

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электрическая связь»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.03 «ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ»

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2023

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ» (Б1.В.03) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217, с учетом профессионального стандарта 17.018 «Работник по техническому обслуживанию и ремонту объектов железнодорожной электросвязи» (утвержден 30 марта 2021 г., приказ Минтруда России № 160н).

Целью изучения дисциплины «ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ» является подготовка студентов к изучению специальных дисциплин, активному использованию понятий и методов теории линейных электрических цепей при анализе режимов работы и проектировании электрических цепей устройств железнодорожной автоматики и связи, таких как рельсовые цепи, групповые, взаимовлияющие и индуктивно связанные линии: фильтры, корректоры и другие элементы систем передачи информации в устройствах автоматики и телемеханики.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение тенденций в развитии устройств железнодорожной автоматики и телемеханики;
- изучение методов теории линейных электрических цепей при анализе режимов работы и проектировании электрических цепей устройств железнодорожной автоматики и телемеханики;
- получение навыков расчёта, проектирования электрических цепей устройств железнодорожной автоматики и телемеханики;
- изучение специфики будущей профессии специалистов по эксплуатации, обслуживанию и ремонту устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине является формирование у обучающихся компетенций (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенции) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

В рамках изучения дисциплины осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Техническое обслуживание объектов железнодорожной электросвязи	

<p>ПК-1.2.3. Умеет читать чертежи, электрические схемы объектов железнодорожной электросвязи</p>	<p>Обучающийся умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – читать основные электрические параметры двухполюсников и четырёхполюсников, включая цепи с распределёнными параметрами; – применять принципы их эффективного соединения в электрические цепи; – применять основные методики расчёта и измерения параметров двухполюсников и четырёхполюсников.
<p>ПК-2 Ремонт объектов железнодорожной электросвязи</p>	
<p>ПК-2.2.2. Умеет читать схемы, соответствующие обслуживаемым объектам железнодорожной электросвязи</p>	<p>Обучающийся умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать работу схемы, расчлняя её на простые цепи, элементы; – проверить схему на соответствие основным электрическим параметрам.
<p>ПК-3 Модернизация объектов железнодорожной электросвязи</p>	
<p>ПК-3.2.1. Умеет читать схемы, соответствующие обслуживаемым устройствам объектов железнодорожной электросвязи</p>	<p>Обучающийся умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать работу схемы, расчлняя её на простые цепи, элементы; – проверить схему на соответствие основным электрическим параметрам.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль1	Модуль2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	112	64	48
В том числе:			
– лекции (Л)	64	32	32
– практические занятия (ПЗ)	32	16	16

– лабораторные работы (ЛР)	16	16	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	100	40	60
Контроль	40	4	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	З, Э, КП	3	Э, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7	108/3	144/4

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль 1	Модуль 2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	24	16	8
В том числе:			
– лекции (Л)	12	8	4
– практические занятия (ПЗ)	8	4	4
– лабораторные работы (ЛР)	4	4	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	215	88	127
Контроль	13	4	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	З, Э, КП	3	Э, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7	108/3	144/4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов
Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1			
1	Основные понятия и законы теории цепей	<i>Лекция 1.</i> Классификация электрических цепей. Элементы электрической цепи. <i>Самостоятельная работа:</i> операторное представление гармонических колебаний. Временное и частотное представление гармонических сигналов. <i>Практическое занятие 1.</i> Временное и частотное представление гармонических сигналов.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2
2	Электрические цепи при гармоническом воздействии	<i>Лекция 2.</i> Режим гармонических колебаний в линейных электрических цепях. Операции над гармоническими колебаниями. Энергетические характеристики гармонических колебаний. <i>Самостоятельная работа:</i> характеристики электрических цепей. <i>Лабораторная работа 1.</i> Исследование частотных зависимостей сопротивлений двухполюсников. <i>Практическое занятие 2.</i> Единицы измерения (дБ и Нп).	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2.

