

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.04 ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ
для специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов
по специализации
«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2026

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Теория передачи сигналов» (Б1.В.04) (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 Министерства образования и науки Российской Федерации № 217, с учетом профессионального стандарта 17.017 «Работник по обслуживанию и ремонту устройств железнодорожной автоматики и телемеханики», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 3 марта 2022 г. N 103н.

Целью изучения дисциплины является получение студентами знаний об основных математических моделях сигналов и помех, методах кодирования, модуляции, оптимального приема сигналов, умения чтения схем аналогового и цифрового оборудования устройств ЖАТ, и навыков их применения при ремонте и эксплуатации систем ЖАТ.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение основных понятий и моделей теории сигналов, используемых при ремонте и эксплуатации аналогового и цифрового оборудования устройств ЖАТ
 - знание методов временного и частотного представлений детерминированных и случайных непрерывных, импульсных и цифровых сигналов; помехоустойчивого кодирования и модуляции; задачи помехоустойчивого приема при обнаружении, различении, оценки параметров сигналов, фильтрации сигналов.
 - знание потенциальных возможностей способов корректирующего кодирования, модуляции и оптимального приема сигналов; примеров реализации в устройствах ЖАТ;
 - умение использовать данные о сигналах и помехах, методы оценки помехоустойчивости при анализе работы аналогового и цифрового оборудования устройств ЖАТ;
- умение пользоваться современной научно-технической информацией по методам обработки и преобразования сигналов, оценки помехоустойчивости систем ЖАТ.

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

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

В рамках изучения дисциплины осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков:

- применение основных положений теории передачи сигналов для анализа работы телекоммуникационных и радиотехнических систем железнодорожного транспорта;
- инженерных расчётов и анализа характеристик аналогового и цифрового оборудования устройств железнодорожной электросвязи.

Индикатор достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
----------------------------------	-----------------------------------

ПК-1. Поддержание в исправном состоянии оборудования, устройств и систем ЖАТ на участках железнодорожных линий	
ПК-1.1.3 Знает электротехнику, электронику, радиотехнику, теорию передачи сигналов в части, необходимой для выполнения трудовых функций	Обучающийся знает: – методы анализа детерминированных и случайных сигналов; помехоустойчивого кодирования/декодирования сообщений; модуляции, оптимального приема когерентных и некогерентных сигналов
ПК-2. Разработка, проектирование и внедрение устройств и систем ЖАТ	
ПК-2.1.5 Знает методы и принципы построения устройств и систем управления движением поездов	Обучающийся знает: – условия неискаженной передачи сигналов через линейные элементы системы передачи, основные характеристики источников и каналов передачи информации.
ПК-2.3.1 Имеет навыки разработки проектной документации устройств и систем управления технологическими процессами	Обучающийся владеет навыками: – применения основных положений теории передачи сигналов для анализа, синтеза, разработки и проектирования систем и устройств ЖАТ; – инженерных расчётов, проектирования и анализа характеристик элементов и устройств ЖАТ.

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

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	-
– лабораторные работы (ЛР)	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	44
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16
В том числе:	

Вид учебной работы	Всего часов
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	-
– лабораторные работы (ЛР)	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	119
Контроль	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), курсовая работа (КР).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Общая характеристика сигналов	Лекция 1. Цель и задачи учебной дисциплины в формировании инженерных знаний, связь с другими учебными дисциплинами. Содержание теории передачи сигналов. Рекомендации по самостоятельной работе. Литература. Основные понятия и определения: информация, сообщение, первичные сигналы, видеосигналы, радиосигналы, помехи и искажения. Математические модели и классификация сигналов. Основные параметры сигналов. Структурная схема цифровой системы передачи информации. Лекция 2. Методы представления сигналов: временное, частотное и векторное представления сигналов. Энергетические характеристики сигналов, примеры. Лабораторная работа 2. Исследование временных характеристик детерминированных сигналов СРС. Энергия и мощность сигналов, когерентные и некогерентные сигналы, примеры.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.2 ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1.

