

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: 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: 21905
Подписал: заведующий кафедрой Антонов Антон
Анатольевич
Дата: 17.04.2024

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:

- навыком применения 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 8 з.е. (288 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
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	160	80	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	96	48	48

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 128 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	Предмет и задачи курса Рассматриваемые вопросы: - основные понятия и законы электрической цепи - электрическая цепь как объект анализа - формулировка задачи синтеза электрической цепи - модель электрической цепи - формы записи комплексных чисел и особенности их применения для расчета и графического, и векторного представления цепей синусоидального переменного тока
2	Электрические цепи Рассматриваемые вопросы: - условия работы и характеристики электрических цепей автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте - колебательные цепи при гармоническом воздействии
3	Анализ электрических цепей методом сигнальных графов Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - определение эквивалентных параметров различных со-единений четырехполюсников - электрические фильтры типа к и m - синтез линейных электрических цепей
4	<p>Элементы реальных электрических цепей и их модели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 - классификация линейных электрических цепей - классификация функций линейных электрических цепей: входные функции, передаточные функции - формы представления функций линейных электрических цепей: частотная, операторная и временная
5	<p>Последовательный колебательный контур. Определения и основные соотношения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 - входные частотные характеристики последовательного колебательного контура - виды расстроек контура: абсолютная, относительная, обобщённая - частотные характеристики модуля и аргумента комплексного входного сопротивления, частотная характеристика нормированного тока - передаточные функции последовательного колебательного контура - исследование передаточных функций на экстремум - влияние потерь в элементах на вид передаточных функций
6	<p>Избирательные свойства последовательного колебательного контура</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение избирательности - полоса пропускания последовательного колебательного контура - 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 - эквивалентная ширина полосы пропускания - условия использования последовательного колебательного контура с позиции максимальной реализации его избирательных свойств
7	<p>Параллельный колебательный контур</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 - влияние сопротивления потерь на резонансную частоту параллельного колебательного контура

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- входные частотные характеристики параллельного колебательного контура - передаточные частотные характеристики параллельного колебательного контура
8	Связанные колебательные контуры Рассматриваемые вопросы: - виды связи между контурами: трансформаторная, индуктивная (внутренняя, внешняя) - электрическая (внутренняя емкостная и внешняя емкостная) - комбинированная; гальваническая. Первичный контур, вторичный контур
9	Обобщённые параметры четырёхполюсника Рассматриваемые вопросы: - 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
10	Рабочие характеристики четырёхполюсника Рассматриваемые вопросы: - 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) - формула, выражающая приведённое сопротивление передачи через характеристические параметры и сопротивления внешних цепей. - формулы вносимого и рабочего затухания и их анализ

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Вольтметр и осциллограф В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает измерение напряжения и разности фаз вольтметром и осциллографом
2	Исследование простейших Г-образных частотно-избирательных цепей В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает частотные свойства RC- и RL-цепей
3	Фильтр Вина В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает частотные свойства RC- и RL-цепей
4	Последовательный колебательный контур В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает частотные свойства последовательного колебательного контура
5	Параллельный колебательный контур В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает частотные свойства параллельного колебательного контура
6	Измерение параметров четырёхполюсника В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает параметры четырёхполюсника