3	Анализ цепей в частотной области. Частотные характеристики простейших электрических цепей, двухполюсники	<p>Лекция 3. Тестовые сигналы. Частотное и временное представление непрерывных воздействий и реакций.</p> <p>Лекция 4. Реакции на тестовые сигналы. Электрическая цепь как многополюсник.</p> <p>Лекция 5. Канонические схемы пассивных двухполюсников.</p> <p>Практическое занятие 3. Схемы эквивалентных и обратных двухполюсников.</p> <p>Самостоятельная работа: изучение свойств функций входных сопротивлений пассивных двухполюсников.</p>	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2.
4.	Синтез двухполюсников.	<p>Лекция 6. Реактивные двухполюсники. Их частотные характеристики. Приемы построения двухполюсных схем по заданным функциям $Z(p)$, $Y(p)$.</p> <p>Практическое занятие 4. Синтез двухполюсников RC, RL, LC.</p> <p>Самостоятельная работа. Изучение условий реализуемости схемы двухполюсника.</p>	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2
5.	Представление электрических цепей как четырехполюсников.	<p>Лекция 7. Четырехполюсники, их классификация.</p> <p>Лекция 8. Уравнения электрической цепи как четырехполюсника (с параметрами Z и Y). Схемы замещения 4-х полюсника.</p> <p>Практическое занятие 5. Комплексная частотная характеристика.</p> <p>Практическое занятие 6. Импульсная характеристика.</p> <p>Самостоятельная работа: изучение параметров схем замещения обратимых 4-х полюсников.</p>	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2
6.	Сложные четырехполюсники.	<p>Лекция 9. Смешанные формы уравнений четырехполюсников.</p> <p>Лекция 10. Соединения четырехполюсников: последовательное, параллельное, цепочечное.</p> <p>Лекция 11. Входные и передаточные функции 4-х полюсников. Рабочие коэффициенты и функции передачи напряжения, тока, мощности.</p> <p>Лекция 12. Понятие звена. Параллельное соединение и способы его реализации. Каскадное встречное соединение. Диаграммы прохождения сигналов. Звенья с многомерными входами и выходами.</p> <p>Практическое занятие 7. Расчет входных и передаточных функций 4-х-полюсников.</p> <p>Самостоятельная работа: решение тестовых задач по расчету входных и передаточных функций заданных 4-х-полюсников.</p>	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2
7.	Параметры передачи	<p>Лекция 13. Собственные параметры передачи</p> <p>Лабораторная работа 2. Определение параметров передачи четырехполюсников методом короткого замыкания и холостого хода.</p>	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2
8	Электрические фильтры.	<p>Лекция 14. Условия пропускания и запираания цепочечных фильтров. ФНЧ типа «к».</p> <p>Лабораторная работа 3 ч.1. Исследование схем электрических фильтров (Рабочие параметры передачи).</p> <p>Лабораторная работа 3 ч.2 (Собственные</p>	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2

		<p>параметры передачи).</p> <p>Лекция 15. Фильтры типа «m»</p> <p>Практическое занятие 8. Методика расчета параметров фильтров типа «k» и «m».</p> <p>Самостоятельная работа: расчет параметров заданного фильтра.</p>	
9.	Синтез четырёхполосников	<p>Лекция 16. Приёмы синтеза обратимых четырёхполосников.</p> <p>Самостоятельная работа: изучение разветвленной электрической цепи как динамической системы.</p>	<p>ПК-1.2.3</p> <p>ПК-2.2.2</p> <p>ПК-3.2.1</p>
Модуль 2			
10.	Цепи с распределенными параметрами.	<p>Лекция 17. Понятие цепи с распределёнными параметрами. Классификация длинных линий.</p> <p>Лекция 18. Модель однородной длинной линии. Типы линий передач.</p> <p>Практическое занятие 9. Расчёт первичных параметров однородной длинной линии</p> <p>Лекция 19. Телеграфные уравнения длинной линии. Решение волнового уравнения и его физический смысл.</p> <p>Лекция 20. Гармонические волны в длинных линиях.</p>	<p>ПК-2.2.2</p> <p>ПК-3.2.1.</p>
11.	Режим бегущих, стоячих волн.	<p>Лекция 21. Падающие и отражённые волны.</p> <p>Практическое занятие 10. Коэффициент отражения.</p> <p>Лекция 22. Распределение напряжений и тока в линии передачи.</p> <p>Лекция 23. Вторичные (волновые) параметры однородной линии</p> <p>Практическое занятие 11. Расчёт вторичных параметров однородной длинной линии</p> <p>Лекция 24. Разомкнутая линия. Короткозамкнутая линия.</p> <p>Практическое занятие 12. Определение тока и напряжения в линии при различных нагрузках.</p> <p>Лекция 25. Линия, нагруженная на реактивное сопротивление.</p> <p>Лекция 26. АЧХ и ФЧХ согласованно нагруженной линии.</p> <p>Практическое занятие 13. Рабочее затухание длинной линии.</p> <p>Лекция 27. Входное сопротивление длинной линии.</p> <p>Практическое занятие 14. Собственное затухание длинной линии</p> <p>Лекция 28 Гиперболический тангенс постоянной передачи</p> <p>Самостоятельная работа: изучение поведения входного сопротивления длинной линии</p>	<p>ПК-2.2.2</p> <p>ПК-3.2.1.</p>
12.	Режим смешанных волн, согласование линии с нагрузкой.	<p>Лекция 29. Линия без искажений. Примеры длинных линий без потерь. Коэффициент полезного действия линии передачи.</p> <p>Практическое занятие 15. Линия без потерь.</p> <p>Лекция 30. Задачи согласования линии передач с нагрузкой. Согласование с помощью реактивных шлейфов.</p> <p>Лекция 31 Цифровые фильтры. Фильтры с КИХ</p> <p>Практическое занятие 16. Понятие КИХ фильтра, основные характеристики. Параметры фильтра.</p>	<p>ПК-4.1.1</p> <p>ПК-4.2.1.</p> <p>ПК-4.3.1</p>

