

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

26 июня 2019 г.

Кафедра «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

Автор Волков Александр Александрович

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория передачи сигналов**



Специальность: 23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

Квалификация выпускника: Инженер путей сообщения

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2019

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 11 24 июня 2019 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">А.А. Антонов</p>
--	--

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 21905  
Подписал: Заведующий кафедрой Антонов Антон  
Анатольевич  
Дата: 24.06.2019

Москва 2019 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения учебной дисциплины «Теория передачи сигналов» являются обучение общим принципам и основным методам формирования, преобразования и передачи сообщений по каналам систем железнодорожной автоматики и связи, повышения помехоустойчивости передачи сигналов и реализации их оптимального приема. Дисциплина «Теория передачи сигналов» обеспечивает владение студентами компетенциями, приобретение ими знаний и умений в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Теория передачи сигналов" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Математика:**

**Знания:** Знать основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, гармонического анализа; основы теории вероятностей.

**Умения:** Уметь приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

**Навыки:** Владеть методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств.

#### **2.1.2. Физика:**

**Знания:**

**Умения:**

**Навыки:**

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

#### **2.2.1. Теория автоматического управления**

**Знания:** основы теории автоматического управления, применяемые при проектировании систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи

**Умения:** применять методы и законы теории автоматического управления для анализа и синтеза систем управления

**Навыки:** навыками сбора и анализа данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	<p>ПКС-7 Способен выполнять работы на производственном участке железнодорожной электросвязи по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации устройств и элементов телекоммуникационных систем и сетей. Способен осуществлять анализ и контроль качества и безопасности технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и модернизации устройств и элементов ТСС. Способен использовать нормативно-технические документы и технические средства для диагностики технического состояния телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта; выполнять технологические операции, связанные с безопасностью и управлением движением поездов.</p>	<p>ПКС-7.1 Применяет в производственной деятельности нормативные документы по качеству и безопасности технологических процессов, руководствуется требованиями по безопасности движения поездов; методы обеспечения безопасности и безотказности телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта.</p> <p>ПКС-7.6 Знает и демонстрирует готовность применять в профессиональной деятельности современные технологии проектирования и монтажа электрических и оптических линий связи, методы построения аналоговых и цифровых систем передачи сигналов; методы расчета параметров передачи линий связи и параметров взаимных влияний между ними, передаточных характеристик электрических и волоконно-оптических линий связи.</p> <p>ПКС-7.10 Использует нормативные документы и основных положений по организации сетей оперативно-технологической телефонной связи, основы организации и функционирования современной общеевропейской системы подвижной связи, основы организации связи для вертикали управления перевозками, владением навыками и методологией проектирования сетей оперативно-технологической связи, методами технического обслуживания аппаратуры ОТС и обеспечения бесперебойности связи.</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

6 зачетных единиц (216 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов		
	Всего по учебному плану	Семестр 4	Семестр 5
Контактная работа	82	50,15	32,15
Аудиторные занятия (всего):	82	50	32
В том числе:			
лекции (Л)	50	34	16
практические (ПЗ) и семинарские (С)	16	0	16
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	16	16	0
Самостоятельная работа (всего)	98	58	40
Экзамен (при наличии)	36	0	36
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	216	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	6.0	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КП (1), ПК2, ТК	ПК2, ТК	КП (1), ПК2, ТК
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Диф.зачёт, Экзамен	Диф.зачёт	Экзамен

