

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.10 «ПЕРЕДАЮЩИЕ И ПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА БЕСПРОВОДНЫХ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»
для специальности
23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»
по специализации
«Радиотехнические системы на железнодорожном транспорте»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

Протокол № 5 от 24 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электрическая связь»
24 декабря 2024 г.

Е.В. Казакевич

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП ВО
«Радиотехнические системы на
железнодорожном транспорте»
24 декабря 2024 г.

Д.Н. Роенков

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Передающие и приемные устройства беспроводных телекоммуникаций» (Б1.В.10) (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 № 585).

Целью изучения дисциплины является освоение радиоприемных и радиопередающих устройств.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

– изучение радиоприемных и радиопередающих устройств вообще и, в частности, приемных и передающих устройств, предназначенных для использования на железнодорожном транспорте 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 процессы в канале радиосвязи; – схемотехнику автогенераторов и генераторов с внешним возбуждением; – способы стабилизации частоты в автогенераторах; – виды модуляции, применяемые в приемопередающих устройствах железнодорожной электросвязи. |
| ПК-1.2.3. Умеет читать чертежи, электрические схемы объектов железнодорожной электросвязи | Обучающийся умеет: – выбирать режимы работы автогенератора и генератора с внешним возбуждением; – выбирать способы стабилизации частоты автогенератора; |
| ПК-1.3.7. Имеет навыки анализа технического состояния объектов железнодорожной электросвязи | Обучающийся имеет навыки: – проектирования приемопередающих устройств |
| ПК-2 Ремонт объектов железнодорожной электросвязи (устройства радиорелейной и | |

| Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|--|
| спутниковой связи, глобальных навигационных спутниковых систем, абонентских (стационарных, возимых, носимых) радиостанций) | |
| ПК-2.2.2. Умеет читать схемы, соответствующие обслуживаемым объектам железнодорожной электросвязи | Обучающийся умеет: – рассчитать параметры радиопередатчика (мощность излучения, КПД, антенны); – рассчитать параметры радиоприемника (чувствительность, избирательность, антенны); |