2	Спектральный анализ сигналов	Лекция 3. Гармонический анализ периодических и непериодических сигналов: ряд Фурье, основные свойства, примеры. Преобразование Фурье основные свойства, примеры. Равенство Парсеваля, теорема Рэлея. Лекция 4. Сигналы с ограниченным спектром, теорема Котельникова, практическое значение. Параметры узкополосного сигнала. Лабораторная работа 3. Исследование частотных характеристик детерминированных сигналов Лабораторная работа 5. Дискретизация непрерывных сигналов по времени (Теорема Котельникова) Лекция 5. Методы оценивания спектральной плотности мощности сигнала. Дискретное преобразование Фурье, алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Дискретное преобразование Лапласа, z-преобразование. Примеры применения. СРС. Преобразования Фурье в классических базисах.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-2.3.2 ПК-3.2.1. ПК-1.1.2 ПК-2.3.2 ПК-1.1.2
3	Преобразование сигналов в каналах систем передачи.	Лекция 6. Импульсная и переходная характеристики системы, интеграл Дюамеля (интеграл свертки). Комплексная передаточная функция системы. Примеры Лекция 7. Условие неискаженной передачи сигналов через линейный четырехполюсник системы передачи. Прохождение сигналов через каналы систем передачи: преобразование детерминированных сигналов через линейные и нелинейные элементы системы передачи. Примеры. Лабораторная работа 1. Цифровая система связи Лабораторная работа 4. Исследование аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-1.1.1 ПК-2.3.2

4	Основные характеристики случайных сигналов	Лекция 8. Стационарные и эргодические случайные процессы. Вероятностные характеристики. Гармонические колебания со случайной амплитудой, фазой и частотой. Гауссовский случайный процесс. Лекция 9. Спектральная плотность мощности и функция автокорреляции случайного процесса, теорема Хинчина-Винера. Узкополосный шум. Хаотические импульсные последовательности. Лабораторная работа 6. Исследование законов распределения случайных сигналов. СРС. Основные классы случайных процессов. Процессы с независимыми приращениями: винеровский, пуассоновский случайные процессы. Марковский случайный процесс.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.2 ПК-2.3.2 ПК-1.1.2
5	Дискретные источники информации. Энтропия. Избыточность.	Лекция 10. Понятие информации. Типы дискретных источников информации, их характеристики. Мера количества информации, энтропия. Избыточность сообщений, способы уменьшения. СРС. Систематизация методов сжатия данных. Алгоритмы сжатия без потерь и с потерями: алгоритм Лемпеля-Зива, арифметическое кодирование, алгоритм Барроуза-Вилера, алгоритм JPEG, форматы сжатия видеоизображений MPEG.	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-2.3.2
6	Дискретные каналы передачи информации. Теоремы Шеннона.	Лекция 11. Дискретные каналы передачи информации: характеристики. Пропускная способность. Пропускная способность двоичного, многоуровневого симметричных каналов. Примеры. Теоремы Шеннона. СРС. Модель потока ошибок в дискретном канале. Независимые ошибки и пакеты ошибок.	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-2.3.2

7	Непрерывные источники и каналы передачи сигналов.	Лекция 12. Непрерывный источник информации и его энтропия. Гауссовский канал и его пропускная способность. Объем сигнала и объем канала, способы его деления: системы передачи с частотным, временным, кодовым разделением каналов. СРС. Дифференциальная энтропия случайных процессов, обладающих конечной мощностью и различным распределением	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-1.1.2
8	Помехоустойчивое (корректирующее) кодирование	Лекция 13. Основные характеристики помехоустойчивых (n, k) кодов. Представление (n, k) кодов с помощью матриц, совершенные коды Хэмминга, Голея. Циклические (n, k) коды. Алгоритмы кодирования, структурные схемы кодеров. Лекция 14. Декодирование помехоустойчивых (n, k) кодов. Генератор синдромов циклического (n, k) кода. Структурная схема декодера циклического (n, k) кода, принцип работы. CRC-коды, коды Файра, коды БЧХ. Сверточные коды. Способы задания, алгоритмы декодирования. Алгоритм Витерби. Примеры применения. Лабораторная работа 7. Исследование помехоустойчивости системы связи при разных видах модуляции	ПК-1.1.2 ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-2.3.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1.
9	Узкополосные модулированные сигналы	Лекция 15. Общие сведения о модулированных сигналах. Амплитудная, балансная, однополосная модуляция. Радиосигналы с угловой модуляцией. Форма и спектр сигнала при сложных видах частотной и амплитудно-фазовой модуляции. Лекция 16. Детектирование амплитудно-модулированных сигналов, сигналов с балансной и однополосной модуляцией. Детектирование сигналов с угловой модуляцией.	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-2.2.2 ПК-3.2.1.