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	Раздел 1 Общие сведения о теории передачи сигналов; немодулированные сигналы	20	4			18	42	Диф.зачёт, ПК2, ТК
2	4	Тема 1.1 Случайные сигналы	1					1	
3	4	Тема 1.2 Законы распределения вероятностей	1					1	
4	4	Раздел 2 Основы теории модулированных сигналов	23	12	16		48	135	ТК
5	4	Тема 2.1 Классификация видов модуляции	2					2	
6	4	Тема 2.2 Дискретные виды модуляции	1					1	
7	4	Тема 2.3 Аналого-импульсные виды модуляции	2					2	
8	4	Тема 2.5 Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ), теорема Котельникова	2					2	
9	4	Тема 2.5 Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ), теорема Котельникова						0	Диф.зачёт, ПК2, ТК
10	4	Раздел 3 Показатели качества передачи информации	2					2	
11	4	Тема 3.1 Текущая погрешность, погрешность интерполяции, погрешность квантования, суммарная погрешность	1					1	
12	4	Тема 3.2 Вероятность ошибки, вероятность аномальной погрешности	1					1	ПК2
13	4	Раздел 4 Количественная теория информации	5				8	13	
14	4	Тема 4.1 Определение количества информации	2					2	
15	4	Тема 4.2 Определение и свойства энтропии дискретного	1					1	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ПП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		источника информации							
16	4	Тема 4.3 Пропускная способность дискретного канала	1					1	
17	4	Тема 4.4 Дифференциальная энтропия	1					1	
18	4	Раздел 5 Основы кодирования					4	4	
19	4	Раздел 6 Помехи и типы искажений в системах передачи информации					2	2	
20	4	Раздел 7 Основы оптимального приема					3	3	
21	4	Экзамен					15	15	
22	5	Тема 2.4 Аналоговые виды модуляции	16		16		40	108	КП, ПК2, ТК, Экзамен
23		Тема 4.5 Пропускная способность непрерывного канала, формула Шеннона							
24		Тема 5.1 Классификация методов кодирования, основные определения							
25		Тема 5.2 Линейное кодирование							
26		Тема 5.3 Помехоустойчивое кодирование							
27		Тема 5.4 Статистическое кодирование							
28		Тема 6.1 Классификация помех и искажений							
29		Тема 6.2 Методы борьбы с помехами и повышения качества приема информации							
30		Экзамен							
31		Экзамен							
32		Тема 7.1 Критерии оптимальности, оптимальный приемник для полностью известных сигналов							
33		Тема 7.2 Оптимальный приемник при действии негауссовских помех							

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
34		Тема 7.3 Квадратурный приемник, системы синхронизации							
35		Тема 7.4 Теория обнаружения сигналов							
36		Тема 7.5 Оптимальная фильтрация							
37		Раздел 8 Помехоустойчивость цифровых систем передачи информации							
38		Тема 8.1 Помехоустойчивость импульсно-кодовой модуляции (ИКМ)							
39		Тема 8.2 Помехоустойчивость дифференциально-импульсно-кодовой модуляции (ДИКМ)							
40		Раздел 9 Теория разделения каналов							
41		Тема 9.1 Системы с частотным разделением каналов							
42		Тема 9.1 Системы с кодовым разделением каналов							
43		Тема 9.2 Системы с временным разделением каналов							
44		Тема 10.1 Курсовой проект							
45		Всего:	50	16	16		98	216	



#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 16 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	4	РАЗДЕЛ 1 Общие сведения о теории передачи сигналов; немодулированные сигналы	Изучение характеристик помех	4
2	4	РАЗДЕЛ 2 Основы теории модулированных сигналов	Изучение дискретной модуляции.	4
3	4	РАЗДЕЛ 2 Основы теории модулированных сигналов	Изучение приемника АМ-сигналов.	4
4	4	РАЗДЕЛ 2 Основы теории модулированных сигналов	Изучение приемника ФМ-сигналов.	2
5	4	РАЗДЕЛ 2 Основы теории модулированных сигналов	Изучение приемника ЧМ-сигналов.	2
ВСЕГО:				16/0

