

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

механіко-математичний факультет

кафедра інтегральних та диференціальних рівнянь

Укладач: доцент Ловейкін Ю.В.

Спеціальний курс “Оптимізація динамічних систем”

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

для студентів спеціальності:

“математика”

шифр і назва напрямку (спеціальності)

Затверджено

на засіданні кафедри

Протокол № _____

від “_____” _____ 2012 р.

Зав. кафедри

_____ Перестюк М.О.

Підпис Прізвище, ініціали

Декан факультету/

Директор інституту

_____ Городній М.Ф.

Підпис Прізвище, ініціали

Київ – 2012

Робоча навчальна програма зі спеціального курсу
“Оптимізація динамічних систем”
Назва навчальної дисципліни

Укладач: кандидат фіз.-мат. наук Ловейкін Ю.В.

Лектор: кандидат фіз.-мат. наук Ловейкін Ю.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
«_____» _____ 2012р.

Підпис голови НМК факультету/ інституту

Передмова

Лекційний курс “Оптимізація динамічних систем” є спеціальним курсом циклу професійної та практичної підготовки спеціалістів математики, які спеціалізуються по кафедрі інтегральних та диференціальних рівнянь. Ця дисципліна викладається на *V курсі у 1-му семестрі* в обсязі **180 годин (5 кредитів)**, з них: **лекцій – 22 год., практичних занять – 3 год. самостійної роботи – 155 год.** Формою підсумкового контролю є **залік**.

Мета і завдання навчальної дисципліни:

Ознайомлення з сучасним станом теорії оптимального керування, розгляд типових задач оптимізації динамічних систем, 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, динамічні системи; задача оптимального керування; програмне оптимальне керування; оптимальний синтез; задача керуваності.

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”, “Варіаційне числення та методи оптимізації”.

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

Дисципліна “Оптимізація динамічних систем” є складовою циклу професійної та практичної підготовки спеціалістів математики, 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 “Оптимізація динамічних систем” використовується при викладанні інших спеціальних курсів, а набуті студентами знання — при написанні курсових та кваліфікаційних робіт.

Система поточного, модульного та підсумкового контролю

Навчальна дисципліна “Оптимізація динамічних систем” оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона поділена на два 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 поза-аудиторні години і здаються викладачу в письмовій формі – 60 балів.

За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною шкалою, яка розраховується як сума 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>
Максимальна оцінка в балах	30	30	40	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 відповідності

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

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

№ теми	Назва теми	Кількість годин			
		лекції	семінари/ лаборат., практичні	самот. робота	Інші форми контр.
<i>Змістовний модуль 1</i>					
Оптимізація скінченновимірних та нескінченновимірних систем					
1	Оптимальне керування для скінченновимірних динамічних систем	4		38	
2	Оптимізація систем з розподіленими параметрами	6	2	39	
Модульна контрольна робота					
<i>Змістовний модуль 2</i>					
Принцип максимуму Понтрягіна та метод динамічного програмування для розподілених систем					
3	Принцип максимуму Понтрягіна для систем з розподіленими параметрами	6		39	
4	Метод динамічного програмування для нескінченновимірних систем	6	1	39	
Модульна контрольна робота					
	ВСЬОГО	22	3	155	

Загальний обсяг – **180 год.**, в тому числі:

Лекцій – **22 год.**

Семінари/лабораторні, практичні – **3 год.**

Самостійна робота – **155 год.**

Змістовний модуль 1

Оптимізація скінченновимірних та нескінченновимірних систем

Тема 1. Оптимальне керування для скінченновимірних динамічних систем

Лекція 1. Сучасний стан теорії оптимального керування. Форми оптимального керування. Принцип максимуму Понтрягіна.

Завдання для самостійної роботи 1 (19 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [1, гл. 8; § 11.2].

Лекція 2. Метод динамічного програмування Беллмана. Граничний перехід Красовського.

Завдання для самостійної роботи 2 (19 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [1, гл. 11], [2, гл. 7, § 28].

Тема 2. Оптимізація систем з розподіленими параметрами

Лекція 3. Постановка задачі оптимального керування системою, що описується системою з розподіленими параметрами.

Завдання для самостійної роботи 3 (13 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4, гл. 1, § 1-5].

Лекція 4. Необхідні умови екстремуму. Метод послідовного спуску.

Завдання для самостійної роботи 4 (13 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4, гл. 1, § 6-10].

Лекція 5. Необхідні умови екстремуму функціоналів, які визначені на випадкових процесах. Оптимальне усереднення керувань методом лінеаризації.

Практичне заняття 1 (2 год.). Метод послідовного спуску. Оптимальне усереднення керувань методом лінеаризації.

Завдання для самостійної роботи 5 (13 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4, гл. 1, § 11, 12].

Контрольні питання

1. Сучасний стан теорії оптимального керування.
2. Форми оптимального керування.
3. Принцип максимуму Понтрягіна.
4. Метод динамічного програмування Беллмана.
5. Граничний перехід Красовського.
6. Постановка задачі оптимального керування системою, що описується системою з розподіленими параметрами.
7. Необхідні умови екстремуму.
8. Метод послідовного спуску.
9. Необхідні умови екстремуму функціоналів, які визначені на випадкових процесах.
10. Оптимальне усереднення керувань методом лінеаризації.

