Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра управления и информатики в технических системах

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.13.5 Теория оптимального управления»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность

27.05.01 Специальные организационно-технические системы
(код и наименование специальности)

Информационно-аналитическая деятельность в специальных организационно-технических системах
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация

Инженер-системотехник

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.13.5 Теория оптимального управления*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра управления и информатики в технических системах
наименование кафедры

протокол № 11 от "20" 02 2025 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра управления и информатики в технических системах
наименование кафедры *подпись* А.С. Боровский *расшифровка подписи*

Исполнители:
профессор *должность* *подпись* А.М. Пищухин *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
27.05.01 Специальные организационно-технические системы *код наименование* *личная подпись* *расшифровка подписи* А.С. Боровский

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись С.А. Биктимирова *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от АКИ
личная подпись А.М. Черноусова *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Пищухин А.М., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является формирование знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для оптимального проектирования и управления в области информационно-аналитической деятельности в специальных организационно-технических системах.

Задачи:

- изучение и освоение методов формализации оптимального управления динамическими системами;
- приобрести способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решений.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13.4 Вычислительная математика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.23 Математические методы исследования эффективности организационно- технических систем*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 Способен самостоятельно решать задачи управления в специальных организационно-технических системах на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3-В-1 Знание базовой задачи управления в специальных технических системах ОПК-3-В-2 Умение использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в специальных технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности ОПК-3-В-3 Владение навыками применения различных методов решения базовых задач в области управления специальных техническими системами	**Знать:** - базовую терминологию, относящуюся к теории оптимального управления; - классификацию и принципы построения оптимальных и адаптивных систем управления; - постановку задачи оптимального управления; **Уметь:** - применять критерии полной управляемости и полной наблюдаемости линейных стационарных управляемых систем; - находить оптимальное управление методом динамического программирования Беллмана; **Владеть:** - навыками применения базового инструментария методов оптимального управления для решения прикладных задач управления; - методикой построения, анализа и применения моделей оптимального

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		управления в профессиональной деятельности
ОПК-6 Способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления	ОПК-6-В-1 Знание методов моделирования, сбора и анализа научно-технической информации, обобщения отечественного и зарубежного опыта ОПК-6-В-2 Умение разрабатывать методы сбора и анализа научно-технической информации, обобщения отечественного и зарубежного опыта в области средств автоматизации и управления, а также алгоритмы и программы, основанные на этих методах, пригодные для практического применения в области средств автоматизации и управления ОПК-6-В-3 Владение навыков составления алгоритмов и программ, тестирование работоспособности программ, пригодных для практического применения в области средств автоматизации и управления	**Знать:** - анализировать результаты применения методов оптимизации, делать выводы и заключения **Уметь:** - определять, какой из подходов к задачам оптимального управления следует применять в конкретном случае; **Владеть:** - навыками использования пакетов прикладных программ для моделирования систем автоматического управления для решения задач оптимального управления

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**50,25**	**50,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю)*	**57,75**	**57,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы вариационного исчисления	24	4	4	4	12
2	Основы математической теории оптимального управления	30	6	4	4	16
3	Принцип максимума Понтрягина	27	4	4	4	15
4	Метод динамического программирования (метод Беллмана)	27	4	4	4	15
	Итого:	108	18	16	16	58
	Всего:	108	18	16	16	58

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел№ 1 Основы вариационного исчисления

Сведения из теории дифференциальных уравнений и функционального анализа. Основы вариационного исчисления. Функционал, понятие вариации, непрерывность, теорема о функционале, основная лемма вариационного исчисления, необходимые условия экстремума.

Раздел № 2 Основы математической теории оптимального управления

Системы оптимального управления. Основные определения. Математическая модель для задачи оптимального управления. Понятие об управляемых системах. Математическое описание управляемых систем. Основные требования к математическим моделям. Общая постановка задачи оптимального управления для непрерывных и многошаговых процессов в скалярной и векторной формах. Классификация методов и решения задач оптимального управления. Оптимальное программное управление. Оптимальное стабилизирующее управление.

