

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра диференціальних рівнянь та керування

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Варіаційне числення та теорія оптимального керування

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки 6.040202 – Механіка

(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності _____

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізації _____

(назва спеціалізації)

факультету Механіко-математичного

(назва факультету)

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Варіаційне числення та теорія оптимального керування. Робоча програма дисципліни “Варіаційне числення та теорія оптимального керування” для студентів за напрямом підготовки “6.040202 – Механіка”, спеціальністю “_____”.
„_____” _____, 2012 р.- 9 с.

Розробники: Сморцова Тетяна Іванівна, кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри диференціальних рівнянь та керування

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри диференціальних рівнянь та керування

Протокол № 3 від. “ 30 ” березня 2012 р.

Завідувач кафедрою диференціальних рівнянь та керування

_____ (Коробов В. І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ _____ ” _____ 20__ р

Схвалено методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол № 6 від. “ 10 ” квітня 2012 р.

“ _____ ” _____ 20__ р. Голова _____ (Тарапова О.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		<u>денна форма навчання</u>	<u>заочна форма навчання</u>
Кількість кредитів – 4.0	Галузь знань <u>0402 фізико-математичні науки</u> (шифр і назва)	<u>Нормативна</u>	
	Напрямок підготовки <u>б.040202 – механіка</u> (шифр і назва)		
Модулів – 3	Спеціальність (професійне спрямування):	<i>Рік підготовки:</i>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		4-й	4-й
Загальна кількість годин - 87		<i>Семестр</i>	
		7-й	8-й
		<i>Лекції</i>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 год. (1 сем.) 3 год. (2 сем.) самостійної роботи студента – 1,5 год. (1 сем.) 2 год. (2 сем.)	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <i>Бакалавр</i>	36 год.	17 год.
		<i>Практичні, семінарські</i>	
			34 год.
		<i>Лабораторні</i>	
		год.	год.
		<i>Самостійна робота</i>	
		24 год.	33 год.
		<i>ІНДЗ:</i> год.	
		Вид контролю: залік+екз.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета полягає у навчанні майбутніх спеціалістів сучасним методам дослідження задач, які зводяться до задач варіаційного числення та оптимального керування.

Завдання навчити студентів розв'язувати основні типи задач варіаційного числення та найпростіші задачі теорії оптимального керування.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати:

- постановку та класифікацію основних задач варіаційного числення;
- постановку та класифікацію основних задач оптимального керування;
- необхідні та достатні умови екстремуму для основних задач варіаційного числення;
- формулювання принципу максимуму Понтрягіна для основних задач оптимального керування;
- метод динамічного програмування аналізу основних задач теорії оптимального керування;

вміти:

- застосовувати необхідні та достатні умови оптимальності в задачах варіаційного числення;
- застосовувати принцип максимуму Понтрягіна при розв'язанні задач теорії оптимального керування;
- застосовувати метод динамічного програмування при дослідженні задач теорії оптимального керування;
- розв'язувати наступні задачі:
 - задача про брахістохрону,
 - аеродинамічна задача Ньютона,
 - задача про форму рівноваги канату,
 - задача Дідони,
 - задача Чаплигіна,
 - задача про відображення екстремалей,
 - задача про переломлення екстремалей,
 - задача про найшвидшу зупинку візка на рейках.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Задачі варіаційного числення

Тема 1. Вихідні поняття та означення варіаційного числення.

- Задача про брахістохрону (постановка).
- Найпростіша задача варіаційного числення (постановка та геометричний зміст).
- Приклади найпростіших задач варіаційного числення.
- Основні поняття та означення варіаційного числення.

Тема 2. Необхідні умови першого порядку.

- Означення та обчислення першої варіації, лема Дюбуа-Реймона.
- Рівняння Ейлера в інтегральній та диференціальній формі.
- Формулювання умов Вейерштрасса-Ердмана.
- Гладкість екстремалей, теорема Гільберта.
- Задача про брахістохрону (розв'язання).
- Аеродинамічна задача Ньютона.

Тема 3. Необхідні умови другого порядку.

- Означення та обчислення другої варіації.
- Необхідна умова Лежандра.
- Необхідна умова Якобі.
- Задача визначення критичної сили Ейлера.
- Необхідна умова Вейерштрасса.

Тема 4. Векторна найпростіша задача варіаційного числення.

- Постановка та необхідна умова розв'язку задачі.

Тема 5. Векторна задача Больца з вільними кінцями.

- Постановка та необхідна умова розв'язку задачі.
- Умови трансверсальності.

Тема 6. Задача з похідними вищих порядків.

- Постановка та необхідна умова розв'язку задачі.
- Лема Лагранжа, рівняння Ейлера-Пуассона.

Тема 7. Задача з багатьма незалежними змінними.

- Ізопериметрична задача, правило множників Лагранжа.
- Задача Дідони, задача про форму рівноваги каната.
- Задача Лагранжа, правило множників Лагранжа.
- Задача Чаплигіна.