Практические занятия предусмотрены в объеме 16 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 2 Основы теории модулированных сигналов	Аналоговые виды модуляции	16
ВСЕГО:				16/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. Расчет сигналов с импульсно-кодовой модуляцией.
2. Разработка структурной схемы модема цифровой системы передачи.
3. Расчет вероятностных характеристик помех.
4. Расчет вероятности ошибки при приеме сигналов с ИКМ.
5. Расчет частоты дискретизации.
6. Оценка погрешности интерполяции.
7. Сравнение качества приема с ИКМ для сигналов с разной позиционностью кода.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы по учебной дисциплине «Теория передачи сигналов» реализуют компетентностный подход и предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (использование компьютерных программ, разбор конкретных ситуаций, тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. Процент аудиторных занятий, а также занятий лекционного типа для соответствующих групп студентов в целом в учебном процессе определяются требованиями ФГОС ВО с учетом специфики ОП.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	4	РАЗДЕЛ 2 Основы теории модулированных сигналов	Углубленная проработка по заданию преподавателя материала по теме «Основы теории модулированных сигналов» с использованием эл. библиотеки каф.	8
2	5	РАЗДЕЛ 2 Основы теории модулированных сигналов	Аналоговые виды модуляции	40
3	4	РАЗДЕЛ 4 Количественная теория информации	Углубленная проработка по заданию преподавателя материала по теме «Количественная теория информации» с использованием эл. библиотеки каф.	8
4	4	РАЗДЕЛ 5 Основы кодирования	Углубленная проработка по заданию преподавателя материала по теме «Основы кодирования» с использованием эл. библиотеки каф.	4
5	4	РАЗДЕЛ 6 Помехи и типы искажений в системах передачи информации	Углубленная проработка по заданию преподавателя материала по теме «Помехи и типы искажений в системах передачи информации» с использованием эл. библиотеки каф.	2
6	4	РАЗДЕЛ 7 Основы оптимального приема	Углубленная проработка по заданию преподавателя материала по теме «Основы оптимального приема» с использованием эл. библиотеки каф.	3
7	4		Общие сведения о теории передачи сигналов; немодулированные сигналы [1]; [3]; [4]	18
8	4		Экзамен	15
<b>ВСЕГО:</b>				<b>98</b>

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте	Горелов Г.В., Фомин А.Ф., Волков А.А., Котов В.К.	2013, М., Транспорт, 2013	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4, Раздел 5, Раздел 6, Раздел 7, Раздел 8, Раздел 9
2	Расчет характеристик сигналов с импульсно-кодовой модуляцией и разработка структурной схемы модема цифровой системы передачи. Методические указания к курсовому проекту	Фомин А.Ф., Волков А.А., Горелов Г.В., Журавлева Л.М.	2014, М., МИИТ, 2014	Раздел 2, Раздел 7, Раздел 8
3	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теория передачи сигналов»	Фомин А.Ф., Волков А.А., Горелов Г.В., Журавлева Л.М.	2014, М., МИИТ, 2014	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 7, Раздел 8

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Радиотехнические цепи и сигналы	Гоноровский И.С.	2007, М.: Радио и связь, 2007	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 6
5	Каналообразующие устройства железнодорожной телемеханики и связи	Горелов Г.В., Волков А.А., Шелухин В.И.	2006, М.: Маршрут, 2006	Раздел 7, Раздел 8, Раздел 9

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://www.pilab.ru> - Радиотехнические цепи и сигналы. Учебно-методический комплекс.
2. <http://www.semam.ru> - Учебное пособие по теории электрической связи.
3. [www.majarentals.com](http://www.majarentals.com) - Цифровая обработка сигналов. Курс лекций.
4. [www.the-art-of-ecp.com](http://www.the-art-of-ecp.com) – Компьютерные программы, реализующие основные алгоритмы.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Пакет программ математического моделирования Matlab 7,0 для выполнения лабораторных и практических работ, курсового проекта по преобразованию и обработке сигналов.

2. Пакет программ MMANA-GAL работает на 486DX25 с ОЗУ 8 Мб и разрешением монитора 800x600. ОС Win95 или выше. Программа работает в среде Windows.

#### **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Учебная лаборатория теории передачи сигналов, оборудована 12 комплектами лабораторных стендов, локальной вычислительной сетью, объединяющей 12 рабочих ПЭВМ и одну управляющую ПЭВМ, мультимедийную электронную доску.

#### **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Основными видами обучения являются лекции, лабораторные занятия в дисплейном классе и самостоятельная работа студентов.

При чтении лекций необходимо широко использовать мультимедийную технику и демонстрационные материалы.

Практические занятия и лабораторные работы ориентируются на умение обучающихся работать под контролем преподавателя.

Самостоятельная работа обучающихся должна опираться на постоянный поиск нового материала в сети ИНТЕРНЕТ по теме телекоммуникационных систем и новых методов передачи сигналов. Оценка самостоятельной работы должна входить в оценку контрольных точек практикума с учетом контроля.