

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.19 «СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ»  
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 «Системы мобильной связи» (Б1.В.19) (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 является подготовка обучающихся к деятельности в области проектирования, эксплуатации и обслуживания систем мобильной связи (СМС).

Для достижения целей дисциплины решаются следующие задачи:

- рассматриваются основы организации СМС;
- дается описание принципов организации и функционирования различных видов СМС и методов расчета качества передачи информации;
- изучаются вопросы построения цифровых СМС;
- рассматривается состав оборудования СМС и его технические характеристики.
- рассматриваются принципы построения и функционирования СМС на железнодорожном транспорте.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в 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.

Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1 Техническое обслуживание объектов железнодорожной электросвязи</b>	
<p>ПК-1.1.2. Знает устройство, принцип действия, технические характеристики, конструктивные особенности объектов железнодорожной электросвязи</p> <p>ПК-1.1.5. Знает условия эксплуатации объектов железнодорожной электросвязи и технические требования, предъявляемые к ним</p> <p>ПК-1.1.6. Знает методы диагностирования объектов железнодорожной электросвязи</p> <p>ПК-1.1.8. Знает основные виды неисправностей объектов железнодорожной электросвязи и методы их выявления</p> <p>ПК-1.2.3. Умеет читать чертежи, электрические схемы объектов железнодорожной электросвязи</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знает устройство, принцип действия, технические характеристики, конструктивные особенности систем мобильной связи</li> <li>- знает условия эксплуатации систем мобильной связи</li> <li>- знает методы диагностирования систем мобильной связи</li> <li>- знает основные виды неисправностей мобильных систем мобильной связи</li> <li>- умеет читать чертежи, электрические схемы мобильных систем мобильной связи</li> </ul>
<b>ПК-3 Модернизация объектов железнодорожной электросвязи</b>	
	Обучающийся <i>знает</i> :

ПК-3.1.2. Знает технологию обслуживания электронных и радиотехнических приборов	– технологию обслуживания систем мобильной связи
---	--

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

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	48
В том числе:	
– лекции (Л);	32
– лабораторные работы (ЛР)	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	20
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
<b>Общая трудоемкость: час / з.е.</b>	<b>72 / 2</b>

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16
В том числе:	
– лекции (Л);	8
– лабораторные работы (ЛР)	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	52
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
<b>Общая трудоемкость: час / з.е.</b>	<b>72 / 2</b>

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:

Для очной формы обучения:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1.	Разновидности систем мобильной связи и этапы их развития. Общие принципы организации и функционирования систем мобильной связи.	1.1. Лекции (Л):	
1.1.1 Разновидности систем и этапы их развития.		ПК-1.1.2	
1.1.2. Принципы построения систем с сотовой, микросотовой и пикосотовой структурой. Методы множественного доступа к каналам связи.		ПК-1.1.2	
1.2. Самостоятельная работа (СРС):			
1.2.1. Разновидности систем и этапы их развития.		ПК-1.1.2	
1.2.2. Принципы построения систем с сотовой, микросотовой и пикосотовой структурой. Методы множественного доступа к каналам связи.		ПК-1.1.2	
2.	Сетевые подсистемы, абонентские и сетевые идентификаторы, сигнализация, обработка речевой информации, разновидности и назначение каналов связи.	2.1. Лекции (Л):	
2.1.1. Подсистемы базовых станций, коммутаций, эксплуатации и техобслуживания. Идентификаторы.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2	
2.1.2. Протоколы сигнализации, применяемые в системах мобильной связи.		ПК-1.1.2; ПК-1.2.3; ПК-1.1.5 ПК-3.1.2	
2.1.3. Обработка речевой информации. Канальная структура: радио, физические, логические каналы.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2	
2.2. Самостоятельная работа (СРС):			
2.2.1. Подсистемы базовых станций, коммутаций, эксплуатации и техобслуживания. Идентификаторы.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2	
2.2.2. Протоколы сигнализации, применяемые в системах мобильной связи.		ПК-1.1.2; ПК-1.2.3; ПК-3.2.1	
2.2.3. Обработка речевой информации. Канальная структура: радио, физические, логические каналы.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2	
3.	Системы мобильной связи 3G – UMTS, системы беспроводной связи Wi-Fi,	3.1. Лекции (Л):	
3.1.1 Подсистемы сети 3G: обзор.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.6;	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
	WiMAX		ПК-3.1.2
		3.1.2 Канальная структура, скорости передачи информации, показатели качества обслуживания.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2
		3.1.3. Функционирование сети радиодоступа Wi-Fi.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2
		3.1.4. Структура и функционирование сети радиодоступа WiMAX	ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2
		3.2. Самостоятельная работа (СРС):	
		3.2.1. Подсистемы сети 3G: обзор.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2
		3.2.2. Канальная структура, скорости передачи информации, показатели качества обслуживания.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2
		3.2.3. Функционирование сети радиодоступа Wi-Fi.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2
		3.2.4. Структура и функционирование сети радиодоступа WiMAX. Обработка информации в сетях Wi-Fi и WiMAX	ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2
		3.3. Лабораторные работы (ЛР):	
		3.3.1 Изучение моделей повторного использования частот в системах мобильной связи	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2
		3.3.2 Изучение протоколов сигнализации в сетях мобильной связи	ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2
4.	Системы мобильной связи стандартов LTE-A, LTE-A Pro, 5G. Тенденции развития в направлении к 6G	4.1. Лекции (Л):	
		4.1.1. Стандарт LTE и его развитие в сторону LTE-A.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.2.1
		4.1.2. Сравнительная характеристика стандарта LTE-A и его версии LTE-A Pro. Характеристика и принципы организации сети стандарта 5G.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2
		4.2. Самостоятельная работа (СРС):	
		4.2.1. Стандарт LTE и его развитие в сторону LTE-A.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2
		4.2.2. Сравнительная характеристика стандарта LTE-A	ПК-1.1.2; ПК-1.1.8;

