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 - программа бакалавриата
по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория оптимального управления

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование и системный анализ

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 1343395
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Тищенко Сергей Александрович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных фактов, методов и выводов теории оптимального управления;

- изучение необходимых связей этой науки с численными методами, теорией дифференциальных уравнений и уравнений математической физики, механикой и другими разделами математики;

- обзор (на новом уровне) основных фундаментальных фактов классического математического анализа и курса алгебры в связи с изучением далёких и глубоких обобщений этих фактов с целью усиления знаний роли основных фактов анализа и алгебры в общей структуре математического образования.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- формирование у обучающегося компетенций в области применения методов оптимального управления для проектной и научно-исследовательской деятельности;

- формирование личности студента, развитие его интеллекта и умения логически и алгоритмически мыслить, формирование умений и навыков, необходимых при практическом применении методов оптимального управления.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-4 - Уметь ставить цели создания системы, разрабатывать концепцию системы и требования к ней, выполнять декомпозицию требований к системе.

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

Знать:

- основные теоремы, формулы и методы оптимального управления.

Уметь:

- анализировать условия задач оптимального управления и применять соответствующий метод для их решения, включая системный подход.

Владеть:

- навыками решения типовых задач оптимального управления.

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	Семестр №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	96
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	64	64

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 48 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 задач оптимального управления Рассматриваемые вопросы: - уравнения динамического объекта; - критерии оптимальности: интегральные, терминальные, локальные; - ограничения на переменные состояния, на управления, совместные ограничения;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- граничные условия, классификация задач ОУ; - основное отличие задач ОУ от классических задач вариационного исчисления.
2	Принцип максимума Л.С. Понтрягина Рассматриваемые задачи: - постановка стандартной задач; - решение задачи ОУ в форме синтеза и в форме программного управления; - формулировка основной теоремы принципа максимума; - идея доказательства принципа максимума, игольчатые вариации.
3	Методика решения задач ОУ с помощью принципа максимума Рассматриваемые вопросы: - примеры двухточечной задачи с фиксированным и незакреплённым временем, задачи со свободным правым концом, с интегральным ограничением, со смешанными граничными условиями.
4	Линейные оптимальные быстродействия Рассматриваемые вопросы: - постановка стационарной задачи; - доказательство теоремы принципа максимума для линейных оптимальных быстродействий; - пример решения задачи о быстродействии в форме синтеза и в форме программного управления.
5	Управляемость динамических объектов Рассматриваемые вопросы: - понятие нуль-управляемости; - формулировка теоремы Калмана об управляемости; - область управляемости; - управляемость за конечное время; - изохроны.
6	Решение задач ОУ линейными объектами высокого порядка Рассматриваемые вопросы: - переход от передаточных функций объектов к системе уравнений состояния в нормальной форме; - пример решения задачи ОУ линейным объектом третьего порядка.
7	Линейные оптимальные быстродействия для объектов второго порядка с вещественными и комплексными собственными значениями Рассматриваемые вопросы: - теорема об n интервалах; - фазовые портреты; - области нуль-управляемости; - изохроны.
8	Динамическое программирование в задачах оптимального управления Рассматриваемые вопросы: - принцип оптимальности и вывод уравнения Беллмана в частных производных; - методика применения динамического программирования в решении задач ОУ.
9	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов (АКОР) Рассматриваемые вопросы: - решение нестационарных и стационарных задач АКОР с помощью уравнения Белмана; - применение метода Репина и Третьякова для получения асимптотически устойчивой системы; - прямые показатели качества переходных процессов.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование динамического поведения управляемого объекта В результате выполнения лабораторной работы студент учится на конкретных примерах выполнять совершать расчёт процессов при начальном отклонении, делать построение фазового портрета при нулевом управлении.
2	Постановка и решение задачи оптимального быстродействия в форме синтеза В результате выполнения лабораторной работы студент учится выполнять графическое построение линий переключения, построение фазового портрета оптимальной системы.
3	Решение задачи оптимального быстродействия в форме программного управления В резльтате выполнения лабораторной работы студент учится на конкретных примерах получать численное решение уравнений непрерывности, совершать расчёт программного оптимального управления и построение изохрон.
4	Решение стационарной задачи АКОР В результате выполнения лабораторной работы студент приобретает навык вычисления коэффициентов оптимального регулятора на основе теоремы Репина-Третьякова, учится рассчитывать значение оптимального процесса и вычислять значения прямых показателей качества оптимального процесса.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Исследование динамического поведения управляемого объекта В результате практической работы студент учится на конкретных примерах делать вычисление собственных чисел и собственных векторов, строить фазовый портрета при нулевом управлении.
2	Постановка и решение задачи оптимального быстродействия в форме синтеза В результате практической работы студент учится делать вывод и анализ соотношений принципа максимума Понтрягина.
3	Решение задачи оптимального быстродействия в форме программного управления В резльтате практической работы студент учится на конкретных примерах делать вывод уравнений непрерывности и получать оценку области управляемости.
4	Решение стационарной задачи АКОР В результате практической работы студент приобретает навык постановки стационарной задачи АКОР для заданного объекта, учится делать вывод методом динамического программирования уравнения для вычисления коэффициентов обратной связи.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Оптимальное по быстродействию управление линейным объектом типа «седло».

2. Оптимальное по быстродействию управление линейным объектом типа «устойчивый узел».

3. Оптимальное по быстродействию управление линейным объектом типа «устойчивый узел» с кратными корнями.

4. Оптимальное по быстродействию управление линейным объектом типа «устойчивый фокус».

5. Оптимальное по быстродействию управление устойчивым линейным объектом с одним нулевым корнем.

6. Оптимальное по быстродействию управление линейным объектом типа «неустойчивый узел».

7. Оптимальное по быстродействию управление линейным объектом типа « неустойчивый узел» с кратными корнями.

8. Оптимальное по быстродействию управление линейным объектом типа «неустойчивый фокус».

9. Оптимальное по быстродействию управление неустойчивым линейным объектом с одним нулевым корнем.

10. Оптимальное по быстродействию управление линейным объектом типа «центр».

11. Решение задачи оптимального быстродействия для неустойчивого линейного объекта.

12. Решение задачи оптимального быстродействия для устойчивого линейного объекта.

13. Решение задачи оптимального быстродействия для линейного объекта с неограниченной областью управляемости.

14. Решение задачи оптимального быстродействия для линейного объекта с ограниченной областью управляемости.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Эпштейн Г.Л., Иванова А.П. Теория оптимального управления: Учебное пособие по дисциплине «Тео-рия оптимального управления». – М.: РУТ (МИИТ), 2020. – 128 с., ISBN нет	https://library.miit.ru/bookscatalog/metod/04-35277.pdf (дата обращения: 25.06.2025)https://library.miit.ru/bookscatalog/metod/04-35277.pdf (дата обращения: 25.06.2025)

2	Рачков, М. Ю. Оптимальное управление в технических системах : учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09144-1	https://urait.ru/viewer/optimalnoe-upravlenie-v-tehnicheskih-sistemah-562428#page/1 (дата обращения: 25.06.2025)
3	Крутиков, В. Н. Задачи по оптимизации: теория, примеры и задачи : учебное пособие / В. Н. Крутиков, Е. С. Чернова. — Кемерово : КемГУ, 2018. — 112 с. — ISBN 978-5-8353-2397-5	https://reader.lanbook.com/book/134330 (дата обращения: 25.06.2025)

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.

Mathcad Prime 3.0.

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

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

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 7 семестре.
Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Цифровые технологии управления
транспортными процессами» А.П. Иванова

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ММСС С.А. Тищенко

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А.Клычева