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
7	Частотные характеристики реактивных фильтров В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает АЧХ и ФЧХ LC-фильтров
8	Связанные колебательные контуры В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает АЧХ фильтра на связанных контурах.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Входные амплитудно-частотные характеристики элементов ЛЭЦ (двухполюсников) В ходе выполнения пракического задания студент изучает характеристики элементов ЛЭЦ
2	Частотные передаточные характеристики простейших Г-образных RC- и RL-цепей В ходе выполнения пракического задания студент изучает АЧХ и ФЧХ Г-образных RC- и RL-цепей
3	Частотные передаточные характеристики квазирезонансных и корректирующих цепей с запаздывающими и опережающими ФЧХ В ходе выполнения пракического задания студент изучает АЧХ и ФЧХ фильтра Вина и корректирующих цепей
4	Входные и передаточные частотные характеристики последовательного колебательного контура В ходе выполнения пракического задания студент изучает АЧХ и ФЧХ характеристики последовательного колебательного контура
5	Входные и передаточные частотные характеристики параллельного колебательного контура В ходе выполнения пракического задания студент изучает АЧХ и ФЧХ параллельного колебательного контура
6	Влияние внешних цепей на избирательные свойства колебательных контуров В ходе выполнения пракического задания студент изучает влияние сопротивления нагрузки на избирательные свойства колебательных контуров
7	Трёхфазные цепи и трансформаторы В ходе выполнения пракического задания студент изучает электротехнические расчеты трехфазных цепей и цепей с трансформаторами
8	Переходные процессы и реакция ЛЭЦ на сложные сигналы В ходе выполнения пракического задания студент изучает переходные процессы в RC- и RLC-цепях, анализирует спектры сигналов на входе и выходе цепей
9	Частотные характеристики системы из двух связанных контуров В ходе выполнения пракического задания студент изучает АЧХ фильтра на связанных контурах
10	Кабельная линия В ходе выполнения пракического задания студент изучает электротехнический расчет кабельной линии в согласованном и несогласованном режиме при прямой и обратной передаче
11	Рельсовая цепь В ходе выполнения пракического задания студент изучает расчет простейшей рельсовой цепи переменного тока в нормальном и шунтовом режимах
12	Решение задач по теме «Колебательные контуры» В ходе выполнения пракического задания студент решает задачи по теме, закрепляет пройденный материал
13	Решение задач по теме «Четырёхполюсники» В ходе выполнения пракического задания студент решает задачи по теме, закрепляет пройденный материал

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Тема курсовой работы: «Расчёт пассивных LC-фильтров»

Полосовой фильтр 1 Полосовой фильтр 2

Вар. Характеристика f_{c1} f_{c2} f_{s1} f_{s2} a_{max} a_{min} $R_1 =$ Характеристика f_0 f_{c1} f_{s1} f_{s2} a_{max} a_{min} $R_1 =$

R_2 R_2

№ - Гц Гц Гц Гц дБ дБ Ом - Гц Гц Гц Гц дБ дБ Ом

1 Баттерворта 2550 5250 850 17500 2,0 30 75 Чебышева 10000 1420 8700 11300 0,28 35 700

2 Баттерворта 2650 5450 850 17550 2,5 35 50 Чебышева 10300 1100 9000 11600 0,5 35 50

3 Баттерворта 2750 5650 850 17550 3,0 40 250 Чебышева 10600 1000 9400 11800 1,0 40 75

4 Баттерворта 2850 5850 950 18500 3,5 45 50 Чебышева 10900 1000 9500 12300 2,0 45 1000

5 Баттерворта 2950 6500 950 18500 4,0 50 450 Чебышева 11100 1000 9700 12500 3,0 50 1200

6 Чебышева 3500 6250 950 19500 0,011 55 50 Баттерворта 9000 880 7900 10100 2,5 50 200

7 Чебышева 3150 6450 950 19550 0,028 60 50 Баттерворта 9200 200 8000 10400 2,5 50 300

8 Чебышева 3250 6750 1500 25050 0,044 60 50 Баттерворта 9400 220 8200

10600 3,5 65 50

9 Чебышева 3350 7500 1500 22500 0,099 60 850 Баттерворта 9600 250 8300 10900 3,0 70 500

10 Чебышева 3450 7150 1500 23500 0,177 60 950 Баттерворта 9800 200 8500 11100 4,0 75 75

11 Баттерворта 3550 7250 1250 23500 2,0 30 1500 Чебышева 12900 300 11200 14600 0,011 30 75

12 Баттерворта 3650 7450 1350 23500 2,5 35 1250 Чебышева 13200 300 11500 14900 0,028 35 50

13 Баттерворта 3750 7650 1450 24500 3,0 40 250 Чебышева 13500 300 11800 15200 0,044 40 900