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		и его версии LTE-A Pro. Особенности технологии MIMO. Характеристика и принципы организации сети стандарта 5G.	ПК-3.1.2
		4.3. Лабораторные работы (ЛР):	
		4.3.1. Изучение процессов обработки пользовательской информации и аутентификации	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2
		4.3.2. Изучение состава идентификаторов в сети стандарта LTE и их применение в процессе сеанса связи	ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2
5.	Построение и перспективы использования систем мобильной связи стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R на железнодорожном транспорте.	5.1. Лекции (Л):	
		5.1.1. Применение на железнодорожном транспорте перспективных систем стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2
		5.2. Самостоятельная работа (СРС):	
		5.2.1. Применение на железнодорожном транспорте перспективных систем стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1.	Разновидности систем мобильной связи и этапы их развития. Общие принципы организации и функционирования систем мобильной связи.	1.1. Лекции (Л):	
		1.1.1. Разновидности систем и этапы их развития.	ПК-1.1.2
		1.1.2. Принципы построения систем с сотовой, микросотовой и пикосотовой структурой. Методы множественного доступа к каналам связи.	ПК-1.1.2
		1.2. Самостоятельная работа (СРС):	
		1.2.1. Разновидности систем и этапы их развития.	ПК-1.1.2
		1.2.2. Принципы построения систем с сотовой, микросотовой и пикосотовой структурой. Методы множественного доступа к каналам связи.	ПК-1.1.2
2.	Сетевые подсистемы, абонентские и сетевые	2.1. Лекции (Л):	
		2.1.1. Подсистемы базовых	ПК-1.1.2;

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций	
	идентификаторы, сигнализация, обработка речевой информации, разновидности и назначение каналов связи.	станций, коммутаций, эксплуатации и техобслуживания. Идентификаторы.	ПК-1.2.3; ПК-3.1.2	
2.1.2. Протоколы сигнализации, применяемые в системах мобильной связи.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2		
2.1.3. Обработка речевой информации. Канальная структура: радио, физические, логические каналы.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2		
2.2. Самостоятельная работа (СРС):				
2.2.1. Подсистемы базовых станций, коммутаций, эксплуатации и техобслуживания. Идентификаторы.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2		
2.2.2. Протоколы сигнализации, применяемые в системах мобильной связи.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2		
2.2.3. Обработка речевой информации. Канальная структура: радио, физические, логические каналы.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2		
3.	Системы мобильной связи 3G – UMTS, системы беспроводной связи Wi-Fi, WiMAX	3.1. Лекции (Л):		
3.1.1 Подсистемы сети 3G: обзор.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2		
3.1.2 Канальная структура, скорости передачи информации, показатели качества обслуживания.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2		
3.1.3. Функционирование сети радиодоступа Wi-Fi.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2		
3.1.4. Структура и функционирование сети радиодоступа WiMAX		ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2		
3.2. Самостоятельная работа (СРС):				
3.2.1. Подсистемы сети 3G: обзор.		ПК-1.1.2; ПК-1.2.3; ПК-3.1.2		
3.2.2. Канальная структура, скорости передачи информации, показатели качества обслуживания.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2		
3.2.3. Функционирование сети радиодоступа Wi-Fi.		ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2		
3.2.4. Структура и функционирование сети		ПК-1.1.2; ПК-1.1.8;		