		<i>Лекция 32</i> Цифровые фильтры. Фильтры с БИХ <i>Самостоятельная работа:</i> изучение параметров БИХ фильтров.	
--	--	--	--

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1			
1	Основные понятия и законы теории цепей	<i>Самостоятельная работа:</i> операторное представление гармонических колебаний. Временное и частотное представление импульсных сигналов.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2
2	Электрические цепи при гармоническом воздействии	<i>Самостоятельная работа:</i> характеристики электрических цепей.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2.
3	Анализ цепей в частотной области. Частотные характеристики простейших электрических цепей, двухполюсники	<i>Лекция 1.</i> Тестовые сигналы. Частотное и временное представление непрерывных воздействий и реакций. Канонические схемы пассивных двухполюсников. <i>Лабораторная работа 1.</i> Исследование частотных зависимостей сопротивлений двухполюсников. <i>Практическое занятие 2.</i> Эквивалентные и обратные двухполюсники. <i>Самостоятельная работа:</i> изучение свойств функций входных сопротивлений пассивных двухполюсников.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2.
4.	Синтез двухполюсников.	<i>Самостоятельная работа.</i> Изучение условий реализуемости схемы двухполюсника.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2.
5.	Представление электрических цепей как четырехполюсников.	<i>Лекция 2.</i> Четырехполюсники, их классификация. Уравнения электрической цепи как четырехполюсника (с параметрами Z и Y). Схемы замещения 4-х полюсника. <i>Самостоятельная работа:</i> изучение параметров схем замещения обратимых 4-х полюсников.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2.
6.	Сложные четырехполюсники.	<i>Самостоятельная работа:</i> решение тестовых задач по расчету входных и передаточных функций заданных 4-х-полюсников.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2.
7.	Параметры передачи	<i>Лабораторная работа 2.</i> Определение параметров передачи четырехполюсников методом короткого замыкания и холостого хода. <i>Практическое занятие 4.</i> Расчет параметров передачи четырехполюсников.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2.
8	Электрические фильтры.	<i>Лекции 3,4.</i> ФНЧ типа «к» и «т». Условия пропускания и запираания цепочечных фильтров. <i>Практическое занятие 7.</i> Методика расчета параметров фильтров типа «к» и «т». <i>Самостоятельная работа:</i> расчет параметров заданного фильтра.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2.
9.	Синтез четырехполюсников	<i>Самостоятельная работа:</i> изучение разветвленной электрической цепи как динамической системы.	ПК-1.2.3 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1

