

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
27.03.04 Управление в технических системах,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Оптимальное управление

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Системы, методы и средства цифровизации и управления

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 2053
Подписал: заведующий кафедрой Баранов Леонид Аврамович
Дата: 01.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Оптимальное управление» является изучение принципов построения оптимальных и адаптивных систем управления и применение программируемых средств, реализующих алгоритмы моделирования и оптимизации проектируемых систем управления. В результате изучения дисциплины студенты должны научиться использовать программные средства и аналитические методы в решении задач оптимального управления и исследования адаптивных систем управления. Основной целью изучения учебной дисциплины «Оптимальное управление» является формирование у обучающегося компетенций для следующих видов деятельности: проектно-конструкторской; научно-исследовательской.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с типами задач профессиональной деятельности): Проектно-конструкторская деятельность: сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования устройств и систем автоматизации и управления; расчет и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления. Научно-исследовательская деятельность: анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-6 - Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для формулирования задач разработки, расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления;

ПК-10 - Способен выявлять, формализовать и решать задачи автоматического управления в транспортных системах.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- основные тенденции развития современной электроники и вычислительной техники, применяемой в системах автоведения поездов.

- разработки, расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

Уметь:

- разрабатывать и формулировать техническое задание для проектирования автоматизированной системы управления и (или) её составляющих.

- выполнять документирование и моделирование бизнес-процессов и технологических процессов объекта автоматизации.

- применять современные средства проектирования при разработке систем автоматического управления движением поездов.

Владеть:

- навыками современных информационных технологий для проектирования и исследования систем автоведения поездов.

- навыками анализа существующих разработок систем и средств автоматизации и управления; формулирует критерии качества; обобщает выводы.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации

образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 44 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Постановка задачи оптимального управления Рассматриваемые вопросы: - Общие сведения об оптимальных, адаптивных и самонастраивающихся системах. - Краткая историческая справка. - Примеры постановки задач оптимального управления транспортными объектами.
2	Оптимальное управление движением поезда Рассматриваемые вопросы: - Оптимальное управление двигателем поворота платформы экскаватора; - задачи о безударной стыковке двух ТСЛ, управление двигателем лебедки портового крана и др.
3	Методы решения задач оптимального управления Рассматриваемые вопросы: - Методы классического вариационного исчисления. - Функционал. - Условия экстремума функционала. - Уравнение Эйлера – Лагранжа. - Задача с закрепленными концами. - Задачи на условный экстремум. - Ограничения типа равенств. - Задача Лагранжа
4	Изопериметрическая задача. Рассматриваемые вопросы: - Ограничения типа неравенств. - Задачи с подвижными концами. - Условия трансверсальности.
5	Динамическое программирование. Рассматриваемые вопросы: - Постановка задачи. - Уравнение Беллмана. - Алгоритм решения задач оптимального управления методом динамического программирования. - Вычислительный алгоритм метода АКОР.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
6	Дискретный вариант метода динамического программирования. Рассматриваемые вопросы: - Два этапа расчета оптимального управления.
7	Теория принципа максимума Понтрягина. Рассматриваемые вопросы: - Примеры: задача набора высоты самолетом, задача оптимальной маршрутизации.
8	Адаптивные и самонастраивающиеся системы Рассматриваемые вопросы: - Основные положения. - Необходимость создания адаптивных систем управления. - Использование адаптивных систем
9	Методы оптимизации в задачах управления. Рассматриваемые вопросы: Градиентные методы. Метод множителей Лагранжа. Методы прямого поиска. Применение методов оптимизации для решения задач оптимального управления.
10	Динамическое программирование. Рассматриваемые вопросы: Уравнение Беллмана. Методы решения уравнений Беллмана. Применение динамического программирования для решения задач оптимального управления.
11	Синтез оптимальных систем управления. Рассматриваемые вопросы: Понятие синтеза оптимальных систем. Методы синтеза линейных и нелинейных систем. Примеры синтеза оптимальных систем управления.
12	Оптимальное управление в условиях неопределённости. Рассматриваемые вопросы: Задачи оптимального управления при наличии неопределённости. Методы решения задач оптимального управления в условиях неопределённости. Адаптивное управление.
13	Оптимальное управление экономическими системами. Рассматриваемые вопросы: Применение методов оптимального управления в экономике. Модели оптимального управления запасами, инвестициями, производственными процессами. Примеры решения экономических задач оптимального управления.
14	Численные методы решения задач оптимального управления. Рассматриваемые вопросы: Обзор численных методов решения задач оптимального управления. Методы коллокаций, методы прямых, методы вариационного исчисления. Примеры применения численных методов.
15	Современные тенденции в оптимальном управлении. Рассматриваемые вопросы: Обзор современных исследований в области оптимального управления. Применение оптимального управления в робототехнике, управлении энергетическими системами, транспортных системах и других областях. Перспективы развития теории оптимального управления.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
16	Математические модели в оптимальном управлении. Рассматриваемые вопросы: Построение математических моделей динамических систем. Линейные и нелинейные модели. Примеры моделей в различных областях (техника, экономика, биология и т. д.).