Змістовний модуль 2

Принцип максимуму Понтрягіна та метод динамічного програмування для розподілених систем

Тема 3. Принцип максимуму Понтрягіна для систем з розподіленими параметрами

Лекція 6. Принцип максимуму для полілінійних та квазілінійних систем.

Завдання для самостійної роботи 6 (13 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4, гл. 3, § 2, 5].

Лекція 7. Принцип максимуму для стохастичних одномірних систем.

Завдання для самостійної роботи 7 (13 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4, гл. 3, § 8].

Лекція 8. Принцип максимуму для гіперболічних систем другого порядку.

Завдання для самостійної роботи 8 (13 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [4, гл. 3, § 13].

Тема 4. Метод динамічного програмування для нескінченновимірних систем

Лекція 9. Формальний вивід рівняння Беллмана. Побудова оптимального керування.

Завдання для самостійної роботи 9 (13 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [5, пп. 5.2.1–5.2.3].

Лекція 10. Наближене розв'язання задачі синтезу оптимального керування.

Практичне заняття 2 (1 год.). Розв'язання задачі синтезу оптимального керування.

Завдання для самостійної роботи 10 (13 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [5, пп. 5.2.4, 5.2.5].

Лекція 11. Керування по границі об'єкту.

Завдання для самостійної роботи 11 (13 год.). Опрацювати теоретичний матеріал [5, § 5.4].

Контрольні питання

1. Принцип максимуму для полілінійних систем.
2. Принцип максимуму для квазілінійних систем.
3. Принцип максимуму для стохастичних одномірних систем.
4. Принцип максимуму для гіперболічних систем другого порядку.
5. Формальний вивід рівняння Беллмана.
6. Побудова оптимального керування.
7. Наближене розв'язання задачі синтезу оптимального керування.
8. Керування по границі об'єкту.

Перелік питань на залік

Сучасний стан теорії оптимального керування.
Форми оптимального керування.
Принцип максимуму Понтрягіна.
Метод динамічного програмування Беллмана.
Граничний перехід Красовського.
Постановка задачі оптимального керування системою, що описується системою з розподіленими параметрами.
Необхідні умови екстремуму.
Метод послідовного спуску.
Необхідні умови екстремуму функціоналів, які визначені на випадкових процесах.
Оптимальне усереднення керувань методом лінеаризації.
Принцип максимуму для полілінійних систем.
Принцип максимуму для квазілінійних систем.
Принцип максимуму для стохастичних одномірних систем.
Принцип максимуму для гіперболічних систем другого порядку.
Формальний вивід рівняння Беллмана.
Побудова оптимального керування.
Наближене розв'язання задачі синтезу оптимального керування.
Керування по границі об'єкту.

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.

Змістовна програма курсу
“Оптимізація динамічних систем”

Сучасний стан теорії оптимального керування.
Форми оптимального керування.
Принцип максимуму Понтрягіна.
Метод динамічного програмування Беллмана.
Граничний перехід Красовського.
Постановка задачі оптимального керування системою, що описується системою з розподіленими параметрами.
Необхідні умови екстремуму.
Метод послідовного спуску.
Необхідні умови екстремуму функціоналів, які визначені на випадкових процесах.
Оптимальне усереднення керувань методом лінеаризації.
Принцип максимуму для полілінійних систем.
Принцип максимуму для квазілінійних систем.
Принцип максимуму для стохастичних одномірних систем.
Принцип максимуму для гіперболічних систем другого порядку.
Формальний вивід рівняння Беллмана.
Побудова оптимального керування.
Наближене розв'язання задачі синтезу оптимального керування.
Керування по границі об'єкту.

Содержательная программа курса “Оптимизация динамических систем”

Современное состояние теории оптимального управления.
Формы оптимального управления.
Принцип максимума Понтрягина.
Метод динамического программирования Беллмана.
Предельный переход Красовского.
Постановка задачи оптимального управления системой, описываемой системой с распределенными параметрами.
Необходимые условия экстремума.
Метод последовательного спуска.
Необходимые условия экстремума функционалов, определенных на случайных процессах.
Оптимальное усреднение управлений методом линеаризации.
Принцип максимума для полилинейных систем.
Принцип максимума для квазилинейных систем.
Принцип максимума для стохастических одномерных систем.
Принцип максимума для гиперболических систем второго порядка.
Формальный вывод уравнения Беллмана.
Построение оптимального управления.
Приближенное решение задачи синтеза оптимального управления.
Управление по границе объекта.

Course program
"Optimization of Dynamical Systems"

The present state of the theory of optimal control.

Form of optimal control.

Pontryagin maximum principle.

Bellman's dynamic programming method.

Limiting transition Krasovskii.

Statement of the problem of optimal control system, described by a system with distributed parameters.

Necessary conditions.

Sequential descent.

Necessary conditions of functionals defined on stochastic processes.

Averaging of optimal controls by linearization method.

The maximum principle for multilinear systems.

The maximum principle for quasilinear systems.

The maximum principle for stochastic one-dimensional systems.

The maximum principle for hyperbolic systems of second order.

Formal derivation of the Bellman equation.

Construction of optimal control.

Approximate solution for the synthesis of optimal control.

Boundary control of object.