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Общая характеристика сигналов	Лекция 1. Цель и задачи учебной дисциплины в формировании инженерных знаний, связь с другими учебными дисциплинами. Содержание теории передачи сигналов. Рекомендации по самостоятельной работе. Литература. Основные понятия и определения: информация, сообщение, первичные сигналы, видеосигналы, радиосигналы, помехи и искажения. Математические модели и классификация сигналов. Структурная схема цифровой системы передачи информации.	ПК-1.1.2
		Лабораторная работа 2. Исследование временных характеристик детерминированных сигналов.	ПК-1.1.2
		СРС. Методы представления сигналов: временное, частотное и векторное представления сигналов. Динамическое представление сигналов. Нормированное, метрическое пространство сигналов, понятие нормы, физический смысл нормы, квадрата нормы: энергетические характеристики сигналов, примеры. Базисные системы сигналов, примеры. Обобщенный ряд Фурье.	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1.
		СРС. Нормированные, метрические, линейные пространства непрерывных, дискретных сигналов. Физический смысл нормы, квадрата нормы. Взаимная энергия и мощность двух сигналов, когерентные и некогерентные сигналы, примеры.	

2	Спектральный анализ сигналов	Лекция 2. Гармонический анализ периодических и непериодических сигналов: ряд Фурье, преобразование Фурье. Примеры. Свойства преобразования Фурье. Равенство Парсеваля, теорема Рэлея. СРС. Понятие взаимной и автокорреляционной функций. Автокорреляционные функции периодического и непериодического сигналов, их взаимосвязь с энергетическими спектрами. Интервал корреляции и эффективная ширина спектра сигнала. Примеры. Лабораторная работа 3. Исследование частотных характеристик детерминированных сигналов. СРС. Методы оценивания спектральной плотности мощности сигнала. Дискретное преобразование Фурье, алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Дискретное преобразование Лапласа, z-преобразование. Примеры применения. СРС. Преобразования Фурье в классических и обобщенных базисах, быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов на статических и скользящих интервалах времени. Корреляция и свертка (линейная, циклическая).	ПК-1.1.2 ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-2.3.2 ПК-3.2.1. ПК-1.1.2 ПК-2.3.2 ПК-1.1.2
		СРС. Условие неискаженной передачи сигналов через линейный четырехполюсник системы передачи. Прохождение сигналов через каналы систем передачи: преобразование детерминированных сигналов через линейные и нелинейные элементы системы передачи. Примеры. Импульсная характеристика, интеграл свертки. Лекция 3. Сигналы с ограниченным спектром, теорема Котельникова, практическое значение. Аналитический сигнал. Преобразование Гильберта. Параметры узкополосного сигнала.	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-1.1.2 ПК-2.3.2
3	Преобразование сигналов в каналах систем передачи.		

4	Основные характеристики случайных сигналов	Лекция 4. Стационарные и эргодические случайные процессы. Вероятностные характеристики. Гармонические колебания со случайной амплитудой, фазой и частотой. Гауссовский случайный процесс. СРС. Спектральная плотность мощности и функция автокорреляции случайного процесса, теорема Хинчина-Винера. Узкополосный шум. Хаотические импульсные последовательности. СРС. Основные классы случайных процессов. Процессы с независимыми приращениями: винеровский, пуассоновский случайные процессы. Марковский случайный процесс.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.2 ПК-2.3.2 ПК-1.1.2
5	Дискретные источники информации. Энтропия. Избыточность.	СРС. Понятие информации. Типы дискретных источников информации, их характеристики. Мера количества информации, энтропия. Избыточность сообщений, способы уменьшения. СРС. Систематизация методов сжатия данных. Алгоритмы сжатия без потерь и с потерями: алгоритм Лемпеля-Зива, арифметическое кодирование, алгоритм Барроуза-Вилера, алгоритм JPEG, форматы сжатия видеоизображений MPEG.	ПК-1.1.1 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-2.3.2
6	Дискретные каналы передачи информации. Теоремы Шеннона.	СРС. Дискретные каналы передачи информации: характеристики. Пропускная способность. Пропускная способность двоичного, многоуровневого симметричных каналов. Примеры. Теоремы Шеннона. СРС. Модель потока ошибок в дискретном канале. Независимые ошибки и пакеты ошибок. Канал Гильберта-Эллиотта.	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-2.3.2

