

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и образовательным
инновациям

О.И. Чуприс

«09» июля 2018г.

Регистрационный № УД-5424/уч.

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)
направление специальности

1-31 03 03-01 Прикладная математика (научно производственная деятельность)

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 03-2013 и учебных планов УВО №G31-173/уч. от 30.05.2013., №G31и-190/уч. от 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.И. Калинин, профессор кафедры методов оптимального управления факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОЙ:

Кафедрой методов оптимального управления Белорусского государственного университета
(протокол № 9 от 24 апреля 2018 г.)

Учебно-методической комиссией факультета прикладной математики и информатики
(протокол № 5 от 03.05.2018 г.)

Пояснительная записка

Учебная программа по учебной дисциплине «Асимптотические методы оптимального управления» разработана в соответствии с учебными планами и образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности: 1-31 03 03 «Прикладная математика (по направлениям)».

Учебная дисциплина «Асимптотические методы оптимального управления» знакомит студентов с асимптотическими методами решения задач оптимального управления, содержащих малые параметры. Регулярно и сингулярно возмущенные задачи исследуются с помощью единого подхода, который опирается, с одной стороны, на фундаментальный результат теории оптимальных процессов – принцип максимума Л.С. Понтрягина, а, с другой стороны, – на асимптотические методы теории дифференциальных уравнений. Излагаемые методы иллюстрируются на конкретных задачах оптимального управления механическими системами.

Учебная дисциплина «Асимптотические методы оптимального управления» относится к циклу дисциплин специализации.

Курс базируется на знаниях, полученных студентами, в результате изучения дисциплин «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Методы оптимизации».

Цель спецкурса – изучить основные асимптотические методы задач оптимизации динамических систем с малыми параметрами.

Задача курса – выработать навыки применения полученных знаний при решении прикладных задач оптимального управления.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- методы асимптотического разложения решений регулярно и сингулярно возмущенных дифференциальных уравнений;
- классификацию задач оптимального управления с малыми параметрами;
- основные асимптотические методы решения возмущенных задач оптимального управления.

уметь:

- применять полученные знания при решении прикладных задач оптимального управления, математические модели которых, содержат малые параметры.

владеть:

- основными методами построения асимптотических приближений к решениям возмущенных задач оптимального управления.

Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист должен:

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- Владеть системным и сравнительным анализом.
- Владеть исследовательскими навыками.
- Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Требования к социально-личностным компетенциям специалиста

Специалист должен:

- быть способным к критике и самокритике (критическое мышление);
- уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста

Специалист должен быть способен:

- Работать с научно-технической, нормативно-справочной и специальной литературой.
- Профессионально ставить задачи, вырабатывать идеи и принимать решения.
- Разрабатывать, эксплуатировать и сопровождать соответствующие программные компьютерные системы.
- Разрабатывать новые информационные технологии на основе математического моделирования и оптимизации.
- Взаимодействовать со специалистами смежных профессий.
- Владеть методами оптимизации и оптимального управления экономических систем.
- Анализировать варианты и находить оптимальные проектные решения.

Организационно-управленческая деятельность

- Владеть современными средствами телекоммуникаций.
- Следовать профессиональным этическим нормам и правилам.
- Учитывать индивидуально-психологические и личностные особенности людей разных возрастов, стилей их жизнедеятельности, познавательной и профессиональной деятельности.

Дисциплина изучается в седьмом семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Асимптотические методы оптимального управления» отведено 159 часов, в том числе 68 аудиторных часа, из них: лекции – 34 часа, лабораторные – 30 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет и экзамен.

Содержание учебного материала

Раздел I. Некоторые предварительные сведения

Тема 1.1. Теоремы о неявной функции. Зависимость решений обыкновенных дифференциальных уравнений от начальных данных и параметров. Асимптотические приближения по параметру и асимптотические ряды.

Тема 1.2. Регулярно возмущенные дифференциальные уравнения. Формализм Пуанкаре. Сингулярно возмущенные дифференциальные уравнения. Метод пограничных функций.

Тема 1.3. Основные задачи оптимального управления.

Задачи оптимального управления. Принципы максимума.

Тема 1.4. Задачи оптимизации возмущенных динамических систем. Методика исследования.

Раздел II. Задача терминального управления квазилинейной системой

Тема 2.1. Постановка задачи. Невозмущенная задача.

Тема 2.2. Асимптотический анализ решения квазилинейной задачи. Теорема о существовании асимптотических свойствах оптимального управления.

Тема 2.3. Построение асимптотически субоптимальных управлений. Вычисление коэффициентов полиномов Тейлора точек переключения оптимального управления.