Модуль 2. Достатні умови в задачах варіаційного числення

Тема 1. Основна формула для варіації функціонала та її застосування.

- Виведення основної формули для варіації функціонала
- Доведення умов Вейерштрасса-Ердмана.
- Задача з кінцями на заданих кривих.
- Задача про відображення екстремалей, застосування до каламутних середовищ.
- Задача про переломлення екстремалей, застосування до каламутних середовищ.

Тема 2. Елементи теорії поля.

- Означення поля, його властивості.
- Достатні умови сильного мінімуму.
- Достатні умови слабкого мінімуму.

Модуль 3. Елементи теорії оптимального керування

Тема 1. Основні поняття теорії керування.

- Основні означення теорії керування.
- Постановка та класифікація задач теорії оптимального керування.
- Задача о найшвидшу зупинку візка на рейках.

Тема 2. Задача лінійної оптимальної швидкодії.

- Постановка задачі.
- Множина керованості та її властивості.
- Принцип максимуму Понтрягіна, його необхідність, достатність.
- Приклади.
- Теореми про число перемикачів.

Тема 3. Принцип максимуму Понтрягіна в інших задачах теорії керування.

- Принцип максимуму Понтрягіна в задачі Больца з вільними кінцями.
- Принцип максимуму Понтрягіна в задачі Лагранжа з закріпленими кінцями, застосування до найпростішої задачі варіаційного числення.

4. 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
Модуль 1						
Тема 1. Вихідні поняття та означення варіаційного числення.		4				2
Тема 2. Необхідні умови першого порядку.		6	6			6
Тема 3. Необхідні умови другого порядку.		6	2			4
Тема 4. Векторна найпростіша задача варіаційного числення.		4	2			3
Тема 5. Векторна задача Больца з вільними кінцями.		4	2			3
Тема 6. Задача з похідними вищих порядків.		4	2			4
Тема 7. Задачі на умовний екстремум.		8	6			6
Разом за модулем 1		36	20			28
Модуль 2						
Тема 1. Основна формула для варіації функціонала та її застосування.		4	2			5

Тема 2. Елементи теорії поля.		2	2			3
Разом за модулем 2		6	4			8
Модуль 3						
Тема 1. Основні поняття теорії керування.		1				2
Тема 2. Задача лінійної оптимальної швидкодії.		4	4			8
Тема 3. Принцип максимуму Понтрягіна в інших задачах теорії керування.		6	6			12
Разом за модулем 3		11	10			21
Індивідуальне науково-дослідне завдання						
Усього годин		53	34			57

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Найпростіша задача варіаційного числення	6
2	Необхідні умови другого порядку	2
3	Векторна найпростіша задача варіаційного числення	2
4	Задача Больца з вільними кінцями	2
5	Задача з похідними вищих порядків	2
6	Задача з багатьма незалежними змінними	2
7	Задачі на умовний екстремум	4
8	Достатні умови екстремуму	4
9	Задача лінійної оптимальної швидкодії	4
10	Принцип максимуму	6
	Усього годин	34

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення матеріалу лекцій	10
2	Підготовка до практичних занять, виконання домашніх завдань	15
3	Виконання модульної контрольної роботи	7
4	Підготовка до контрольних робіт	7
5	Підготовка до заліку	8
6	Підготовка до екзамену	10
	Разом	57

7. Методи навчання

- лекції,
- практичні заняття,
- контрольні роботи,
- індивідуальні завдання,
- консультації, індивідуальні заняття.

8. Методи контролю

- проведення та перевірка контрольних робіт, індивідуальних завдань,
- проведення колоквиуму,
- проведення заліку,
- проведення екзамену.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота	Сума
Модуль 1	
85	100

Поточне тестування та самостійна робота		Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума
Модуль 2	Модуль 3	40	100
20	40		

Форми контролю навчальних здобутків студентів – контрольні роботи, колоквиум, залік, екзамен.

Мінімальну кількість балів, які повинен набрати студент для зарахування модуля 1 – 50 балів; для зарахування модуля 2 – 10 балів; для зарахування модуля 3 – 20 балів.

Для допуску до підсумкового семестрового контролю (8 сем.) студент повинен набрати не менше 30 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D	задовільно	
50-59	E		
1-49	FX	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Базова

1. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационное исчисление. М.: Наука, 1961.
2. Ахиезер Н.И. Вариационное исчисление. Х.: Издво Харьк. ун та. — 1981.
3. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Наука, 1969.
4. Понтрягин Л.С. и др. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1976.
5. Алексеев В. М., Галеев Э.М., Тихомиров В. М. Сборник задач по оптимизации. М.: Наука, 1984.

Допоміжна

1. Болтянский В.Г. и др. Математические методы оптимального управления. М.: Наука, 1969.
2. Ли Э.Б., Маркус Л., Основы теории оптимального управления. М. Наука. 1972.
3. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление. М. Наука. 1971.