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.12 «СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ И РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СВЯЗИ»
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» _____ *Е.В. Казакевич*
24 декабря 2024 г.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП ВО
«Радиотехнические системы на
железнодорожном транспорте»
24 декабря 2024 г. _____ *Д.Н. Роенков*

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Системы спутниковой и радиорелейной связи» (Б1.В.12) (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 подготовка специалистов по решению задач проектирования, строительства и эксплуатации радиорелейной и спутниковой связи на железнодорожном транспорте.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

– изучение принципов организации радиорелейных линий;

– изучение методик энергетического расчета радиорелейных линий прямой видимости;

– изучение спутниковых навигационных систем;

– изучение принципов функционирования спутниковых систем 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 принципы построения радиорелейных линий связи; общие принципы функционирования спутниковых систем связи
ПК-1.1.5. Знает условия эксплуатации объектов железнодорожной электросвязи и технические требования, предъявляемые к ним	Обучающийся знает: – состав радиочастотного оборудования; принципы построения приемо-передающей аппаратуры оконечных и промежуточных станций с аналоговым и цифровым уплотнением;
ПК-1.1.6. Знает методы диагностирования объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся знает: – методы определения норм на качество передачи по аналоговому или цифровому радиостволу
ПК-1.1.8. Знает основные виды неисправностей	Обучающийся знает: – основные виды неисправностей аналогового и

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
объектов железнодорожной электросвязи и методы их выявления	цифрового оборудования систем спутниковой и радиорелейной связи.
ПК-1.1.3. Знает правила содержания документации по техническому обслуживанию объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся знает: – правила, инструкции по содержанию технической документации систем спутниковой и радиорелейной связи.
ПК-1.1.4. Знает порядок составления принципиальных схем новых образцов объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся знает: – порядок составления принципиальных схем по новым образцам аналогового и цифрового оборудования систем спутниковой и радиорелейной связи.
ПК-1.2.3. Умеет читать чертежи, электрические схемы объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся умеет: – читать схемы аналогового и цифрового оборудования систем спутниковой и радиорелейной связи.
ПК-1.2.4. Умеет пользоваться автоматизированной системой, установленной на рабочем месте	Обучающийся умеет: – пользоваться автоматизированными системами для работы с оборудованием спутниковой и радиорелейной связи.
ПК-1.3.7. Имеет навыки анализа технического состояния объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся имеет навыки: – технического анализа и проектирования систем спутниковой и радиорелейной связи.

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: – лекции (Л) – практические занятия (ПЗ) – лабораторные работы (ЛР)	42 28 - 14	64 32 - 32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	26	76
Контроль	4	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	З	З, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	72 / 2	144 / 4