14 Баттерворта 3850 8500 1450 24500 3,5 45 75 Чебышева 13800 1100 12000 15600 0,099 45 1000

15 Баттерворта 3950 8250 1450 24500 4,0 50 450 Чебышева 14100 1200 12300 15900 0,177 50 1200

16 Чебышева 4500 8450 1450 24500 0,28 55 550 Баттерворта 11400 1100 10000 12800 2,0 55 200

17 Чебышева 4150 8550 1450 25500 0,5 60 650 Баттерворта 11700 1000 10200 13200 2,5 60 300

18 Чебышева 4250 8850 1450 25500 1,0 60 750 Баттерворта 12000 1000 10400 13600 3,0 65 400

19 Чебышева 4350 8850 1450 26500 2,0 60 850 Баттерворта 12300 1000 10700 13900 3,5 60 50

20 Чебышева 4450 9500 1550 27500 3,0 60 950 Баттерворта 12600 1000 11000 14200 4,0 75 50

21 Баттерворта 1550 3250 475 9850 2,0 30 1500 Чебышева 6000 580 5200 6800 0,28 30 200

22 Баттерворта 1650 3450 550 10550 2,5 35 1250 Чебышева 6200 600 5400 7000 0,5 35 50

23 Баттерворта 1750 3650 550 11500 3,0 40 250 Чебышева 6400 620 5600 7200 1,0 40 400

24 Баттерворта 1850 3850 650 12500 3,5 45 350 Чебышева 6600 640 5800 7400 2,0 45 500

25 Баттерворта 1950 4500 650 13500 4,0 50 450 Чебышева 6800 660 6000 7600 3,0 50 1200

26 Чебышева 2500 4250 750 13550 0,28 55 550 Баттерворта 7000 680 6200 7800 2,0 55 200

27 Чебышева 2150 4450 750 14500 0,5 60 650 Баттерворта 7200 100 6300 8100 2,5 60 75

28 Чебышева 2250 4650 750 15500 1,0 60 750 Баттерворта 7400 100 6400
8400 3,0 65 400

29 Чебышева 2350 4850 750 16500 2,0 60 75 Баттерворта 7600 120 6600
8600 3,5 70 500

30 Чебышева 2450 5500 750 16500 3,0 60 950 Баттерворта 7800 100 6700
8900 4,0 75 50

31 Баттерворта 550 1250 175 3750 2,0 30 1500 Чебышева 8000 110 7000
9000 0,011 40 700

32 Баттерворта 650 1450 250 4350 2,5 35 1250 Чебышева 8200 800 7200
9200 0,028 35 50

33 Баттерворта 750 1650 250 5500 3,0 40 250 Чебышева 8400 820 7400
9400 0,044 40 900

34 Баттерворта 850 1850 350 5450 3,5 45 350 Чебышева 8600 840 7500
9700 0,099 45 50

35 Баттерворта 950 2500 325 6500 4,0 50 450 Чебышева 8800 860 7700
9900 0,177 50 1200

36 Чебышева 1500 2250 350 6750 0,011 55 550 Баттерворта 14400 1200
12600 16200 2,0 55 200

37 Чебышева 1150 2450 375 7250 0,028 60 50 Баттерворта 14700 520
12800 16600 2,5 60 50

38 Чебышева 1250 2650 450 7550 0,044 60 50 Баттерворта 15000 540
13000 17000 3,0 65 400

39 Чебышева 1350 2850 425 9500 0,099 60 850 Баттерворта 15400 540
13400 17400 3,5 70 50

40 Чебышева 1450 3500 450 9250 0,177 60 950 Баттерворта 15800 520
13700 17900 4,0 75 600

41 Баттерворта 8500 15500 2550 44500 2,0 30 250 Чебышева 16200 900
14000 18400 0,28 30 700

42 Баттерворта 8250 15500 2550 44500 2,5 35 350 Чебышева 16600 1500
14500 18700 0,5 35 50

