

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.11 «КАНАЛООБРАЗУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Радиотехнические системы на железнодорожном транспорте»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2026

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Каналообразующие устройства радиотехнических систем» (Б1.В.11) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 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», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 1 апреля 2024 г. N 162н (регистрационный № 78125).

Целью изучения дисциплины является изучение радиоприемных и радиопередающих устройств вообще и, в частности, приемных и передающих устройств, предназначенных для использования на железнодорожном транспорте.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

– подготовить квалифицированных специалистов по вопросам проектирования, внедрения и эксплуатации приемопередающих устройств в системах технологической связи с подвижными объектами, магистральной коротковолновой и радиорелейной связи.

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

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

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1 Техническое обслуживание объектов железнодорожной электросвязи (устройства радиорелейной и спутниковой связи, глобальных навигационных спутниковых систем, абонентских (стационарных, возимых, носимых) радиостанций)	
ПК-1.1.2. Знает устройство, правила эксплуатации, технические характеристики, конструктивные особенности объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся знает: – основные характеристики радиоприемных устройств, схемотехнику, принцип действия и конструктивные особенности основных каскадов радиоприемных устройств
ПК-1.2.3. Умеет читать чертежи, электрические схемы объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся умеет: – читать чертежи, электрические схемы объектов железнодорожной электросвязи, в частности, основных каскадов радиоприемных устройств
ПК-1.3.7. Имеет навыки анализа технического состояния объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся имеет навыки: – анализа технического состояния объектов железнодорожной электросвязи, в частности, навыки проектирования основных каскадов радиоприемных устройств
ПК-2 Ремонт объектов железнодорожной электросвязи (устройства радиорелейной и спутниковой связи, глобальных навигационных спутниковых систем, абонентских (стационарных, возимых, носимых) радиостанций)	

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-2.2.2. Умеет читать схемы, соответствующие обслуживаемым объектам железнодорожной электросвязи	Обучающийся умеет: – проектировать электрические схемы объектов железнодорожной электросвязи, в частности, основных каскадов радиоприемных устройств

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

Вид учебной работы	Модуль 1	Модуль 2
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	64	42
– лекции (Л)	32	28
– практические занятия (ПЗ)	-	
– лабораторные работы (ЛР)	32	14
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	44	62
Контроль	36	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э	3, КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	144 / 4	108 / 3