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) | 42 | 32 |
| В том числе: | | |
| – лекции (Л) | 28 | 16 |
| – практические занятия (ПЗ) | - | - |
| – лабораторные работы (ЛР) | 14 | 16 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 30 | 72 |
| Контроль | 36 | 4 |
| Форма контроля (промежуточной аттестации) | Э | 3, КП |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108 / 3 | 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 процессы в канале радиосвязи | Лекция 1. Роль радиосвязи в современном мире. Сравнение беспроводной и проводной видов связи. Достоинства. Недостатки. Связь между частотой и длиной волны. | ПК-1.1.2. |
| | | Лекция 2. Создание токов радиочастоты. Усиление мощности радиосигнала. Излучение радиоволн. Прием радиосигналов. Усиление слабых радиосигналов. | ПК-1.1.2. |
| | | Самостоятельная работа. Рассмотрение раздела курсового проектирования «Построение структурной схемы | ПК-1.3.7 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|
| | | передатчика» | |
| 2 | Генераторы с внешним возбуждением | Лекция 3. Требования к генераторам с внешним возбуждением. Схемы генераторов с внешним возбуждением | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 4. Режимы колебаний первого и второго рода. Недонапряженный, перенапряженный и критический режимы работы | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 5. Нагрузка генератора с внешним возбуждением. Умножение частоты | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лабораторная работа «Генератор с внешним возбуждением» | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Самостоятельная работа. Рассмотрение раздела курсового проектирования «Энергетический расчет каскадов передатчика» | ПК-1.3.7 |
| 3 | Автогенераторы в радиопередатчиках | Лекция 6. Условия самовозбуждения автогенераторов. Мягкий и жесткий режимы возбуждения. | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 7. Схемотехника автогенераторов | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лабораторная работа «Исследование автогенератора» | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лабораторная работа «Исследование автогенератора с частотной модуляцией» | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Самостоятельная работа. Рассмотрение раздела курсового проектирования «Расчет коллекторной цепи транзистора» | ПК-1.3.7 |
| 4 | Стабилизация частоты автогенераторов | Лекция 8. Факторы, влияющие на стабильность частоты автогенераторов. Меры борьбы с нестабильностью частоты | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 9. Кварцевая стабилизация частоты автогенераторов | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 10. Схемотехника автогенераторов с кварцевой стабилизацией частоты | ПК-1.1.1, ПК-1.2.2, ПК-2.2.3. |
| | | Лабораторная работа «Исследование синтезатора частоты» | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Самостоятельная работа. Рассмотрение раздела курсового проектирования «Расчет выходного каскада передатчика» | ПК-1.3.7 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|--|---|-------------------------------------|
| 5 | Виды модуляции при передаче аналоговой информации | Лекция 11. Передатчики с амплитудной модуляцией. Временные и спектральные диаграммы каскадов передатчика с амплитудной модуляцией | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 12. Однополосная модуляция | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 13. Фазовая модуляция | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 14. Частотная модуляция прямым и косвенным способами. Временные и спектральные диаграммы передатчика с частотной модуляцией | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Самостоятельная работа. Рассмотрение раздела курсового проектирования «Энергетический расчет генератора с внешним возбуждением» | ПК-1.3.7 |
| 6 | Модуляция в радиопередатчиках цифровых радиосистем | Лекция 15. Многопозиционная фазовая модуляция | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 16. Квадратурная амплитудная модуляция | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 17. Частотная модуляция с минимальным Гауссовским сдвигом | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 18. Ортогональные виды модуляции | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Самостоятельная работа. Рассмотрение раздела курсового проектирования «Расчет коллекторной цепи выходного каскада» | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| 7 | Угловые виды модуляции | Лекция 19. Анализ спектра угловой модуляции. Анализ спектра фазовой и частотной модуляции | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 20. Способы осуществления фазовой модуляции. Получение фазовой модуляции из амплитудной модуляции | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 21. Способы осуществления фазовой модуляции. Получение фазовой модуляции с помощью расстраиваемого контура | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 22. Получение фазовой модуляции с помощью фазосдвигающих цепей | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 23. Способы осуществления частотной модуляции | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| | | Лекция 24. Получение частотной модуляции из фазовой модуляции | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Лекция 25. Прямой способ получения частотной модуляции. Каскодные схемы | ПК-1.1.2, ПК-1.2.3, ПК-2.2.2. |
| | | Самостоятельная работа. Разделы курсового проектирования | ПК-1.3.7 |

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Всего |
|---|--|----|----|----|-----|-------|
| 1 | Основные процессы в канале радиосвязи | 6 | - | - | 10 | 16 |
| 2 | Генераторы с внешним возбуждением | 6 | - | 8 | 10 | 24 |
| 3 | Автогенераторы в радиопередатчиках | 6 | - | 15 | 10 | 31 |
| 4 | Стабилизация частоты автогенераторов | 6 | - | 7 | 18 | 31 |
| 5 | Виды модуляции при передаче аналоговой информации | 6 | - | - | 18 | 24 |
| 6 | Модуляция в радиопередатчиках цифровых радиосистем | 6 | - | - | 18 | 24 |
| 7 | Угловые виды модуляции | 8 | - | - | 18 | 26 |
| | Итого | 44 | - | 30 | 102 | 176 |
| Контроль | | | | | | 40 |
| Всего (общая трудоемкость, час.) | | | | | | 216 |

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 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 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 «Генератор с внешним возбуждением»;
- лабораторный макет «Исследование автогенератора с частотной модуляцией»;
- лабораторный макет «Исследование синтезатора частоты»;
- лабораторный макет «Исследование автогенератора»;
- 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:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

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:

1. Журнал «Автоматика, связь, информатика» (<http://www.asi.rzd.ru>).

2. Журнал «Специальная техника» (<http://www.ess.ru>).

3. Железнодорожная электросвязь. ГОСТ Р 54959-2012 (<http://www.StandartGost.ru>).

Разработчик рабочей программы,
доцент кафедры «Электрическая связь»
24 декабря 2024 г.

_____ Ю.Я. Меремсон