43 Баттерворта 8450 16500 2650 45500 3,0 40 450 Чебышева 17000 1500
14800 19200 1,5 40 900

44 Баттерворта 8650 16500 2750 46500 3,5 45 550 Чебышева 17400 1600
15200 19600 2,5 45 1000

45 Баттерворта 8850 16500 2850 47500 4,0 50 650 Чебышева 17800 1600
15500 20100 3,0 50 50

46 Чебышева 9500 17500 2850 55050 0,011 55 750 Баттерворта 18200
1700 15800 20600 2,0 55 200

47 Чебышева 9250 17500 2850 52500 0,028 60 850 Баттерворта 18600

1700 16200 21000 2,5 60 300

48 Чебышева 9450 17500 2950 55500 0,044 60 950 Баттерворта 19000
1750 16500 21500 3,0 65 400

49 Чебышева 9650 18500 2950 56500 0,099 60 1500 Баттерворта 19400
1700 16800 22000 3,5 70 500

50 Чебышева 9850 18500 3500 57500 0,177 60 1250 Баттерворта 20000
1750 17300 22700 4,0 75 50

51 Баттерворта 15050 18500 3500 58500 2,0 30 250 Чебышева 500 40 435
565 0,011 30 75

52 Баттерворта 10350 19500 3150 59500 2,5 35 350 Чебышева 600 50 520
680 0,028 35 800

53 Баттерворта 10650 19500 3250 65050 3,0 40 450 Чебышева 700 60 610
790 0,044 40 900

54 Баттерворта 10950 25050 3350 65050 3,5 45 550 Чебышева 800 70 700
900 0,099 45 1000

55 Баттерворта 11150 25050 3350 62500 4,0 50 650 Чебышева 900 80 780
1020 0,177 50 75

56 Чебышева 11450 25050 3350 64500 0,28 55 50 Баттерворта 1000 110
870 1130 2,0 55 50

57 Чебышева 11750 25050 3450 65500 0,5 60 850 Баттерворта 1100 120
960 1240 2,5 60 50

58 Чебышева 12500 22500 3550 67500 1,0 60 950 Баттерворта 1200 130
1050 1350 3,0 60 50

59 Чебышева 12350 22500 3650 67500 2,0 60 1500 Баттерворта 1300 140
1150 1450 3,5 30 1000

60 Чебышева 12650 22500 3750 68500 3,0 60 1250 Баттерворта 1400 150
1220 1580 4,0 30 50

61 Баттерворта 16250 29500 4950 94500 2,0 30 250 Чебышева 1500 140
1300 1700 0,28 30 50

62 Баттерворта 16650 35050 5500 95500 2,5 35 350 Чебышева 1600 150
1400 1800 0,5 35 300

63 Баттерворта 17500 35050 5250 96500 3,0 40 450 Чебышева 1700 160
1500 1900 1,0 40 50

64 Баттерворта 17450 35050 5450 97500 3,5 45 550 Чебышева 1800 170
1600 2000 2,0 45 500

65 Баттерворта 17850 32500 5650 99500 4,0 50 650 Чебышева 1900 180
1700 2100 3,0 50 75

66 Чебышева 18250 33500 5850 150500 0,28 55 50 Баттерворта 2000 250
1750 2250 3,0 30 700

67 Чебышева 18650 34500 6500 115050 0,5 60 850 Баттерворта 2100 250
1850 2350 3,0 30 800

68 Чебышева 19500 35500 6250 115500 1,0 60 950 Баттерворта 2200 250
1900 2500 3,0 60 75

69 Чебышева 19450 37500 6450 125050 2,0 60 1500 Баттерворта 2300 250
2000 2600 3,5 30 1000

70 Чебышева 25050 45050 7500 135050 3,0 60 1250 Баттерворта 2400 250
2000 2800 4,0 40 1200

71 Баттерворта 4550 9500 1550 27550 2,0 30 250 Чебышева 2500 240 2100
2900 0,011 30 75