Тема 2.4. Задача об управлении материальной точкой в слабосопротивляющейся среде. Построение асимптотического субоптимального управления нулевого и первого порядка в рассматриваемой задаче.

Раздел III. Задача оптимального быстрогодействия для линейной сингулярно возмущенной системы

Тема 3.1. Постановка задачи. Первая базовая задача. Вторая базовая задача.

Тема 3.2. Теорема о существовании и асимптотических свойствах решения исходной задачи. Асимптотический анализ решения сингулярно возмущенной задачи. Теорема о существовании асимптотических свойствах оптимального управления.

Тема 3.3. Построение асимптотики решения возмущенной задачи. Вычисление коэффициентов асимптотических разложений точек переключений оптимального управления.

Тема 3.4. Задача об управлении звеном манипуляционного робота. Построение асимптотических субоптимальных управлений нулевого и первого порядка в рассматриваемой задаче.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия	Количество аудиторных часов					Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел I	Некоторые предварительные сведения	16			12		
1.1.	Теоремы о неявной функции.	4			4		
1.2	Регулярно возмущенные дифференциальные уравнения.	4			4		Опрос. Отчет по лабораторной работе
1.3	Основные задачи оптимального управления. Принципы максимума.	4			4		Опрос. Отчет по лабораторной работе
1.4	Задачи оптимизации возмущенных динамических систем. Методика исследования.	4					Опрос
Раздел II.	Задача терминального управления квазилинейной системой	8			8	2	
2.1.	Постановка задачи. Невозмущенная задача.	2			2		Отчет по лабораторной работе
2.2.	Асимптотический анализ решения квазилинейной задачи.	4					Коллоквиум
2.3.	Построение асимптотически субоптимальных управлений.	2			2		Отчет по лабораторной работе
2.4.	Пример: задача об управлении материальной точкой в слабосопротивляющейся среде				4		Отчет по лабораторной работе

	де.									
2.5.	Задача терминального управления квази-линейной системы								2	Контрольная работа
Раздел III	Задача оптимального быстрогодействия для линейной сингулярно возмущенной системы (24 ч.)	10					10		2	
3.1.	Постановка задачи. Базовые задачи	2					2			Отчет по лабораторной работе
3.2.	Теорема о существовании и асимптотических свойствах решения исходной задачи.	4					2			Опрос. Отчет по лабораторной работе
3.3.	Построение асимптотики решения возмущенной задачи.	4					2			Отчет по лабораторной работе
3.4.	Задача об управлении звеном манипуляционного робота						4			Отчет по лабораторной работе
3.5.	Задача оптимального быстрогодействия для линейно сингулярно возмущенной системы								2	Контрольная работа
	ИТОГО	34					30		4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная

1. Калинин, А. И. Асимптотические методы оптимизации возмущенных динамических систем / А.И. Калинин.– Мн.: Экоперспектива, 2000.

Дополнительная

2. Понтрягин, Л.С. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко. – М.: Наука, 1983.
3. Васильева, А.Б. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений / А.Б. Васильева, В.Ф. Бутузов. – М.: Высшая школа, 1990.

Перечень используемых средств диагностики по учебной дисциплине «Управление по прогнозирующей модели»

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устная форма: опросы;
2. Письменная форма: коллоквиум, отчеты по лабораторным работам.

Примерный перечень заданий управляемой самостоятельной работы студентов

УСР проводится в форме контрольной работы по темам:

Тема 1. «Задача терминального управления квазилинейной системой».

Задание 1. Построить асимптотические приближения к решению задачи оптимального управления материальной точкой в слабо сопротивляющейся среде. Провести численные эксперименты для оценки точности построенных асимптотических приближений.

Задание 2. Построить асимптотические приближения к решению задачи оптимального управления ацилятором. Провести численные эксперименты для оценки точности построенных асимптотических приближений.

Тема 2. «Задача оптимального быстрогодействия для линейно сингулярно возмущенной системы».

Задание 1. Построить асимптотическое приближение к решению задачи оптимального торможения вращений твердого тела. Провести численные эксперименты для оценки точности построенных асимптотических приближений.

Задание 2. Найти приближенное (в асимптотическом смысле) решение задачи оптимального управления материальной точкой малой массы. Провести численные эксперименты для оценки точности построенных асимптотических приближений.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положение о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД);
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Управление по прогнозирующей модели	МОУ	Предложений нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения, протокол № 9 от 24.04.2018 г

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
методов оптимального управления (протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

к.ф.-м.н., доцент _____

Н.М.Дмитрук

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

к.ф.-м.н., доцент _____

П.А. Мандрик