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 принципы построения радиорелейных линий связи	**Лекция 1.** Понятие о радиорелейной связи. Основные параметры радиорелейных линий. Структура построения трасс радиосвязи с интервалами прямой видимости.	ПК-1.1.2.
		Лекция 2. Классификация радиорелейных линий по назначению. Особенности организации радиорелейных линий на железнодорожном транспорте	ПК-1.1.2.
		Самостоятельная работа. Разделы курсовой работы «Разработка структурной схемы радиоствола радиорелейной линии», «Выбор типа радиорелейных станций и составление структурных схем оконечных, промежуточных и узловых радиорелейных станций (ОРС, ПРС и УРС)» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5.
2	Частотные планы РРЛ. Уплотнение стволов РРЛ. Частотные спектры сигналов в радиостволах	**Лекция 3.** Принципы распределения частот на интервалах радиорелейных линий. Двухчастотный, четырехчастотный и восьмичастотный планы. Планы частот многоствольных радиорелейных линий.	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5, ПК-1.2.3
		Лекция 4. Формирование группового сигнала при частотном уплотнении. Формирование группового сигнала при временном уплотнении. Формирование сигнала в радиостволе при цифровых видах модуляции. Особенности образования спектров сигналов в радиостволах при передаче аналоговой и цифровой информации. Цифровая обработка многоканального сообщения	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5, ПК-1.2.3
		Самостоятельная работа. Раздел курсовой работы «Составление плана частот основного и резервного радиостволов» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5.
3	Радиочастотное оборудование радиорелейных станций	**Лекция 5.** Состав радиочастотного оборудования. Принципы построения приемо-передающей аппаратуры оконечных и промежуточных станций с аналоговым и цифровым уплотнением.	ПК-1.1.2-1.1.7, ПК-1.2.3, ПК-1.2.4
		Лекция 6. Варианты схем антенно-волноводного тракта. Способы совмещения радиостволов.	ПК-1.1.1, ПК-1.1.2, ПК-1.2.2.
		Лабораторные работы №№1-4	ПК-1.1.1, ПК-1.1.2.
		Самостоятельная работа. Раздел курсовой	ПК-1.1.2, ПК-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		работы «Составление функциональной схемы и описание работы приемопередатчиков ОРС, ПРС и УРС», «Разработка структурной схемы антенно-волноводного тракта», «Расчет строительства и эксплуатации РРЛ» (источники информации: см. п. 8.5)	1.1.5, ПК-1.1.6, ПК-1.1.8, ПК-1.1.3, ПК-1.1.4, ПК-1.3.7
4	Качественные показатели каналов радиорелейных линий	**Лекция 7.** Электрические характеристики и нормы на качественные показатели каналов радиорелейных линий. Помехоустойчивость к тепловым шумам аналоговых и цифровых радиорелейных линий.	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5.
		Лекция 8. Нагрузочные шумы. Межсимвольные влияния на цифровые радиорелейных линий. Шумы квантования	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5.
		Лабораторные работы №№1-4	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5.
		Самостоятельная работа. Разделы курсовой работы «Определение норм на качество передачи по аналоговому или цифровому радиостволу», «Расчет шумов в канале и процента времени устойчивой связи» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5, ПК-1.1.6, ПК-1.1.8, ПК-1.1.3, ПК-1.1.4, ПК-1.3.7
5	Общие принципы функционирования спутниковых систем связи	**Лекция 9.** Положение спутника на орбите. Типы околоземных орбит. Геостационарные и неогеостационарные орбиты	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5.
		Лекция 10. Типы космических скоростей. Первая космическая скорость. Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость. Частотные диапазоны спутниковых систем связи.	ПК-1.1.2, ПК-1.1.5.
6	Спутниковые навигационные системы	**Лекция 11.** Состав и принцип работы спутниковых навигационных систем. Глобальные спутниковые навигационные системы.	ПК-1.1.2, ПК-1.1.4, ПК-1.2.3, ПК-1.2.4
		Лекция 12. Дифференциальный режим работы спутниковых навигационных систем. Формирование электронной карты местности.	ПК-1.1.2, ПК-1.1.4, ПК-1.2.3, ПК-1.2.4
7	Применение спутниковых систем на железнодорожном транспорте	**Лекция 13.** Применение спутниковых систем GPS (Global Position System) в системе КЛУБ-У (комплексное локомотивное устройство безопасности унифицированное).	ПК-1.1.2, ПК-1.1.4, ПК-1.2.3, ПК-1.2.4
		Лекция 14. Варианты сопряжения спутниковых систем GPS с цифровыми	ПК-1.1.2, ПК-1.1.4, ПК-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		стандартами технологической радиосвязи TETRA и GSM-R	1.2.3, ПК-1.2.4
7.8	Расчет трасс радиосвязи прямой видимости	**Лекция 15.** Классификация интервалов радиотрасс по степени закрытости трассы. Методики расчета множителя ослабления на открытых, полузакрытых и закрытых интервалах радиотрасс.	ПК-1.1.2, ПК-1.1.4, ПК-1.2.3, ПК-1.2.4, ПК-1.3.7
		Лекция 16. Расчет уровней и устойчивость сигналов на цифровых радиорелейных линиях. Автоматизация расчетов трасс радиосвязи прямой видимости	ПК-1.1.2, ПК-1.1.4, ПК-1.2.3, ПК-1.2.4, ПК-1.3.7
		Самостоятельная работа. Разделы курсовой работы «Построение профиля интервала и определение высоты установки антенн», «Построение диаграммы уровней сигнала на интервалах РРЛ» (источники информации: см. п. 8.5)	ПК-1.1.2, ПК-1.1.4, ПК-1.2.3, ПК-1.2.4, ПК-1.3.7

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Основные принципы построения радиорелейных линий связи	8	-	-	12	20
2	Частотные планы РРЛ. Уплотнение стволов РРЛ. Частотные спектры сигналов в радиостволах	8	-	-	14	22
3	Радиочастотное оборудование радиорелейных станций	8	-	23	12	43
4	Качественные показатели каналов радиорелейных линий	8	-	23	12	43
5	Общие принципы функционирования спутниковых систем связи	8	-	-	12	20
6	Спутниковые навигационные системы	8	-	-	12	20
7	Применение спутниковых систем на железнодорожном транспорте	8	-	-	12	20
8	Расчет трасс радиосвязи прямой видимости	4	-	-	16	20
	Итого	60	-	46	102	208
					Контроль (2 экзамена)	8
					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 «Радиотехнические системы на железнодорожном транспорте» оборудованная следующими специальной техникой и установками, используемыми в учебном процессе:

- Приемопередающее устройство из состава РРС «Комплекс-11» (2 полукомплекта);
- Радиорелейная аппаратура РРС-1 (2 полукомплекта);
- Радиорелейная система ДМ400/6 (2 полукомплекта);
- Радиорелейная система ДМ400/6А;

Аттенюаторы Д3-33А, вольтметры В3-43, комбинированный НЧ измеритель ММ-101.

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.Спутниковые системы связи: учеб. пособие / П.А. Плеханов. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2009. – 17 с.

3.Автоматизация расчета трасс радиорелейных линий связи: учебное пособие / Ю.Я. Меремсон, П.А. Плеханов. – СПб.: ПГУПС, 2011. – 92 с.

4.Измерение основных параметров приемопередающего устройства из состава РРС «Комплекс-11»: методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Системы связи и навигации» / Ю.Я. Меремсон, С.А. Вырков. – СПб.: ПГУПС, 2014. – 10 с.

5.Изучение приемной установки спутникового телевидения / Ю.Я. Меремсон, Д.Н. Роенков / методические указания к выполнению практических работ / СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017, 25с.

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.

Разработчик рабочей программы,
доцент кафедры «Электрическая связь» _____ Ю.Я. Меремсон
24 декабря 2024 г.