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)*

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные характеристики радиоприёмных устройств	Лекция 1. Структурные схемы радиоприемных устройств. Радиоприемники прямого усиления. Супергетеродинные радиоприемники.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лекция 2. Основные параметры радиоприемных устройств. Чувствительность. Коэффициент шума. Виды избирательности (селективности). Односигнальная избирательность. Реальная избирательность. Двухсигнальная избирательность. Интермодуляция (трехсигнальная избирательность). Эффект блокирования. Диапазон рабочих частот. Качество воспроизведения модулирующей функции. Стабильность характеристик	ПК-1.1.2, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		(полоса пропускания, частота гетеродина). Выходная мощность. Виды регулировки (ручная и автоматическая)	
		Лабораторная работа №1 «Исследование характеристик радиоприемника»	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3
		Самостоятельная работа. Курсовое проектирование. Раздел «Построение структурной схемы приемника» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
2	Входные цепи	Лекция 3. Основные функции входных цепей. Структура входных цепей. Входная цепь с емкостной связью с антенной и с автотрансформаторной связью с усилительным элементом. Входная цепь с автотрансформаторной связью с антенной и с емкостной связью с усилительным элементом. Входная цепь с трансформаторной связью с антенной и с емкостной связью с усилительным элементом. Входная цепь с комбинированной связью с антенной и с автотрансформаторной связью с усилительным элементом.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лекция 4. Магнитная антенна. Основные параметры входных цепей. Коэффициент передачи. Избирательность. Диапазон рабочих частот. Требования к избирательности входной цепи супергетеродинного приемника	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Самостоятельная работа. Курсовое проектирование. Разделы «Определение числа и типа избирательных систем», «Электрический расчет каскадов приемника» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
3	Усилители радиочастоты	Лекция 5. Основные функции усилителей радиочастоты. Условие невозбуждения усилителя радиочастоты. Требования к избирательности усилителя радиочастоты супергетеродинного приемника.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лекция 6. Требования к режиму усиления усилителей радиочастоты (класс «А», без отсечки тока). Схема усилителя радиочастоты на биполярном транзисторе с общим эмиттером. Схема усилителя радиочастоты на биполярном транзисторе с общей базой.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Лекция 7. Каскодная схема усилителей радиочастоты на биполярных транзисторах. Каскодная схема усилителей радиочастоты на полевых транзисторах	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Самостоятельная работа. Курсовое проектирование. Разделы «Определение числа и типа избирательных систем», «Определение требуемого усиления каскадов приемника», «Электрический расчет каскадов приемника» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
4	Преобразователи частоты	Лекция 8. Основные функции преобразователей частоты. Структура преобразователя частоты. Частота сигнала. Частота гетеродина. Промежуточная частота. Зеркальная частота. Методика выбора промежуточной частоты. Принцип двойного преобразования частоты.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лекция 9. Схемотехника гетеродинного генератора. Преобразователь частоты с совмещенным гетеродином. Преобразователь частоты на дифференциальном усилителе. Диодный преобразователь частоты. Балансный преобразователь частоты. Кольцевой преобразователь частоты. Свисты в супергетеродинном радиоприемнике. Комбинационные свисты. Интерференционные свисты	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лабораторная работа №2. «Исследование преобразователя частоты»	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3
		Самостоятельная работа. Курсовое проектирование. Разделы «Выбор промежуточной частоты и типа фильтра», «Выбор избирательной системы тракта промежуточной частоты» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
5	Усилители промежуточной частоты	Лекция 10. Основные функции усилителей промежуточной частоты. Усилитель промежуточной частоты с одиночными контурами, настроенными на одну частоту.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Лекция 11. Усилитель промежуточной частоты с одиночными попарно-расстроенными контурами. Усилитель промежуточной частоты с одиночными контурами, настроенными на три разные частоты. Усилитель промежуточной частоты с двумя контурами в каждом каскаде. Усилитель промежуточной частоты с фильтрами сосредоточенной селекции.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лекция 12. Фильтры сосредоточенной избирательности на LC-элементах. Электромеханические фильтры сосредоточенной избирательности. Кварцевые фильтры сосредоточенной избирательности. Пьезокерамические фильтры сосредоточенной избирательности	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Самостоятельная работа. Курсовое проектирование. Разделы «Выбор промежуточной частоты и типа фильтра», «Выбор избирательной системы тракта промежуточной частоты» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
6	Демодуляторы (детекторы)	Лекция 13. Основные функции демодуляторов (детекторов). Амплитудный детектор. Синхронный детектор. Диодные амплитудные детекторы. Детектирование слабого сигнала.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лекция 14. Электрические характеристики детектора. Работа амплитудного детектора в режиме сильного сигнала. Искажения детектора. Условие отсутствия искажений. Входное сопротивление параллельного детектора. Амплитудный детектор на операционном усилителе. Частотные детекторы. Общая структурная схема частотных детекторов.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лекция 15. Амплитудный ограничитель на транзисторе. Амплитудный ограничитель на диодах. Характеристики частотных детекторов. Частотный детектор с расстраиваемым контуром. Балансный частотный детектор со взаимно-расстроенными контурами.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Лекция 16. Дифференциальный частотный детектор со связанными контурами (дискриминатор). Дробный частотный детектор. Частотный детектор с преобразованием изменения частоты в изменение фазового сдвига. Частотный детектор с преобразованием отклонения частоты в импульсное напряжение с переменной скважностью. Фазовые детекторы. Однотактные фазовые детекторы. Балансные фазовые детекторы. Фазовые детекторы на логических дискретных элементах	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лабораторная работа №3. «Исследование частотных детекторов»	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3
		Самостоятельная работа. Курсовое проектирование. Раздел «Электрический расчет каскадов приемника» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
7	Регулировки в приемниках	Лекция 17. Виды и назначение регулировок в приемниках. Способы регулировки усиления. Регулировка с помощью изменения крутизны. Регулировка эквивалентного сопротивления. Регулировка изменением коэффициентов включения рк и рб. Аттenuаторная регулировка. Регулировка изменением коэффициента передачи цепи обратной связи.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лекция 18. Автоматическая регулировка усиления (АРУ). Структурная схема АРУ. Простая автоматическая регулировка усиления. Усиленная автоматическая регулировка усиления. Задержанная автоматическая регулировка усиления. Требования к каскадам регулирования АРУ. Прямая регулировка АРУ. Комбинированная АРУ.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лекция 19. Автоматическая автоподстройка частоты (АПЧ). АПЧ на принципе стабилизации промежуточной частоты. Измерительный элемент. Фильтр. Усилитель постоянного тока (УПТ). Управитель (варикап). Работа АПЧ при больших расстройках	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
		Лабораторная работа №4. «Исследование автоматической регулировки усиления приемника»	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3,
		Самостоятельная работа. Курсовое	ПК-1.1.2,

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		проектирование. Раздел «Электрический расчет каскадов приемника» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.2.3, ПК-2.2.2, ПК-1.3.7
8	Особенности построения схем передатчиков и приемников железнодорожных радиостанций	Лекция 20. Основные технические характеристики радиостанций. Радиоприемное устройство. Тракт радиочастоты. Тракт первой промежуточной частоты. Тракт второй промежуточной частоты. Первый гетеродин. Тракт звуковой частоты. Подавитель импульсных помех. Шумоподаватель. Радиопередающее устройство. Усилитель мощности. Синтезатор частоты. Рефлектометр. Схема контроля и управления усилением мощности. Подмодулятор	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2
		Самостоятельная работа. (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2,
9	Приемо-передающие устройства цифровых радиосистем	Лекция 21. Импульсно-кодовая модуляция. Дельта-модуляция. Дискретные виды модуляций (манипуляции).	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2
		Лекция 22. Гауссовская двухчастотная манипуляция с минимальным сдвигом в стандарте GSM-R. Приемо-передающее устройство стандарта GSM-R.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2
		Лекция 23. Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом $\pi/4$ в стандарте TETRA. Таблица соответствия угла перескока фазы дибитам.	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2
		Лекция 24. Радиооборудование систем широкополосного беспроводного доступа	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2
		Самостоятельная работа. (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Основные характеристики радиоприёмных устройств	6	-	16	11	33
2	Входные цепи	6	-	-	11	17
3	Усилители радиочастоты	6	-	-	11	17

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
4	Преобразователи частоты	6	-	10	11	27
5	Усилители промежуточной частоты	6	-	-	12	18
6	Демодуляторы (детекторы)	6	-	10	12	28
7	Регулировки в приемниках	6	-	10	12	28
8	Особенности построения схем передатчиков и приемников железнодорожных радиостанций	9	-	-	12	21
9	Приемо-передающие устройства цифровых радиосистем	9	-	-	14	23
	Итого	60	-	46	108	212
Контроль						40
Всего (общая трудоемкость, час.)						252

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 задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, 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 образовательной программы 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 экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

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 «Приемо-передающие устройства» оборудованная следующими приборами, специальной техникой, установками, используемыми в учебном процессе:

- лабораторный макет «Исследование характеристик радиоприемника»;
- лабораторный макет «Исследование частотных детекторов»;
- лабораторный макет «Исследование преобразователя частоты»;
- лабораторный макет «Исследование автоматической регулировки усиления приемника»;

- вольтметры ВЗ-38, генераторы Г4-102, частотомеры ЧЗ-33, осциллографы С1-159.

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:

Перечень лицензионных программ представлен на внутреннем портале ФГБОУ ВО ПГУПС по адресу <http://eaisu.pgups.edu.mps/info/prog/>

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/>— Режим доступа: для авториз. пользователей;

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.

- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Приемопередающие устройства железнодорожной радиосвязи / А.Е. Красковский, Ю.Я. Меремсон, Л.Я. Мельникова; ред. А.Е. Красковский. – М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2010. – 360 с.

2. Проектирование приёмопередающих устройств: Метод. указ к вып. курсовой работы / Сост. Л.Я. Мельникова, Ю.Я. Меремсон. – СПб.: ПГУПС, 2007. – 40 с.

3. Генератор с внешним возбуждением: Метод. указ./Сост. Л.Я. Мельникова. – СПб.: ПГУПС, 2007. – 14 с.

4. Радиопередающие устройства: Метод. указ./Л.Я. Мельникова. – СПб.: ПГУПС, 2005. – 28 с.

5. Исследование преобразователя частоты и автоматической регулировки усиления приёмника: Метод. указ./Л.Я. Мельникова. – СПб.: ПГУПС, 2006. – 24 с.

6. Исследование детекторов: Метод. указ./Сост. Л.Я. Мельникова, Ю.Я. Меремсон. –

СПб.: ПГУПС, 2006. – 24 с.

7. Радиосвязь на железнодорожном транспорте: Метод. указ./Сост. Л.Я. Мельникова, Ю.Я. Меремсон. – СПб.: ПГУПС, 2003. – 28 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Справочная правовая система «КонсультантПлюс» — URL: <https://www.consultant.ru/> — Режим доступа: свободный;
- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации — URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.