72 Баттерворта 4650 9500 1550 28500 2,5 35 350 Чебышева 2600 280 2300
2900 0,028 35 300

73 Баттерворта 4750 15050 1550 29500 3,0 40 450 Чебышева 2700 240
2400 3000 0,044 40 400

74 Баттерворта 4850 15050 1650 35050 3,5 45 850 Чебышева 2800 270
2500 3100 0,099 45 75

75 Баттерворта 4950 15050 1650 35050 4,0 50 50 Чебышева 2900 250 2600
3200 0,177 50 600

76 Чебышева 5500 11500 1750 31500 0,011 55 1500 Баттерворта 3000 100
2600 3400 2,0 30 50

77 Чебышева 5250 11500 1750 31500 0,028 60 1250 Баттерворта 3100 120
2700 3500 2,5 30 800

78 Чебышева 5450 11500 1850 32500 0,044 60 250 Баттерворта 3200 100
2800 3600 3,0 60 900

79 Чебышева 5650 11500 1950 32500 0,099 60 350 Баттерворта 3300 120
2800 3800 3,5 70 50

80 Чебышева 5850 11500 1950 32500 0,177 60 450 Баттерворта 3400 100
2900 3900 4,0 75 1200

81 Баттерворта 6500 12500 2500 33500 2,0 30 550 Чебышева 3500 200
3000 4000 0,28 30 200

82 Баттерворта 6250 12500 2500 33500 2,5 35 650 Чебышева 3600 200
3200 4000 0,5 35 300

83 Баттерворта 6450 12500 2500 33500 3,0 40 750 Чебышева 3700 200
3300 4100 1,0 40 400

84 Баттерворта 6650 12500 2150 34500 3,5 45 75 Чебышева 3800 220 3400
4200 2,0 45 75

85 Баттерворта 6850 13500 2150 34500 4,0 50 950 Чебышева 3900 220
3500 4300 3,0 50 600

86 Чебышева 7500 13500 2150 39500 0,28 55 1500 Баттерворта 5000 540

4400 5600 2,0 55 700

87 Чебышева 7250 14500 2250 45050 0,5 60 1250 Баттерворта 5200 540
4500 5900 2,5 60 800

88 Чебышева 7450 14500 2250 41500 1,0 60 550 Баттерворта 5400 520
4700 6100 3,0 65 900

89 Чебышева 7650 15500 2350 42500 2,0 60 50 Баттерворта 5600 500 4800
6400 3,5 70 50

90 Чебышева 7850 15500 2350 43500 3,0 60 750 Баттерворта 5800 450
4900 6700 4,0 75 1200

91 Баттерворта 12900 25500 4500 76500 2,0 30 850 Баттерворта 4000 100
3500 4500 2,0 55 200

92 Баттерворта 13200 25500 4500 77500 2,5 35 950 Баттерворта 4100 120
3600 4600 2,5 60 300

93 Баттерворта 13500 25500 4150 78500 3,0 40 1500 Баттерворта 4200 100
3600 4800 3,0 65 400

94 Баттерворта 13800 26500 4250 85050 3,5 45 1250 Баттерворта 4300 120
3700 4900 3,5 70 500

95 Баттерворта 14100 26500 4350 82500 4,0 50 250 Баттерворта 4400 100
3800 5000 4,0 75 600

96 Чебышева 14400 26500 4450 84500 0,011 55 350 Чебышева 4500 440
3900 5100 0,011 30 700

97 Чебышева 14700 27500 4550 95050 0,028 60 50 Чебышева 4600 450
4000 5200 0,028 35 800

98 Чебышева 15575 27500 4650 95050 0,044 60 550 Чебышева 4700 460
4100 5300 0,044 40 900

99 Чебышева 15400 28500 4750 92500 0,099 60 650 Чебышева 4800 470
4200 5400 0,099 45 1000

100 Чебышева 15800 28500 4850 93500 0,177 60 750 Чебышева 4900 480
4300 5500 0,177 50 1200

В таблице использованы обозначения: f_{c1} , f_{c2} – нижняя и верхняя частоты среза;

f_{s1} , f_{s2} – нижняя и верхняя граничные частоты полосы задерживания; f_0 – центральная частота фильтра;

Δf_c – ширина полосы пропускания фильтра;

α_{max} – максимальное затухание фильтра в полосе пропускания; α_{min} – минимальное затухание фильтра в полосе задерживания;

R_1 – внутреннее сопротивление источника сигнала; R_2 - сопротивление нагрузки.