Раздел № 3 Принцип максимума Понтрягина

Доказательство принципа максимума для простейшей задачи терминального управления. Принцип максимума для нелинейных систем. Условия трансверсальности при различных режимах на концах оптимальной траектории. Задача с квадратичным функционалом. Принцип максимума для дискретных задач.

Раздел №4 Метод динамического программирования (метод Беллмана)

Динамическое программирование для линейной системы с квадратичным функционалом. Метод динамического программирования для нелинейных систем. Схема Беллмана для дискретных задач. Связь с принципом максимума.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1,2	1	Работа и основы программирования в интегрированных средах для решения задач вариационного исчисления	4
3,4	2	Динамические системы и методы их математического моделирования. Оптимальное управление простейшими звеньями и их несложными соединениями	4
5,6	3	Решение задачи оптимального управления с помощью принципа максимума Понтрягина	4
7,8	4	Решение задачи динамического программирования	4
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Решение задач вариационного исчисления	4
2	2	Постановка и решение задачи оптимального управления	4
3	3	Решение задачи оптимального управления с помощью принципа максимума Понтрягина	4
4	4	Решение задачи динамического программирования	4
		Итого:	16

Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Ванько, В. И. Вариационное исчисление и оптимальное управление [Текст] : учебник для втузов / В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко.- 3-е изд., испр. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 488 с. - (Математика в техническом университете ; вып. XV). - Библиогр.: с. 475-479. - Предм. указ.: с. 480. - ISBN 5-7038-2484-2.

2. Евсюков, В. Н. Оптимальные, экстремальные, адаптивные, кибернетические системы управления [Текст] : учеб. пособие для студентов по дисциплине "Теория автомат. упр." / В. Н. Евсюков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 256 с. : ил. - Библиогр.: с. 254-255. Издание на др. носителе [Электронный ресурс]

3. Оптимальное управление в технических системах : практикум : учебное пособие : [16+] / Е. А. Балашова, Ю. П. Барметов, В. К. Битюков, Е. А. Хромых ; науч. ред. В. К. Битюков ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 289 с. : табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482037 (дата обращения: 11.05.2024).

4.Специальные разделы теории управления : оптимальное управление динамическими системами : учебное пособие / Ю. Ю. Громов, О. Г. Иванова, В. В. Алексеев [и др.] ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 108 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277799 (дата обращения: 11.05.2024).

5.2 Дополнительная литература

1. Болтянский, В. Г. Математические методы оптимального управления [Текст] / В. Г. Болтянский .- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1969. - 408 с.

2. Петров, Ю. П. Новые главы теории управления и компьютерных вычислений [Текст] / Ю. П. Петров. - СПб. : БХВ - Санкт-Петербург, 2004. - 192 с. : ил - ISBN 5-94157-452-5.

3. Васильев, О. В. Методы оптимизации в задачах и упражнениях [Текст] : учеб. пособие / О. В. Васильев, А. В. Аргучинцев. - М. : Физматлит, 1999. - 208 с. - ISBN 5-9221-0006-8.

4. Евсюков, В. Н. Анализ систем оптимального управления [Текст] : практ. задания по расчету систем оптим. упр. / В. Н. Евсюков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 83 с. : ил. - Библиогр.: с. 81-82.

5.3 Периодические издания

- Автоматика и телемеханика: журнал.- М.: Наука, - 2014, 2015, 2016;
- Мехатроника, автоматизация, управление : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать"- 2014, 2015, 2016, 2017,2018, 2019, 2020

5.4 Интернет-ресурсы

http://model.exponenta.ru/- сайт о моделировании и исследовании: систем, объектов, технических процессов и физических процессов;

http://matlab.exponenta.ru/ - сайт с подробными авторскими руководствами по продуктам MathWorks;

http://bigor.bmstu.ru/ - База и генератор образовательных ресурсов.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Для проведения онлайн мероприятий и видеоконференций используется платформа «DION» (Конфигурация «DION EDU»). На основании договора № 13/223-4.2.1.35/40-03 от 14.02.2025 г. Срок действия лицензий с 14.02.2025 г по 14.02.2026 г.
4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: https://browser.yandex.ru.
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru;
6. Среда разработки математических моделей, алгоритмов управления, интерфейсов управления и автоматической генерации кода для контроллеров управления и графических дисплеев. моделирования – SimlnTech

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения практических и лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.