

**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: 01.06.2023

## 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 «Оптимальные и адаптивные системы» 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 видами 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	Сем. №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	<p>Постановка задачи оптимального управления</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Общие сведения об оптимальных, адаптивных и самонастраивающихся системах.</li> <li>- Краткая историческая справка.</li> <li>- Примеры постановки задач оптимального управления транспортными объектами.</li> </ul>
2	<p>Оптимальное управление движением поезда</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оптимальное управление двигателем поворота платформы экскаватора;</li> <li>- задачи о безударной стыковке двух ТСЛ, управление двигателем лебедки портового крана и др.</li> </ul>
3	<p>Методы решения задач оптимального управления</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы классического вариационного исчисления.</li> <li>- Функционал.</li> <li>- Условия экстремума функционала.</li> <li>- Уравнение Эйлера – Лагранжа.</li> <li>- Задача с закрепленными концами.</li> <li>- Задачи на условный экстремум.</li> <li>- Ограничения типа равенств.</li> <li>- Задача Лагранжа</li> </ul>
4	<p>Изопериметрическая задача.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ограничения типа неравенств.</li> <li>- Задачи с подвижными концами.</li> <li>- Условия трансверсальности.</li> </ul>
5	<p>Динамическое программирование.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Постановка задачи.</li> <li>- Уравнение Беллмана.</li> <li>- Алгоритм решения задач оптимального управления методом динамического программирования.</li> <li>- Вычислительный алгоритм метода АКоР.</li> </ul>

№ 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

## 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.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
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.

### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Разработка алгоритма и программы решения задачи оптимального распределения ограниченных ресурсов

2. Разработка алгоритма и программы оптимальной маршрутизации на стандартном графе
3. Разработка алгоритма и программы нахождения максимального потока на орграфе
4. Разработка программы решения задачи АКОР
5. Разработка программы оптимального управления движением поезда на перегоне
6. Разработка оптимального управления двигателем многосекционного локомотива
7. Разработка программы решения дискретной вариационной задачи Эйлера
8. Разработка решения игровой задачи с помощью метода Динамического программирования
9. Разработка программы для решения игры двух лиц
10. Исследование задачи составления расписания при наличии ограничений.
11. Разработка алгоритма программы оптимального управления складом
12. Разработка программы по алгоритму ПЕРТ
13. Разработка программы для решения несбалансированной транспортной задачи линейного программирования.
14. Разработка программы для транспортной задачи линейного программирования с перевалочными пунктами
15. Разработка программы симплекс алгоритма
16. Разработка программы алгоритма Шимбелла-Оттермана
17. Решение нелинейной задачи оптимального быстродействия методом принципа максимума Понтрягина
18. Решение нелинейной задачи оптимального управления методом принципа максимума Понтрягина.
19. Решение нелинейной задачи оптимального быстродействия с подвижными концами методом принципа максимума Понтрягина
20. Решение задачи на построение дополнительной железной дороги с помощью классического вариационного исчисления.
21. Разработка алгоритма нахождения экстремума методом градиентного спуска.

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	<a href="https://umczdt.ru/books/1216/62146/">https://umczdt.ru/books/1216/62146/</a>

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) (<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

И.С. Мелешин

Согласовано:

Заведующий кафедрой УиЗИ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

Л.А. Баранов

С.В. Володин