Структура курсовой работы:

Титульный лист

Содержание

Введение

Глава 1. Теоретическая часть

Глава 2. Расчет первого полосового фильтра (ПФ1)

Глава 3. Расчет второго полосового фильтра (ПФ2)

Глава 4. Расчет режекторного фильтра (РФ)

Глава 5. Исследовательская часть (у каждого студента будет иметь свое название)

Заключение

Список использованных источников

Приложения

Нвар

по списку

группы Тема исследовательской части (название 5й главы)

1 Расчёт резонансных частот и характеристических сопротивлений колебательных контуров ПФ2 и РФ, характеристических параметров ЧП полосовых и режекторных фильтров, рассчитанных в работе.

2 Исследование влияния одиночных отказов конденсаторов (обрыв и КЗ) на АЧХ первого полосового фильтра

3 Исследование влияния одиночных отказов катушек индуктивности (обрыв и КЗ) на АЧХ второго полосового фильтра

4 Исследование влияния одиночных отказов конденсаторов (обрыв и КЗ) на АЧХ режекторного фильтра

5 Моделирование АЧХ и ФЧХ рассчитанных фильтров с использованием Multisim

6 Моделирование работы одного из рассчитанных фильтров при одиночных отказах каждого из элементов с использованием Multisim

7 Исследование влияния одиночных отказов конденсаторов (обрыв и КЗ) на АЧХ второго полосового фильтра

8 Исследование влияния изменения сопротивления нагрузки на АЧХ режекторного фильтра ($R_1=\text{const}$, $R_2=\text{var}$)

9 Исследование влияния изменения сопротивления нагрузки на АЧХ второго полосового фильтра. Построение и анализ зависимостей затухания и коэффициента передачи на центральной частоте фильтра от сопротивления нагрузки ($R_1=\text{const}$, $R_2=\text{var}$)

10 Исследование влияния изменения сопротивления нагрузки на АЧХ первого полосового фильтра. Построение и анализ зависимостей затухания и коэффициента передачи на центральной частоте фильтра от сопротивления нагрузки ($R_1=\text{const}$, $R_2=\text{var}$)

11 Исследование влияния одновременного изменения сопротивления нагрузки и внутреннего сопротивления источника на АЧХ второго полосового фильтра. Построение и анализ зависимостей затухания и коэффициента передачи на центральной частоте фильтра от сопротивления нагрузки при $R_1=R_2=\text{var}$

12 Исследование влияния изменения сопротивления нагрузки на АЧХ режекторного фильтра ($R_1=\text{const}$, $R_2=\text{var}$)

13 Исследование влияния изменения сопротивления нагрузки на АЧХ второго полосового фильтра. Построение и анализ зависимостей затухания и коэффициента передачи на центральной частоте фильтра от сопротивления нагрузки ($R_1=\text{const}$, $R_2=\text{var}$)

14 Исследование зависимости токов $I_1(f)$ и $I_2(f)$ при $R_H=R_2$, $R_H=0.2*R_2$, $R_H=10*R_2$ для РФ

15 Изучение влияния уменьшения порядка фильтра на АЧХ на примере ПФ2. Построение семейства АЧХ при различном порядке фильтра

16 Расчёт резонансных частот и характеристических сопротивлений колебательных контуров ПФ2 и РФ, характеристических параметров ЧП полосовых и режекторных фильтров, рассчитанных в работе.