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		радиодоступа WiMAX. Обработка информации в сетях Wi-Fi и WiMAX	ПК-3.1.2
		3.3. Лабораторные работы (ЛР):	
		3.3.1. Изучение моделей повторного использования частот в системах мобильной связи	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2
		3.3.2. Изучение протоколов сигнализации в сетях мобильной связи	ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2
4.	Системы мобильной связи стандартов LTE-A, LTE-A Pro, 5G. Тенденции развития в направлении к 6G	4.1. Лекции (Л):	
		4.1.1. Стандарт LTE и его развитие в сторону LTE-A.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2
		4.1.2. Сравнительная характеристика стандарта LTE-A и его версии LTE-A Pro. Характеристика и принципы организации сети стандарта 5G.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2
		4.2. Самостоятельная работа (СРС):	
		4.2.1. Стандарт LTE и его развитие в сторону LTE-A.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2
		4.2.2. Сравнительная характеристика стандарта LTE-A и его версии LTE-A Pro. Особенности технологии MIMO. Характеристика и принципы организации сети стандарта 5G.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2
		4.3. Лабораторные работы (ЛР):	
		4.3.1. Изучение процессов обработки пользовательской информации и аутентификации	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2
		4.3.2. Изучение состава идентификаторов в сети стандарта LTE и их применение в процессе сеанса связи	ПК-1.1.2; ПК-1.1.6; ПК-3.1.2
5.	Построение и перспективы использования систем мобильной связи стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R на железнодорожном транспорте.	5.1. Лекции (Л):	
		5.1.1. Применение на железнодорожном транспорте перспективных систем стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.8; ПК-3.1.2
		5.2. Самостоятельная работа (СРС):	
		5.2.1. Применение на железнодорожном транспорте перспективных систем стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R.	ПК-1.1.2; ПК-1.1.5; ПК-3.1.2

## 1.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРС, час	Всего, час
1.	Разновидности систем мобильной связи и этапы их развития. Общие принципы организации и функционирования систем мобильной связи.	3	-	-	6	9
2.	Сетевые подсистемы, абонентские и сетевые идентификаторы, сигнализация, обработка речевой информации, разновидности и назначение каналов связи	7	-	4	8	19
3.	Системы мобильной связи 3G – UMTS, системы беспроводной связи Wi-Fi, WiMAX	7	-	4	9	20
4.	Системы мобильной связи стандартов LTE-A, LTE-A Pro, 5G. Тенденции развития в направлении к 6G	8	-	4	13	25
5.	Построение и перспективы использования систем мобильной связи стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R на железнодорожном транспорте.	7	-	4	20	31
Итого		32		16	56	104

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРС, час	Всего, час
Контроль						4
<b>Всего (общая трудоемкость)</b>						<b>108</b>

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРС, час	Всего, час
1.	Разновидности систем мобильной связи и этапы их развития. Общие принципы организации и функционирования систем мобильной связи	1	-	-	8	9
2.	Сетевые подсистемы, абонентские и сетевые идентификаторы, сигнализация, обработка речевой информации, разновидности и назначение каналов связи	1	-	2	25	28
3.	Системы мобильной связи 3G – UMTS, системы беспроводной связи Wi-Fi, WiMAX	1	-	-	15	16
4.	Системы мобильной связи стандартов LTE-A, LTE-A Pro, 5G. Тенденции развития в направлении к 6G	3	-	4	20	27
5.	Построение и перспективы использования систем мобильной связи стандартов LTE-A Pro-R, 5G-R на железнодорожном транспорте.	2	-	2	20	24
Итого		8		8	88	104

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРС, час	Всего, час
Контроль						4
<b>Всего (общая трудоемкость)</b>						<b>108</b>

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

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен 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 реализации программы специалитета 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.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета (Электронная информационно-образовательная среда и личный кабинет обучающегося [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sdo.pgups.ru/>).

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

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office.
- Microsoft Visio.

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

– Электронно-библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books>.

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

– Справочная правовая система «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>;

– Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации «Техэксперт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cntd.ru/>.

8.5. Перечень изданий, используемых в образовательном процессе:

– Федеральный закон от 07.07.2003 г. № 126-ФЗ «О связи».

- Горелов Г.В., Роевков Д.Н., Юркин Ю.В. Системы связи с подвижными объектами, Учебное пособие, под ред. Г.В. Горелова, М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 -335 с.

– Плеханов П.А. Беспроводные инфокоммуникационные сети на железнодорожном транспорте / П.А. Плеханов. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. – 55 с.;

–

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

– Официальный сайт Минкомсвязи России: <https://digital.gov.ru/ru/>.

Разработчик рабочей программы,  
доцент кафедры  
«Электрическая связь»  
«25» марта 2023 г.

Юркин