

**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)**

**Оптимальные, адаптивные и самонастраивающиеся системы**

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: 11.05.2021

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) 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:

**Уметь:**

пк-10 Организует и проводит обследование объекта управления.

**Уметь:**

пк-10 Проводит анализ существующих разработок систем и средств автоматизации и управления; формулирует критерии качества; обобщает выводы.

**Уметь:**

пк-10 Выполняет документирование и моделирование бизнес-процессов и технологических процессов объекта автоматизации.

**Знать:**

пк-6 Знает основные тенденции развития современной электроники и вычислительной техники, применяемой в системах автоведения поездов.

**Уметь:**

пк-6 Умеет применять современные средства проектирования при разработке систем автоматического управления движением поездов.

**Владеть:**

пк-6 Владеет навыками современных информационных технологий для проектирования и исследования систем автоведения поездов.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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. №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
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 96 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
2	Общие сведения об оптимальных, адаптивных и самонастраивающихся системах. Краткая историческая справка.
3	Примеры постановки задач оптимального управления транспортными объектами.
4	Оптимальное управление движением поезда. Оптимальное управление движением поезда; оптимальное управление двигателем поворота платформы экскаватора; задачи о безударной стыковке двух ТСЛ, управление двигателем лебедки портового крана и др.
5	Методы решения задач оптимального управления
6	Методы классического вариационного исчисления. Функционал. Условия экстремума функционала.
7	Уравнение Эйлера – Лагранжа. Задача с закрепленными концами. Задачи на условный экстремум. Ограничения типа равенств. Задача Лагранжа
8	Изопериметрическая задача. Ограничения типа неравенств. Задачи с подвижными концами. Условия трансверсальности.
9	Динамическое программирование. Постановка задачи. Уравнение Беллмана. Алгоритм решения задач оптимального управления методом динамического программирования. Вычислительный алгоритм метода АКОР.
10	Дискретный вариант метода динамического программирования. Два этапа расчета оптимального управления.
11	Теория принципа максимума Понтрягина. Примеры: задача набора высоты самолетом, задача оптимальной маршрутизации.
12	Адаптивные и самонастраивающиеся системы
13	Основные положения.
14	Необходимость создания адаптивных систем управления.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
15	Использование адаптивных систем.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	ЛР №1 Общие сведения об оптимальных, адаптивных и самонастраивающихся системах. Краткая историческая справка.
2	ЛР №2 Примеры постановки задач оптимального управления транспортными объектами
3	ЛР №3 Оптимальное управление движением поезда; оптимальное управление двигателем поворота платформы экскаватора; задач о безударной стыковке двух ТСЛ, управление двигателем лебедки портового крана и др.
4	ЛР №4 Методы классического вариационного исчисления. Функционал. Условия экстремума функционала.
5	ЛР №5 Уравнение Эйлера – Лагранжа. Задача с закрепленными концами. Задачи на условный экстремум. Ограничения типа равенств. Задача Лагранжа
6	ЛР №6 Изопериметрическая задача. Ограничения типа неравенств. Задачи с подвижными концами. Условия трансверсальности.
7	ЛР №7 Динамическое программирование. Постановка задачи. Уравнение Беллмана. Алгоритм решения задач оптимального управления методом динамического программирования. Вычислительный алгоритм
8	ЛР №8 Дискретный вариант метода динамического программирования. Два этапа расчета оптимального управления.
9	ЛР №9 Примеры: задача набора высоты самолетом, задача оптимальной маршрутизации.
10	ЛР №10 Основные положения.
11	ЛР №11 Необходимость создания адаптивных систем управления.
12	ЛР №12 Использование адаптивных систем

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	ПЗ №1 Общие сведения об оптимальных, адаптивных и самонастраивающихся системах. Краткая историческая справка.
2	ПЗ №2 Постановки задач оптимального управления транспортными объектами.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
3	ПЗ №3 Уравнение Эйлера – Лагранжа. Задача с закрепленными концами. Задачи на условный экстремум. Ограничения типа равенств. Задача Лагранжа
4	ПЗ №4 Динамическое программирование. Постановка задачи. Уравнение Беллмана. Алгоритм решения задач оптимального управления методом динамического программирования. Вычислительный алгоритм метода АКоР.
5	ПЗ №5 Принцип максимума Понтрягина. Примеры: задача набора высоты самолетом, задача оптимальной маршрутизации.
6	ПЗ №6 Необходимость создания адаптивных систем управления. Самонастраивающаяся система.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	ср1 Конспектирование изученного материала. Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1, стр 1-10] Повторение лекционного материала.
2	ср2 Конспектирование изученного материала. Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1, стр 1-10] Повторение лекционного материала.
3	ср3 Подготовка к тестированию для прохождения текущего контроля. Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [6 – 7, все стр.]
4	ср4 Подготовка к тестированию для прохождения текущего контроля. Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [6 – 7, все стр.]
5	ср5 Подготовка к тестированию для прохождения текущего контроля. Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [6 – 7, все стр.]
6	ср6 Подготовка к тестированию для прохождения текущего контроля. Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [6 – 7, все стр.]
7	ср7 Подготовка к тестированию для прохождения текущего контроля. Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [6 – 7, все стр.]
8	ср8 Подготовка к тестированию для прохождения текущего контроля. Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [6– 7, все стр.]