17 Изучение влияния уменьшения порядка фильтра на АЧХ на примере ПФ2. Построение семейства АЧХ при различном порядке фильтра

18 Изучение влияния уменьшения порядка фильтра на АЧХ на примере РФ. Построение семейства АЧХ при различном порядке фильтра

19 Применение согласующего (переходного) трансформатора для согласования полосового фильтра с нагрузкой с примером расчёта.

20 Моделирование АЧХ и ФЧХ рассчитанных фильтров с использованием Micro-Cap 12

21 Моделирование работы одного из рассчитанных фильтров при одиночных отказах каждого из элементов с использованием Micro-Cap 12

22 Расчет всех видов затухания в схеме второго полосового фильтра при согласованной и несогласованной нагрузке на центральной частоте, в полосе пропускания и в полосе задерживания.

23 Исследование влияния одиночных параметрических отказов катушек индуктивности (уменьшение индуктивности в 3 раза) на АЧХ первого полосового фильтра

24 Исследование влияния одиночных параметрических отказов конденсаторов (уменьшение ёмкости в 2 раза) на АЧХ первого полосового фильтра

25 Исследование влияния одиночных параметрических отказов конденсаторов (уменьшение ёмкости в 2 раза) на АЧХ режекторного фильтра

26

Исследование влияния одиночных параметрических отказов катушек индуктивности (уменьшение индуктивности в 3 раза) на АЧХ второго полосового фильтра

27 Исследование влияния изменения сопротивления нагрузки на АЧХ второго полосового фильтра. Построение и анализ зависимостей затухания и коэффициента передачи на центральной частоте фильтра от сопротивления нагрузки ($R_1 = \text{const}$, $R_2 = \text{var}$)

28 Исследование влияния изменения сопротивления нагрузки на АЧХ первого полосового фильтра. Построение и анализ зависимостей затухания и коэффициента передачи на центральной частоте фильтра от сопротивления нагрузки ($R_1 = \text{const}$, $R_2 = \text{var}$)

29 Исследование влияния одновременного изменения сопротивления нагрузки и внутреннего сопротивления источника на АЧХ второго полосового фильтра. Построение и анализ зависимостей затухания и коэффициента передачи на центральной частоте фильтра от сопротивления нагрузки при $R_1 = R_2 = \text{var}$

30 Исследование зависимости токов $I_1(f)$ и $I_2(f)$ при $R_H = R_2$, $R_H = 0.2 * R_2$, $R_H = 10 * R_2$ для ПФ2

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

№	Библиографическое описание	Место доступа
---	----------------------------	---------------

п/п		
1	Основы теории цепей Г. И. Атабеков Учебник Санкт-Петербург : Лань. — 424 с. , 2024	https://e.lanbook.com/book/415049
2	Основы теории цепей Д. Н. Панин, Ю. С. Мамошина Самара : ПГУТИ. — 180 с. , 2023	https://e.lanbook.com/book/411833
3	Основы теории цепей А. С. Завгородний Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана. — 88 с. , 2020	https://e.lanbook.com/book/205757
4	Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи Г. И. Атабеков Учебник Санкт-Петербург : Лань. — 592 с. , 2024	https://e.lanbook.com/book/399167
5	Теория линейных электрических цепей А. Ф. Белецкий Санкт-Петербург : Лань. — 544 с. , 2022	https://e.lanbook.com/book/209825
6	Теория линейных электрических цепей Криворотова, В. В. Учебное пособие Иркутск : ИрГУПС. — 180 с. , 2017	https://e.lanbook.com/book/134693
7	Теория линейных электрических цепей Криворотова, В. В. Учебник Иркутск : ИрГУПС. — 92 с. , 2022	https://e.lanbook.com/book/276500

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:

Курсовая работа в 5 семестре.

Экзамен в 4, 5 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Автоматика, телемеханика и связь
на железнодорожном транспорте»

Л.И. Стряпкин

Согласовано:

Заведующий кафедрой АТСнаЖТ
Председатель учебно-методической
комиссии

А.А. Антонов

С.В. Володин