

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
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория автоматического управления

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Интеллектуальные электротехнические
транспортные системы

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).

Целью освоения дисциплины (модуля) являются обучение студентов умению создания и сопровождения систем автоматизации и управления на основе автоматизации задач организации управления.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- изучение общих сведений о системах управления;
- изучение математических моделей систем управления и моделей систем в пространстве состояний;
- изучение типовых динамических звеньев систем управления;
- изучение правил преобразования сигналов в системах управления;
- изучение правила преобразования структурных схем систем управления;
- анализ систем управления;
- синтез систем управления.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-5 - Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для выявления, формализации и решения задач интеллектуальных систем управления электротехническими комплексами?.

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

Знать:

- устройство и функционирование современных систем автоматизации и управления;
- основы управления изменениями в технической системе;
- основные понятия и принципы теории автоматического управления и регулирования;
- методы расчета и проектирования систем управления.

Уметь:

- настроить оборудование для оптимального функционирования системы автоматизации и управления;
- моделировать изменение состояния (параметров, характеристик) технической системы или ее составных элементов;
- анализировать информацию о переходных процессах в системах

управления;

- выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели.

Владеть:

- организацией проведением обследования объекта управления технической системы;

- методами обработки цифровой информации и моделирования для анализа и синтеза систем управления;

- методами теории управления для исследования математических моделей систем.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 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 | |
| | | №5 | №6 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 144 | 80 | 64 |
| В том числе: | | | |
| Занятия лекционного типа | 64 | 32 | 32 |
| Занятия семинарского типа | 80 | 48 | 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 108 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 | Введение в теорию управления Рассматриваемые вопросы: - основные понятия теории управления; - обратная связь как основной принцип управления; - развитие систем автоматического управления; - классификация систем управления. |
| 2 | Математический аппарат теории управления Рассматриваемые вопросы: - математические модели систем управления; - модели систем управления в пространстве состояний; - преобразование Лапласа и его свойства; - переходная функция; - весовая (импульсная) функция; - передаточная функция; - взаимосвязь передаточной функции с пространством состояний; - частотные характеристики. |
| 3 | Структурные схемы систем управления. Рассматриваемые вопросы: - условные обозначения; - правила преобразования структурных схем; - типовая одноконтурная структура системы управления. |
| 4 | Типовые динамические звенья Рассматриваемые вопросы: - усилительное и запаздывающее звенья; - апериодические звенья первого и второго порядка; - интегрирующие и дифференцирующие звенья; - колебательное и консервативное звенья. |
| 5 | Анализ систем управления Рассматриваемые вопросы: - точность, методы повышения точности систем; - устойчивость линейных систем, критерии устойчивости; - критерий устойчивости Гурвица, критерий устойчивости Найквиста; - переходный процесс, качество переходного процесса; - корневые и частотные оценки качества переходного процесса; - робастность, параметрическая и непараметрическая неопределенность; - улучшение качества процесса управления. |
| 6 | Синтез систем управления Рассматриваемые вопросы: - классическая схема; - комбинированное управление; - ПИД – регуляторы; - множество стабилизирующих регуляторов. |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|--|
| 7 | <p>Общие сведения о цифровом управлении</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общая характеристика цифровых систем управления; - особенности цифровых систем управления; - принципы цифрового управления; - состав и структура цифровых систем управления; - аналого-цифровое преобразование в цифровых системах управления. |
| 8 | <p>Математические модели цифровых систем управления</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модели состояния; - разностные уравнения; - использование Z-преобразования; - передаточные функции; - взаимосвязь моделей системы. |
| 9 | <p>Преобразование сигналов в цифровых системах управления</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дискретизация по времени и квантование по уровню; - реакция разомкнутой цифровой системы на входной сигнал; - восстановление сигнала по дискретным выборкам. |
| 10 | <p>Устойчивость цифровых систем</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие об устойчивости цифровых систем; - критерии устойчивости; - устойчивость одноконтурной цифровой системы. |
| 11 | <p>Качество управления в цифровых системах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - точность; - переходный процесс; - робастность; - улучшение качества процесса управления в цифровых системах. |
| 12 | <p>Синтез систем цифровых управления</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - преобразование непрерывных регуляторов: численное интегрирование; - преобразование непрерывных регуляторов: отображение нулей и полюсов, фиктивное квантование; - размещение полюсов дискретной передаточной функции системы: эквивалентная система и типовые регуляторы; - размещение полюсов дискретной передаточной функции системы: задача размещения полюсов; - размещение полюсов дискретной передаточной функции системы: полиномиальные уравнения; - синтез при помощи билинейного преобразования. |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|-------|--|
| 1 | <p>Анализ систем управления, заданных в пространстве состояний</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык владения методами теории управления для исследования математических моделей технических систем.</p> |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|-------|---|
| 2 | Описание объектов и систем управления через передаточные функции В результате работы студент получает навык умение моделировать изменение состояния (параметров, характеристик) системы или ее составных элементов. |
| 3 | Моделирование типовых динамических звеньев систем управления В результате выполнения работы студент получает навык умение моделировать изменение состояния (параметров, характеристик) системы или ее составных элементов, умение анализировать информацию о переходных процессах в системах управления. |
| 4 | Преобразование структурных схем систем управления В результате выполнения работы студент получает навык умение моделировать изменение состояния (параметров, характеристик) системы или ее составных элементов. |
| 5 | Анализ устойчивости линейных непрерывных систем управления В результате выполнения работы студент получает навык умение выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели, владение методами обработки цифровой информации и моделирования для анализа и синтеза систем управления. |
| 6 | Синтез линейных непрерывных систем управления В результате выполнения работы студент получает навык умение выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели, владение методами обработки цифровой информации и моделирования для анализа и синтеза систем управления. |
| 7 | Исследование устойчивости линейных систем управления методами частотного анализа В результате выполнения работы студент получает навык умение выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели, владение методами обработки цифровой информации и моделирования для анализа и синтеза систем управления. |
| 8 | Анализ цифровых систем управления, заданных в пространстве состояний В результате выполнения работы студент получает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем. |
| 9 | Исследование цифровых систем управления В результате выполнения работы студент приобретает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем. |
| 10 | Исследование динамических свойств и характеристик цифровых систем управления В результате выполнения работы студент приобретенные навыки умение выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели, владение методами обработки цифровой информации и моделирования для анализа и синтеза систем управления. |
| 11 | Особенности функционирования нелинейных элементов в САУ В результате работы студент получает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем. |
| 12 | Влияние нелинейностей на динамические свойства САУ В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык умение выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели, владение методами обработки цифровой информации и моделирования для анализа и синтеза систем управления. |

Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|-------|---|
| 1 | Математические модели систем управления. Модели систем управления в пространстве состояний В результате работы на практическом занятии, студент получает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем. |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|---|
| 2 | <p>Математические модели систем управления. Переходная и импульсная характеристика. Преобразование Лапласа.</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем.</p> |
| 3 | <p>Математические модели систем управления. Частотные характеристики.</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем.</p> |
| 4 | <p>Структурные схемы систем управления. Правила преобразования структурных схем</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем.</p> |
| 5 | <p>Анализ систем управления. Решение задач на устойчивость непрерывных линейных систем.</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык умение выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели.</p> |
| 6 | <p>Синтез систем управления. Классическая схема. ПИД-регуляторы.</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык умение выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели.</p> |
| 7 | <p>Синтез систем управления. Множество стабилизирующих регуляторов.</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык умение выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели.</p> |
| 8 | <p>Математические модели цифровых систем управления. Разностные уравнения. Передаточные функции.</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем.</p> |
| 9 | <p>Математические модели цифровых систем управления. Использование Z-преобразования.</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем.</p> |
| 10 | <p>Анализ цифровых систем управления. Решение задач на устойчивость цифровых систем с применением алгебраических критериев</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык владение методами теории управления для исследования математических моделей технических систем.</p> |
| 11 | <p>Синтез систем цифровых управления. Преобразование непрерывных регуляторов: численное интегрирование</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык умение выполнить анализ и синтез системы управления по ее математической модели.</p> |
| 12 | <p>Синтез систем цифровых управления. размещение полюсов дискретной передаточной функции системы: полиномиальные уравнения</p> <p>В результате работы на практическом занятии, студент получает навык умение выполнить анализ и</p> |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|-------|--|
| | синтез системы управления по ее математической модели. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|-------|--|
| 1 | Изучение дополнительной литературы |
| 2 | Работа с лекционным материалом |
| 3 | Подготовка к лабораторным работам |
| 4 | Подготовка к практическим занятиям |
| 5 | Выполнение курсовой работы. |
| 6 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 7 | Подготовка к текущему контролю. |

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Анализ непрерывных систем автоматического управления
2. Синтез непрерывных систем автоматического управления
3. Анализ цифровых систем автоматического управления
4. Синтез цифровых систем автоматического управления

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

| № п/п | Библиографическое описание | Место доступа |
|-------|--|---|
| 1 | Теория автоматического управления С.Е. Душин, Н.С. Зотов, Д.Х. Имаев и др.; Ред. В.Б. Яковлев; Под Ред. В.Б. Яковлев Однотомное издание Высш. шк., - 569 с. , 2005 | НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2) |
| 2 | Применение метода А.М. Ляпунова для исследования устойчивости энергосистемы А.И. Сеславин; МИИТ. Каф. "Управление и информатика в технических системах" Однотомное издание МИИТ , 2006 | НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3) |
| 3 | Синтез корректирующих устройств линейных САР А.И. Сеславин, В.И. Урдин; МИИТ. Каф. "Управление и информатика в технических системах" Однотомное издание МИИТ, - 14 с. , 2006 | НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3) |
| 4 | Теория автоматического управления. Аналитические методы В.А. Подчукаев Однотомное издание Физматлит, - 392 с., ISBN 978-5-9221-0445-6 , 2005 | НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2) |
| 5 | Теория автоматического управления. Линейные системы | НТБ (уч.3); НТБ (фб.); |

| | | |
|---|--|---|
| | И.В. Мирошник Однотомное издание "Питер", - 336 с., - ISBN 5-469-00350-7 , 2005 | НТБ (чз.2) |
| 6 | Типовые звенья систем автоматического управления А.И. Сеславин, В.И. Урдин; МИИТ. Каф. "Управление и информатика в технических системах" Однотомное издание МИИТ , 2005 | НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3) |
| 7 | Частотные характеристики линейных импульсных систем Л.А. Баранов; МИИТ. Каф. "Управление и информатика в технических системах" Однотомное издание МИИТ, - 24 с. , 2005 | НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2) |
| 8 | Модели систем автоматического управления Л.А. Баранов; МИИТ. Каф. "Управление и информатика в технических системах" Однотомное издание МИИТ, - 186 с. , 2008 | НТБ (БР); НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2) |
| 9 | Теория автоматического управления. Задачи и решения Певзнер Л.Д. С-П.: Лань, - 604 с., ISBN 978-5-8114-2161-9 , 2016 | https://e.lanbook.com/ |
| 1 | Теория систем автоматического управления В.А. Бесекерский, Е.П. Попов Однотомное издание Изд-во "Профессия", - 704 с., ISBN 5-93913-035-6 , 2004 | НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2) |
| 2 | Теория автоматического управления А.А. Ерофеев Однотомное издание Политехника, - 302 с., ISBN 5-7325-0529-6 , 2003 | НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2) |
| 3 | Теория автоматического управления В.Н. Брюханов, М.Г. Косов, С.П. Протопопов, Ю.М. Соломенцев; Под ред. Ю.М. Соломенцева Однотомное издание Высш. шк., - 268 с., ISBN 5-06-003953-6 , 2003 | НТБ (уч.3) |

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:

Зачет в 5 семестре.

Курсовая работа в 6 семестре.

Экзамен в 6 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
«Управление и защита информации»

С.Е. Иконников

Согласовано:

Заведующий кафедрой УиЗИ
Председатель учебно-методической
комиссии

Л.А. Баранов

С.В. Володин