

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*

«ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ» (Б1.В.3)

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Электрическая связь»

Протокол № 9 от «29» марта 2022 г.

Заведующий кафедрой

«Электрическая связь»

«29» марта 2022 г.

Е.В. Казакевич

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

по специализации

«Автоматика и телемеханика

на железнодорожном транспорте»

«29» марта 2022 г.

А.Б. Никитин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ» (Б1.В.3) (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 профессиональных стандартов 17.017 Работник по обслуживанию и ремонту устройств железнодорожной автоматики и телемеханик, 17.032 Специалист диспетчерского аппарата по обслуживанию сооружений и устройств инфраструктуры железнодорожного транспорта, 17.044 Начальник участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения, сигнализации, централизации и блокировки железнодорожного транспорта, утверждённые приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 23 октября 2015 г. № 772н.

Целью изучения дисциплины 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 являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры индикаторами достижения компетенций

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-4: Способен разрабатывать проекты устройств и систем, технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта элементов, устройств и средств технологического оснащения системы обеспечения движения поездов</b>	
ПК-4.2.1 Применяет методы инженерных расчётов, проектирования и анализа характеристик элементов и устройств системы обеспечения движения поездов	Обучающийся <i>умеет</i> : - использовать приобретенные теоретические знания при анализе и разработке различных систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи; - применять основные методы анализа и синтеза электрических цепей при проектировании систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи; - пользоваться современной научно-технической информацией по методам синтеза цепей с заданными частотными характеристиками.

## 3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

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

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4

Контактная работа (по видам учебных занятий)	64	64
В том числе:		
– лекции (Л)	32	32
– практические занятия (ПЗ)	16	16
– лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76	76
Контроль	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КП	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
Контактная работа (по видам учебных занятий)	144	144
В том числе:		
– лекции (Л)	8	8
– практические занятия (ПЗ)	4	4
– лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	124	124
Контроль	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КП	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4	144/4

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные понятия и законы теории цепей	<p><i>Лекция 1.</i> Классификация электрических цепей. Элементы электрической цепи.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> операторное представление гармонических колебаний. Временное и частотное представление импульсных сигналов.</p> <p><i>Практическое занятие 1.</i> Временное и частотное представление импульсных сигналов.</p>	ПК-4.2.1
2	Электрические цепи при гармоническом воздействии +	<p><i>Лекция 2.</i> Режим гармонических колебаний в линейных электрических цепях. Операции над гармоническими колебаниями. Энергетические характеристики гармонических колебаний.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> характеристики электрических цепей.</p> <p><i>Лабораторная работа 1.</i> Исследование частотных зависимостей сопротивлений двухполюсников.</p> <p><i>Практическое занятие 1.</i> Единицы измерения (дБ и Нп).</p>	ПК-4.2.1
3	Анализ цепей в частотной области. Частотные характеристики простейших электрических цепей, двухполюсники	<p><i>Лекция 3.</i> Тестовые сигналы. Частотное и временное представление непрерывных воздействий и реакций.</p> <p><i>Лекция 4.</i> Реакции на тестовые сигналы. Электрическая цепь как многополюсник.</p> <p><i>Лекция 5.</i> Канонические схемы пассивных двухполюсников.</p> <p><i>Лабораторная работа 1.</i> Исследование частотных зависимостей сопротивлений двухполюсников.</p> <p><i>Практическое занятие 2.</i> Схемы эквивалентных и обратных двухполюсников.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> изучение свойств</p>	ПК-4.2.1

		функций входных сопротивлений пассивных двухполюсников.	
4.	Синтез двухполюсников.	<p><i>Лекция 6.</i> Реактивные двухполюсники. Их частотные характеристики. Приемы построения двухполюсных схем по заданным функциям <math>Z(p)</math>, <math>Y(p)</math>.</p> <p><i>Практическое занятие 3.</i> Синтез двухполюсников RC.</p> <p><i>Самостоятельная работа.</i> Изучение условий реализуемости схемы двухполюсника.</p>	ПК-4.2.1
5.	Представление электрических цепей как четырехполюсников.	<p><i>Лекция 7.</i> Четырехполюсники, их классификация.</p> <p><i>Лекция 8.</i> Уравнения электрической цепи как четырехполюсника (с параметрами <math>Z</math> и <math>Y</math>). Схемы замещения 4-х полюсника.</p> <p><i>Практические занятия 4,5.</i> Синтез двухполюсников RL, LC.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> изучение параметров схем замещения обратимых 4-х полюсников.</p>	ПК-4.2.1
6.	Сложные четырехполюсники.	<p><i>Лекция 9.</i> Смешанные формы уравнений четырехполюсников.</p> <p><i>Лекция 10.</i> Соединения четырехполюсников: последовательное, параллельное, цепочечное.</p> <p><i>Лекция 11.</i> Входные и передаточные функции 4-х полюсников. Рабочие коэффициенты и функции передачи напряжения, тока, мощности.</p> <p><i>Лекция 12.</i> Понятие звена. Параллельное соединение и способы его реализации. Каскадное встречное соединение. Диаграммы прохождения сигналов. Звенья с многомерными входами и выходами.</p> <p><i>Практическое занятие 6.</i> Расчет входных и передаточных функций 4-х-полюсников.</p> <p><i>Самостоятельная работа:</i> решение тестовых задач по расчету входных и передаточных функций заданных 4-х-полюсников.</p>	ПК-4.2.1
7.	Параметры передачи	<p><i>Лекция 13.</i> Собственные параметры передачи</p> <p><i>Лабораторная работа 2.</i> Определение параметров передачи четырехполюсников методом короткого замыкания и холостого хода.</p>	ПК-4.2.1
8	Электрические фильтры.	<p><i>Лекция 14.</i> Условия пропускания и запираания цепочечных фильтров. ФНЧ типа «к».</p> <p><i>Лабораторная работа 3</i> Исследование схем электрических фильтров (Рабочие параметры передачи).</p> <p><i>Лабораторная работа 3.</i> Исследование схем электрических фильтров (Собственные параметры передачи).</p> <p><i>Лекция 15.</i> Фильтры типа «m»</p> <p><i>Практическое занятие 7.</i> Методика расчета параметров фильтров типа «k» и «m».</p>	ПК-4.2.1