№ п/п	Вид самостоятельной работы
9	ср9 Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [4 – 5, все стр.] Подготовка к сдаче экзамена
10	ср10 Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [4 – 5, все стр.] Подготовка к сдаче экзамена
11	ср11 Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [4 – 5, все стр.] Подготовка к сдаче экзамена
12	ср12 Подготовка к тестированию для прохождения текущего контроля. Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Повторение лекционного материала. Конспектирование изученного материала. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [6 – 7, все стр.]
13	Выполнение курсовой работы.
14	Подготовка к промежуточной аттестации.
15	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Курсовая работа имеет целью развитие у обучающихся навыков самостоятельной творческой работы, овладение методами современных научных исследований, углублённое изучение какого-либо вопроса, темы, раздела учебной дисциплины (включая изучение литературы и источников) и носит исследовательский характер. Целью курсовой работы является овладение методами разработки математического и

программного обеспечения и моделирования функционирования информационно-управляющих систем с использованием пакета прикладных программ MATLAB.

- Решение задачи оптимального распределения ресурсов методом дискретного варианта динамического программирования Р. Беллмана
- Решение выпуклой задачи оптимального распределения ресурсов с помощью метода выпуклого программирования
- Решение дискретной вариационной задачи с помощью дискретного уравнения Л.Эйлера.
- Решение задачи аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКоР).
- Решение задачи оптимальной маршрутизации методом Л.Форда и Д. Фалкерсона
- Решение линейной задачи оптимального управления второго порядка с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина.
- Решение нелинейной задачи оптимального управления с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина.
- Решение задачи оптимального назначения распределительным методом Канторовича
- Алгоритм проверки

существования области допустимых значений в задаче линейного программирования • Решение непрерывного уравнения Л. Эйлера методом стрельб. • Алгоритм решения задачи оптимального управления движением поезда при ограничении на фазовую переменную (скорость). • Решение вариационной задачи нахождения оптимальной нитки железной дороги при изопериметрическом ограничении на ее длину.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Теория систем и системный анализ Сеславин А.И., Сеславина Е.А. МИИТ , 2012	
2	Дифференциальные и разностные уравнения Сеславин А.И., Сеславина Е.А. УМЦ ЖДТ , 2016	
3	Исследование операций и методы оптимизации Сеславин А.И., Сеславина Е.А. УМЦ ЖДТ , 2015	
1	Фильтры Калмана Сеславин А.И. МИИТ , 2011	
2	Статистическая динамика и задача Винера Сеславин А.И. МИИТ , 2010	
3	Оптимальное по быстродействию управление нелинейным объектом 2-го порядка А.И. Сеславин, В.И. Урдин МИИТ , 2004	НТБ (уч.3)
4	Оптимальное по быстродействию управление линейным объектом 2-го порядка А.И. Сеславин, В.И. Урдин МИИТ , 2004	НТБ (уч.3)

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

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ. 2. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека. 3. <http://robotosha.ru/> 4. [www.chipinfo.ru](http://www.chipinfo.ru). 5. <http://siblec.ru/> 6. <http://autex.ru/> 7. <http://www.intuit.ru> 8. <http://twirpx.com> 9. <http://habrahabr.ru> 10. <http://semestr.ru> 11. [scholar.google.ru](http://scholar.google.ru) 12. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.



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

ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, Для проведения практических занятий необходимы компьютеры с рабочими местами в компьютерном классе. Компьютеры должны быть обеспечены лицензионными программными продуктами: Microsoft Office нениже Microsoft Office 2007 (2013), пакет прикладных программ MATLAB

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

ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется: 1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET. 2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской. 3. Компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET 4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 8 семестре.

Экзамен в 8 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»

Сеславин Андрей  
Игоревич

Мелешин Иван  
Сергеевич

## Лист согласования

Заведующий кафедрой УиЗИ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

Л.А. Баранов

С.В. Володин