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Оптимальные, адаптивные и самонастраивающихся системах. В результате выполнения лабораторной работы студент изучает общие сведения об оптимальных, адаптивных и самонастраивающихся системах.
2	Задачи оптимального управления транспортными объектами В результате выполнения работы студент рассматривает основные примеры постановки задач оптимального управления транспортными объектами.
3	Оптимальное управление движением поезда В результате выполнения работы студент рассматривает оптимальное управление двигателем поворота платформы экскаватора и изучает задачи о безударной стыковке двух ТСЛ, управление двигателем лебедки портового крана и др.
4	Классические вариационные исчисления В результате выполнения работы студент рассматривает основные методы классического вариационного исчисления, функционал и основные условия экстремума функционала.
5	Уравнение Эйлера – Лагранжа. В результате выполнения лабораторной работы студент рассматривает уравнение Эйлера – Лагранжа, задачи с закрепленными концами, задачи на условный экстремум, ограничения типа равенств, задача Лагранжа
6	Изопериметрическая задача. В результате выполнения работы рассматривает основные ограничения типа неравенств, задачи с подвижными концами и условия трансверсальности.
7	Динамическое программирование. В результате выполнения работы студент отрабатывает умение в постановке задачи, уравнение Беллмана, построение алгоритма решения задач оптимального управления методом динамического программирования и вычислительный алгоритм.
8	Метод динамического программирования. В результате работы изучает дискретный вариант метода динамического программирования и рассматривает два этапа расчета оптимального управления.
9	Примеры В результате выполнения работы студент рассматривает основные примеры: задача набора высоты самолетом, задача оптимальной маршрутизации.
10	Основные положения. В результате работы студент рассматривает основные положения.
11	Создание адаптивных систем управления. В результате выполнения лабораторной работы студент отрабатывает умение создавать адаптивные системы управления.
12	Использование адаптивных систем В результате выполнения работы студент отрабатывает умение использовать адаптивные систем

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Оптимальных, адаптивных и самонастраивающихся системах В результате выполнения практического занятия студент изучает общие сведения об оптимальных, адаптивных и самонастраивающихся системах и рассматривает краткую историческую справку.
2	Задача оптимального управления транспортными объектами В результате выполнения работы студент отрабатывает навык постановки задач оптимального управления транспортными объектами.
3	Уравнение Эйлера – Лагранжа. В результате выполнения работы студент отрабатывает умение по решению уравнения Эйлера – Лагранжа, задачи с закрепленными концами, задачи на условный экстремум, ограничения типа равенств, Задачи Лагранжа.
4	Динамическое программирование. В результате выполнения работы студент отрабатывает умение в постановки задач, решать уравнение Беллмана, строить алгоритмы решения задач оптимального управления методом динамического программирования и проводить вычислительный алгоритм метода АКоР.
5	Принцип максимума Понтрягина. В результате выполнения работы студент рассматривает основные примеры: задачи набора высоты самолетом, задачи оптимальной маршрутизации.
6	Самонастраивающаяся система. В результате работы студент рассматривает необходимость создания адаптивных систем управления и изучает самонастраивающаяся система.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к лабораторным работам.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Оптимальное по быстродействию управление нелинейным объектом 2-го порядка А.И. Сеславин, В.И. Урдин; МИИТ. Каф. "Управление и информатика в технических системах" Однотомное издание МИИТ, - 16 с. , 2004	НТБ (уч.3)

2	Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник В.А. Баринов, Л.С. Болотова, В.Н. Волкова; Ред. В.Н. Волкова, А.А. Емельянова; Под Ред. В.Н. Волкова Однотомное издание Финансы и статистика, - 848 с., ISBN 5-279-02933-5 , 2006	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
3	Дифференциальные и разностные уравнения А.И. Сеславин, Е.А. Сеславина Книга ФГБОУ "УМЦ ЖДТ", - 353 с., ISBN 978-5-89035-928-5 , 2016	https://umczdt.ru/books/1216/62146/
4	Оптимальное и адаптивное управление: Учебное пособие Сердобинцев Ю. П., Кухтик М. П. Волгоградский государственный технический университет. - с. 112. - ISBN 978-5-9948-3552-4 , 2019	https://reader.lanbook.com/book/157184

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Пакет прикладных программ MATLAB

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Управление и защита
информации»

А.И. Сеславин

Согласовано:

Заведующий кафедрой УиЗИ

Л.А. Баранов

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин