

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 специалитета
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория линейных электрических цепей

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

Форма обучения: Очно-заочная

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: 21905
Подписал: заведующий кафедрой Антонов Антон
Анатольевич
Дата: 01.06.2022

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины являются подготовка студентов к изучению специальных дисциплин, активному использованию понятий и методов теории линейных электрических цепей при анализе режимов работы и проектировании устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, таких, как рельсовые цепи; групповые, взаимовлияющие и индуктивно связанные линии; фильтры и другие элементы систем передачи информации в устройствах автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте.

Основной конечной целью изучения учебной дисциплины «Теория линейных электрических цепей» является формирование у обучающихся компетенций в области линейных электрических цепей, применяемых на железнодорожном транспорте в области железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, необходимых при эксплуатации, проектировании, производстве, испытаниях, модернизации, разработке и проектировании необходимых для следующих видов практической деятельности:

- производственно-технологической;
- проектно-конструкторской;
- научно-исследовательской.

Учебная дисциплина предназначена для получения знаний, позволяющих решать следующие профессиональные задачи:

производственно-технологические – грамотное использование знаний для разработки и чтения производственной документации в процессе изготовления различной электротехнической аппаратуры и проверки ее параметров на соответствие требованиям ТУ; умение оценить достаточность знаний обслуживающего эту аппаратуру персонала;

квалифицированно решать вопросы по повышению производительности труда обслуживающего персонала;

проектно-конструкторские – при последующем повышении уровня практических знаний в условиях эксплуатации систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи; повысить свой уровень до возможности применения своих знаний при проектировании систем и разработке отдельных различных блоков аппаратуры;

научно-исследовательские – при последующем повышении уровня практических знаний в условиях эксплуатации и дальнейшем совершенствовании своих научных знаний и исследовательских навыков.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-1 - Способен организовывать и выполнять работы (технологические процессы) по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы обеспечения движения поездов на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и ремонта.

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

Знать:

причины возникновения и способы устранения неисправностей в телекоммуникационных системах железнодорожного транспорта, применяет современные методы и способы обнаружения неисправностей при эксплуатации, определения качества проведения технического обслуживания, а также методы расчета показателей качества систем телекоммуникаций.

Уметь:

применять в профессиональной деятельности современные технологии проектирования и монтажа электрических и оптических линий связи, методы построения аналоговых и цифровых систем передачи сигналов; методы расчета параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик электрических и волоконно-оптических линий связи.

Владеть:

Применяет в производственной деятельности нормативные документы по качеству и безопасности технологических процессов, руководствуется требованиями по безопасности движения поездов; методы обеспечения безопасности и безотказности телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 10 з.е. (360 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 | | |
| | | №4 | №5 | №6 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 128 | 48 | 32 | 48 |
| В том числе: | | | | |
| Занятия лекционного типа | 64 | 16 | 16 | 32 |
| Занятия семинарского типа | 64 | 32 | 16 | 16 |

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 232 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 | Тема 1 Условия работы и характеристики электрических цепей автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте |
| 2 | Тема 2 Колебательные цепи при гармоническом воздействии |
| 3 | Тема 3 Анализ электрических цепей методом сигнальных графов |
| 4 | Тема 4 Определение эквивалентных параметров различных со-единений четырехполюсников. |
| 5 | Тема 5 Электрические фильтры типа к и m. |
| 6 | Тема 6 Синтез линейных электрических цепей |
| 7 | Тема 7 |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|--|
| | <p>Предмет и задачи курса.</p> <p>Основные понятия и законы электрической цепи. Электрическая цепь как объект анализа.</p> <p>Формулировка задачи синтеза электрической цепи. Модель электрической цепи.</p> <p>Формы записи комплексных чисел и особенности их применения для расчета и графического, и векторного представления цепей синусоидального переменного тока.</p> |
| 8 | <p>Тема 8</p> <p>Элементы реальных электрических цепей и их модели.</p> <p>источник сигналов, сопротивление, катушка индуктивности, конденсатор. Факторы, определяющие выбор модели электрической цепи и её элементов. Эквивалентные схемы замещения однотипных элементов и взаимосвязь между ними. Добротность катушки индуктивности, добротность конденсатора. Определение добротности реактивных элементов по параметрам последовательной и параллельной схем замещения.</p> <p>Классификация линейных электрических цепей.</p> <p>Классификация функций линейных электрических цепей: входные функции, передаточные функции.</p> <p>Формы представления функций линейных электрических цепей: частотная, операторная и временная.</p> |
| 9 | <p>Тема 9</p> <p>Последовательный колебательный контур. Определения и основные соотношения.</p> <p>Векторные диаграммы и характер комплексного входного сопротивления на частотах, ниже резонансной, при резонансе, на частотах, выше резонансной; настроенный и расстроенный контуры; напряжение на элементах контура; характеристическое сопротивление контура; амплитуда тока в контуре при резонансе и на частотах, отличных от резонансной; добротность колебательной цепи, затухание колебательного контура.</p> <p>Входные частотные характеристики последовательного колебательного контура. Виды расстроек контура: абсолютная, относительная, обобщенная. Частотные характеристики модуля и аргумента комплексного входного сопротивления, частотная характеристика нормированного тока.</p> <p>Передаточные функции последовательного колебательного контура Исследование передаточных функций на экстремум. Влияние потерь в элементах на вид передаточных функций.</p> |
| 10 | <p>Тема 10</p> <p>Избирательные свойства последовательного колебательного контура.</p> <p>Определение избирательности. Полоса пропускания последовательного колебательного контура.</p> <p>Формулы, выражающие границы полосы пропускания последовательного колебательного контура через параметры элементов. Влияние сопротивления внешних цепей на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки. Эквивалентная добротность последовательного колебательного контура.</p> <p>Эквивалентная ширина полосы пропускания. Условия использования последовательного колебательного контура с позиции максимальной реализации его избирательных свойств.</p> |
| 11 | <p>Тема 11</p> <p>Параллельный колебательный контур.</p> <p>Определения и основные соотношения: условия рассмотрения; векторные диаграммы и характер комплексной входной проводимости на частотах, ниже резонансной, при резонансе, на частотах, выше резонансной; настроенный и расстроенный контуры; ток в контуре; характеристическое сопротивление контура; амплитуда напряжения на контуре при резонансе и на частотах, отличных от резонансной; добротность колебательной цепи.</p> <p>Влияние сопротивления потерь на резонансную частоту параллельного колебательного контура.</p> <p>Входные частотные характеристики параллельного колебательного контура. Передаточные частотные характеристики параллельного колебательного контура.</p> |
| 12 | <p>Тема 12</p> <p>Связанные колебательные контуры.</p> <p>Виды связи между контурами: трансформаторная, индуктивная (внутренняя, внешняя); электрическая (внутренняя емкостная и внешняя емкостная); комбинированная; гальваническая. Первичный контур, вторичный контур.</p> |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|--|
| 13 | <p>Тема 13</p> <p>Общие представления о сигнальных графах. Преобразования сигнальных графов. Применение сигнальных графов к анализу цепей. Решение примеров.</p> |
| 14 | <p>Тема 14</p> <p>Обобщённые параметры четырёхполюсника.</p> <p>Четырёхполюсник как модель электрической цепи. Классификация четырёхполюсников. Уравнения прямой передачи. Обобщённые параметры четырёхполюсника: виды и физический смысл. Уравнения обратной передачи четырёхполюсника. Входное сопротивление. Параметры холостого хода и короткого замыкания. Сопротивление передачи.</p> |
| 15 | <p>Тема 15</p> <p>Рабочие характеристики четырёхполюсника; виды затухания четырёхполюсника</p> <p>виды мощности (мощность, отдаваемая генератором согласованной нагрузке; мощность, входящая в систему передачи; мощность, отдаваемая нагрузке на выходе системы передачи; мощность, отражённая от входа системы передачи); виды затухания (собственное (характеристическое), рабочее, вносимое, передачи, отражения). Формула, выражающая приведённое сопротивление передачи через характеристические параметры и сопротивления внешних цепей. Формулы вносимого и рабочего затухания и их анализ.</p> |
| 16 | <p>Тема 16</p> <p>Определение эквивалентных параметров последовательного, параллельного и последовательно-параллельного соединений четырёхполюсников</p> <p>Определение параметров последовательного соединения четырёхполюсников. Частный случай: обобщённые и характеристические параметры последовательного соединения эквивалентных четырёхполюсников.</p> <p>Определение параметров параллельного соединения четырёхполюсников. Частный случай: обобщённые и характеристические параметры параллельного соединения эквивалентных четырёхполюсников.</p> <p>Определение параметров последовательно-параллельного соединения четырёхполюсников. Частный случай: обобщённые и характеристические параметры последовательно-параллельного соединения эквивалентных четырёхполюсников</p> <p>Определение параметров Г-, П-, Т-образных и мостовых четырёхполюсников. Определение параметров (характеристических, обобщённых) простейших четырёхполюсников.</p> |
| 17 | <p>Тема 17</p> <p>Фильтры типа к.</p> <p>Условия пропускания четырёхполюсника в общем виде. Условия пропускания лестничных схем.</p> <p>Определение фильтров типа к. Параметры и частотные характеристики фильтров нижних частот типа к.</p> <p>Параметры и частотные характеристики фильтров верхних частот типа к. Параметры и частотные характеристики полосовых фильтров типа к. Параметры и частотные характеристики режекторных фильтров типа к.</p> |
| 18 | <p>Тема 18</p> <p>Фильтры типа m.</p> <p>Принцип перераспределения реактивных сопротивлений в плечах лестничной схемы. Определение параметров последовательно-производного звена. Частотные характеристики модуля характеристического сопротивления и собственного затухания. Преимущества и недостатки фильтров типа m. Частотные характеристики собственного затухания фильтра, образованного комбинацией звеньев типа k и типа m.</p> |
| 19 | <p>Тема 19</p> <p>Электромеханические фильтры</p> <p>Пьезоэлектрические (кварцевые) фильтры: пьезоэлектрический эффект; конструкция кварцевого резонатора; эквивалентная электрическая схема резонатора; электрические параметры и частотные</p> |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|--|
| | свойства резонатора; пример кварцевого мостового фильтра и его частотные характеристики. Камертонные фильтры: конструкция электромеханической системы с камертоном и её частотные свойства. |
| 20 | Тема 20 Аналитические свойства функции входного сопротивления линейного пассивного двухполюсника. Расположение нулей и полюсов, условия устойчивости. Теорема о числе нулей и полюсов. Связь между вещественной и мнимой частями функции входного сопротивления (интегральные преобразования Гильберта). Теорема Фостера о неубывающем характере функции реактивного входного сопротивления. |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|-------|--|
| 1 | Лабораторная работа 1 Измерение напряжения и разности фаз вольтметром и осциллографом |
| 2 | Лабораторная работа 2 Частотные свойства последовательного колебательного контура |
| 3 | Лабораторная работа 3 Частотные свойства параллельного ко-лебательного контура |

Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|-------|--|
| 1 | Практическое занятие 1 Последовательный колебательный контур: решение задач на расчёт параметров последовательного колебательного контура и его частотных характеристик. |
| 2 | Практическое занятие 2 Параллельный колебательный контур: решение задач на расчёт параметров параллельного колебательного контура и его частотных характеристик. |
| 3 | Практическое занятие 3 Резонансные характеристики связанных контуров. Расчет связанных цепей: нахождение резонансных частот индуктивно связанных контуров и оценка завысти изменения частотной характеристики от уменьшения и увеличения значения коэффициента связи. |
| 4 | Практическое занятие 4 Комплексная передаточная функция: решение задач на нахождение аналитического выражения комплексной передаточной функции и построения АЧХ, ФЧХ и АФЧХ характеристик заданной схемы. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|-------|--|
| 1 | Характеристические параметры четырёхполюсника. |
| 2 | Рабочие характеристики четырёхполюсника |
| 3 | Колебательные цепи при гармоническом воздействии |

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|----------|---|
| 4 | Теория распространения электромагнитной энергии по направляющим системам. Физические процессы в направляющих системах. |
| 5 | Выполнение курсовой работы. |
| 6 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 7 | Подготовка к текущему контролю. |

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ Характеристические параметры четырёхполюсника.

Характеристические сопротивления, характеристическая постоянная передачи: определение и физический смысл. Уравнения передачи в гиперболических функциях. Уравнения передачи согласованно нагруженного четырёхполюсника (включая частный случай симметричного четырёхполюсника). Каскадное включение четырёхполюсников на принципе согласования характеристических сопротивлений.

Рабочие характеристики четырёхполюсника:

виды затухания четырёхполюсника: виды мощности (мощность, отдаваемая генератором согласованной нагрузке; мощность, входящая в систему передачи; мощность, отдаваемая нагрузке на выходе системы передачи; мощность, отражённая от входа системы передачи); виды затухания (собственное (характеристическое, рабочее, вносимое, передачи, отражения).

Колебательные цепи при гармоническом воздействии

Теория распространения электромагнитной энергии по направляющим системам. Физические процессы в направляющих системах.

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

| № п/п | Библиографическое описание | Место доступа |
|----------|----------------------------|---------------|
|----------|----------------------------|---------------|

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Теория электрических цепей Добротворский И.Н. Радио и связь - 472 с. , 1989 | https://djvu.online/file/PVeDgTNbJZvud |
| 1 | Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи Матханов П.Н. Высшая школа - 335 с. , 1981 | https://djvu.online/file/QqGRpj6mv2Ftf |
| 2 | Теория линейных электрических цепей в упражнениях и задачах Шебес М.Р. Высшая школа - 480 с. , 1987 | https://djvu.online/file/XawHe2mEPvB5r |

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

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://rgd.ru> - сайт ОАО «РЖД».
3. <http://elibrary.ru> - научно-электронная библиотека.
4. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

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

Электронная лаборатория MULTISIM и MATCAD

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

Для освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, оснащенной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и демонстрационных практических занятий.

9. Форма промежуточной аттестации:

- Зачет в 4 семестре.
- Курсовая работа в 5 семестре.
- Экзамен в 5, 6 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

Е.В. Архипов

Согласовано:

Заведующий кафедрой АТСнаЖТ

А.А. Антонов

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин