 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4: гл. I, § 10]

Лекція 8. Необхідні умови екстремуму функціоналів, які визначені на випадкових процесах.

Завдання для самостійної роботи 8 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4: гл. I, § 11]

Лекція 9. Оптимальне усереднення керувань методом лінеаризації.

Завдання для самостійної роботи 9 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4: гл. I, § 12]

Завдання для самостійної роботи 10 (2 год.) Виконати контрольне завдання.

Контрольне завдання:

1. Провести порівняльний аналіз принципу максимуму Понтрягіна та методу динамічного програмування Беллмана.
(10 балів)
2. Навести приклад задачі оптимального керування, для якої:
а) не виконується принцип оптимальності Беллмана;
б) не існує оптимального керування в формі синтезу, але існує програмне оптимальне керування.
(20 балів)
3. Підібрати задачу оптимального керування (див., наприклад, [3]), розв'язати її за допомогою принципу максимуму Понтрягіна та методу динамічного програмування Беллмана, порівняти отримані результати з ідеєю граничного переходу Красовського, зробити висновок.
(30 балів)

Змістовий модуль 2. Принцип максимуму та метод динамічного програмування для розподілених систем

Тема 3. Принцип максимуму для систем з розподіленими параметрами

Лекція 10. Принцип максимуму для полілінійних систем.

Завдання для самостійної роботи 11 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4: гл. III, § 2]

Лекція 11. Принцип максимуму для квазілінійних систем.

Завдання для самостійної роботи 12 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4: гл. III, § 5]

Лекція 12. Принцип максимуму для стохастичних одномірних систем.

Завдання для самостійної роботи 13 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4: гл. III, § 8]

Лекція 13. Принцип максимуму для гіперболічних систем другого порядку.

Завдання для самостійної роботи 14 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4: гл. III, § 13]

Тема 4. Метод динамічного програмування для нескінченновимірних систем

Лекція 14. Формальний вивід рівняння Беллмана. Побудова оптимального керування.

Завдання для самостійної роботи 15 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [5: гл. V, § 5.2, п. 5.2.1 – 5.2.3]

Лекція 15. Наближене розв'язання задачі синтезу оптимального керування.

Завдання для самостійної роботи 16 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [5: гл. V, § 5.2, п. 5.2.4 – 5.2.5]

Лекція 16. Керування по границі об'єкту.

Завдання для самостійної роботи 17 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [5: гл. V, § 5.4]

Лекція 17. Оптимальна стабілізація систем з розподіленими параметрами.

Завдання для самостійної роботи 18 (2 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [5: гл. V, § 5.3]

Завдання для самостійної роботи 19 (2 год.) Виконати контрольне завдання.

Контрольне завдання:

1. Провести порівняння задач оптимального керування, в яких оптимальне керування є функцією часу, функцією просторової змінної та функцією змінних обох типів. (20 балів)
2. Простудіювати сучасну наукову статтю за тематикою спеціального курсу. (40 балів)

Перелік питань на іспит

1. Форми оптимального керування.
2. Основні методи теорії оптимального керування, їх порівняння, переваги, недоліки.
3. Граничний перехід Красовського.
4. Необхідні умови екстремуму в задачах оптимального керування системами, що описуються системами з розподіленими параметрами.
5. Принцип максимуму для полілінійних систем.
6. Принцип максимуму для квазілінійних систем.
7. Принцип максимуму для гіперболічних систем другого порядку.
8. Керування з мінімальною енергією при рухомих кінцях.
9. Метод динамічного програмування для нескінченновимірних систем
10. Оптимальна стабілізація систем з розподіленими параметрами.

Рекомендована література

1. Кротов В.Ф. Основы теории оптимального управления. – М.: Высшая школа, 1990.
2. Красовский Н.Н. Теория управления движением. – М., Наука, 1968.
3. Алексеев В.М., Галеев Е.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Сборник задач по оптимизации. – М.: Наука, 1984.
4. Сиразетдинов Т.К. Оптимизация систем с распределенными параметрами. – М., Наука, 1977.
5. Егоров А.И. Оптимальное управление тепловыми и диффузионными процессами. – М., Наука, 1978.