		<i>Самостоятельная работа:</i> расчет параметров заданного фильтра.	
9.	Синтез четырёхполюсников	<i>Лекция 16.</i> Приёмы синтеза обратимых четырёхполюсников.  <i>Практическое занятие 8.</i> Составление уравнений передаточной функции разветвленной электрической цепи как динамической системы. <i>Самостоятельная работа:</i> изучение разветвленной электрической цепи как динамической системы.	ПК-4.2.1

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные понятия и законы теории цепей	<i>Самостоятельная работа:</i> операторное представление гармонических колебаний. Временное и частотное представление импульсных сигналов.	ПК-4.2.1
2	Электрические цепи при гармоническом воздействии	<i>Самостоятельная работа:</i> характеристики электрических цепей.	ПК-4.2.1
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> Схемы эквивалентных и обратных двухполюсников.  <i>Самостоятельная работа:</i> изучение свойств функций входных сопротивлений пассивных двухполюсников.	ПК-4.2.1
4.	Синтез двухполюсников.	<i>Самостоятельная работа.</i> Изучение условий реализуемости схемы двухполюсника.	ПК-4.2.1
5.	Представление электрических цепей как четырехполюсников.	<i>Лекция 2.</i> Четырёхполюсники, их классификация. Уравнения электрической цепи как четырёхполюсника (с параметрами $Z$ и $Y$ ). Схемы замещения 4-х полюсника.	ПК-4.2.1



		<i>Самостоятельная работа:</i> изучение параметров схем замещения обратимых 4-х полюсников.	
6.	Сложные четырехполюсники.	<i>Практическое занятие 3.</i> Расчет входных и передаточных функций 4-х-полюсников.  <i>Самостоятельная работа:</i> решение тестовых задач по расчету входных и передаточных функций заданных 4-х-полюсников.	ПК-4.2.1
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 четырёхполюсников.	ПК-4.2.1
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-4.2.1
9.	Синтез четырёхполюсников	<i>Самостоятельная работа:</i> изучение разветвленной электрической цепи как динамической системы.	ПК-4.2.1

## 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	1	-	8	11
2	Электрические цепи при гармоническом воздействии	2	2	2	8	14
3	Анализ цепей в частотной области. Частотные характеристики простейших электрических цепей, двухполюсники	6	2	4	10	22
4	Синтез двухполюсников.	2	2	-	10	14
5	Представление электрических цепей	4	2	-	8	14

	как четырехполосников.					
6	Сложные четырехполосники.	8	2	-	6	16
7	Параметры передачи	2	1	4	4	11
8	Электрические фильтры	4	2	6	10	22
9	Синтез четырёхполосников	2	2	-	12	16
	<b>Итого</b>	32	16	16	76	140
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						144

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, двухполосники	2	2	2	14	20
4	Синтез двухполосников.	-	-	-	16	16
5	Представление электрических цепей как четырехполосников.	2	-	-	12	14
6	Сложные четырехполосники.	-	1	-	14	15
7	Параметры передачи	-	1	2	14	17
8	Электрические фильтры	4	-	-	10	14
9	Синтез четырёхполосников	-	-	-	12	12
	<b>Итого</b>	8	4	4	124	140
<b>Контроль</b>						4

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

Оценочные материалы по дисциплине являются 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 материалы 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).

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>

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. Федеральный закон «О связи» № 126-ФЗ (редакция 2017 г.)
2. Концепция создания цифровой сети связи МПС России/ МПС РФ,1997

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, к.т.н.



М.А. Ракк

«26» марта 2022 г.