Модуль2			
10.	Цепи с распределенными параметрами.	<i>Лекция 5</i> Понятие цепи с распределёнными параметрами. Классификация длинных линий. Модель однородной длинной линии. <i>Практическое занятие 3.</i> Расчет входных и передаточных функций 4-х-полосников.	ПК-2.2.2 ПК-3.2.1.
11.	Режим бегущих, стоячих волн.	<i>Лекция 6</i> Вторичные (волновые) параметры однородной линии. Линия без искажений. Примеры длинных линий без потерь. Коэффициент полезного действия линии передачи. <i>Практическое занятие 4.</i> Расчет параметров передачи четырёхполосников.	ПК-2.2.2 ПК-3.2.1.
12.	Режим смешанных волн, согласование линии с нагрузкой.	<i>Самостоятельная работа:</i> Задачи согласования линии передач с нагрузкой. Согласование с помощью реактивных шлейфов.	ПК-2.2.2 ПК-3.2.1.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия и законы теории цепей	2	2	-	4	12
2	Электрические цепи при гармоническом воздействии	2	2	4	4	12
3	Анализ цепей в частотной области. Частотные характеристики простейших электрических цепей, двухполосники	6	2	-	4	14
4	Синтез двухполосников.	2	2	-	6	14
5	Представление электрических цепей как четырехполосников.	4	4	-	4	12
6	Сложные четырехполосники.	8	2	-	6	16
7	Параметры передачи	2	-	4	-	10
8	Электрические фильтры	4	2	8	6	20
9	Синтез четырёхполосников	2	-	-	6	12
10	Цепи с распределенными параметрами.	8	2	-	-	10
11	Режим бегущих, стоячих волн.	16	10	-	30	56
12	Режим смешанных волн, согласование линии с нагрузкой.	8	4	-	30	12
	Итого	64	32	16	100	212
Контроль						40
Всего (общая трудоемкость, час.)						252

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия и законы теории цепей	-	-	-	16	16
2	Электрические цепи при гармоническом воздействии	-	-	-	16	16
3	Анализ цепей в частотной области. Частотные характеристики простейших электрических цепей, двухполюсники	2	2	-	14	18
4	Синтез двухполюсников.	-	2	-	16	18
5	Представление электрических цепей как четырехполюсников.	2	-	-	12	14
6	Сложные четырехполюсники.	2	-	-	14	16
7	Параметры передачи	-	1	-	14	15
8	Электрические фильтры	2	-	-	10	12
9	Синтез четырёхполюсников	-	2	-	12	14
10	Цепи с распределенными параметрами.	2	1	-	20	23
11	Режим бегущих, стоячих волн.	1	1	-	20	22
12	Режим смешанных волн, согласование линии с нагрузкой.	1	1	-	17	19
	Итого	12	10	-	181	203
Контроль						13
Всего (общая трудоемкость, час.)						216

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое

обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные средства по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой *специалитета*, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным стационарным экраном, маркерной доской, стационарным мультимедийным проектором.

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Электрическая связь» (ауд.7-410), оборудованная следующими приборами, используемыми в учебном процессе:

- Осциллографы (8 шт.),
- Генераторы (8шт.),
- Частотомеры(8 шт),
- Лабораторные макеты (8 шт.)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом **лицензионного и свободно распространяемого** программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- Microsoft Windows 7;
- Office Standard 2010 Russian OpenLicensePack NoLevel AcademicEdition;

- Adobe Acrobat Reader DC (бесплатное, свободно распространяемое программное обеспечение; режим доступа <https://get.adobe.com/ru/reader/>);
- Microsoft Excel 2010;
- Microsoft PowerPoint 2010.

8.3. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи –М. Лань,2009.-591с.[Электронный ресурс] 1. <http://e.lanbook.com/book/90>
2. Ким К.К. Линейные электрические цепи [Text]: учеб. пособие.Ч.1/К.К.Ким,2011-51с.
3. Атабеков Г.И. Основы теории цепей –М. Лань,2009[Электронный ресурс [Text] учебник /Г.И. Атабеков: М. Лань,2009.-432с <http://e.lanbook.com/book/91911>

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Исследование частотных зависимостей сопротивлений двухполюсников. //Метод указания. СПб.:ПГУПС, (электр. док.)
2. Определение параметров передачи четырехполюсников методом короткого замыкания и холостого хода. //Метод указания. СПб.:ПГУПС, (электр. док.)
3. Исследование схем электрических фильтров (Рабочие параметры передачи). //Метод указания. СПб.:ПГУПС, (электр. док.)
4. Исследование схем электрических фильтров (Собственные параметры передачи). //Метод указания. СПб.:ПГУПС, (электр. док.)
5. Исследование и расчёт цепочечных LC-фильтров и корректоров. //Метод указания. СПб.:ПГУПС, (электр. док.)
6. Программированные вопросы и задачи по теории линейных электрических цепей железнодорожной телемеханики.
7. Исследование и расчёт активных RC-фильтров. //Метод указания. к курс. проект., (электр. док.)

Разработчик рабочей программы,

доцент

М.А. Ракк

« 29_ » __ 03__ 2023 г.