7	Непрерывные источники и каналы передачи сигналов.	СРС. Непрерывный источник информации и его энтропия. Гауссовский канал и его пропускная способность. Объем сигнала и объем канала, способы его деления: системы передачи с частотным, временным, кодовым разделением каналов. СРС. Дифференциальная энтропия случайных процессов, обладающих конечной мощностью и различным распределением	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2 ПК-3.2.1. ПК-1.1.2
---	---	--	--

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Общая характеристика сигналов	4	-	8	5	17
2	Спектральный анализ сигналов	6	-	8	5	19
3	Преобразование сигналов в каналах систем передачи	4	-	8	5	17
4	Основные характеристики случайных сигналов	4	-	8	5	17
5	Дискретные источники информации. Энтропия. Избыточность.	2	-	-	5	7
6	Дискретные каналы передачи информации. Теоремы Шеннона	2	-	-	5	7
7	Непрерывные источники и каналы передачи сигналов.	2	-	-	5	7
8	Помехоустойчивое (корректирующее) кодирование	4	-	-	5	9
9	Узкополосные модулированные сигналы	4	-	-	4	8
	Итого	32		32	44	108
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Общая характеристика сигналов	1	-	4	14	19
2	Спектральный анализ сигналов	2	-	4	14	20
3	Преобразование сигналов в каналах систем передачи	2	-	-	14	16
4	Основные характеристики случайных сигналов	1	-	-	14	15
5	Дискретные источники информации. Энтропия. Избыточность.	-	-	-	14	14
6	Дискретные каналы передачи информации. Теоремы Шеннона	-	-	-	14	14

7	Непрерывные источники и каналы передачи сигналов.	-	-	-	14	14
8	Помехоустойчивое (корректирующее) кодирование	1	-	-	14	15
9	Узкополосные модулированные сигналы	1	-	-	7	8
	Итого	8	-	8	119	135
Контроль						9
Всего (общая трудоемкость, час.)						144

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 бакалавриата/специалитета/магистратуры, 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 «Теория линейных электрических цепей», «Теория передачи сигналов» кафедры «Электрическая связь» (ауд. 7-410) оборудованная следующими приборами/специальной техникой/установками используемыми в учебном процессе:

- учебные лабораторные установки по курсам "Теория передачи сигналов" и

"Теория линейных электрических цепей – 12 шт;

- осциллографы GDS-71062A – 4 шт;
- генераторы сигналов специальной формы AFG-7212 – 4 шт;
- системный блок Некс Оптима E5400(BOX) + ЖК монитор Philips 223E1SB;
- мультимедийный проектор NEC NP410 (205) – 12 шт;
- Экран Da-Lite Model B 178*178 , (205) -1 шт.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 7-412) 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;

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». Раздел: теория связи – URL: http://window.edu.ru/app.php/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.20.15— 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:

- международный союз электросвязи [электронный ресурс]. – URL: <https://www.itu.int/ru> - Режим доступа: свободный.

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

- Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте [Текст] : Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Г. В. Горелов [и др.]. - М. : Транспорт, 1999. - 416 с.;

- Котов, В. К. Математические методы обработки сигналов в системах железнодорожной автоматики и связи [Текст] : учебное пособие / В. К. Котов, О. Д. Останкович, Д. Ю. Сидорович. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2013. - 53 с.;

- Котов, В. К. Определение параметров сигналов и устройств системы передачи информации [Текст] : учеб. пособие к курс. работе по дисциплине "Теория

передачи сигналов" / В. К. Котов ; ФГБОУ ВО ПГУПС. - Санкт-Петербург : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. - 61 с.;

Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

- Мощерский, Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы : учебное пособие для вузов / Ю. В. Мощенский, А.С. Нечаев. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 216 с. – URL : <https://e.lanbook.com/reader/book/177838/#32> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Гоноровский, И. С. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. пособие для вузов / И. С. Гоноровский . - 5-е изд., испр. . - М. : Дрофа, 2006. - 719 с.

- Исследование временных и частотных характеристик детерминированных сигналов [Текст] : метод. указания к лаб. работе № 1 по курсу "Теория передачи сигналов" / ПГУПС, каф. "Электр. связь" ; сост.: В. К. Котов, Д. Ю. Сидорович, Е. А. Тулугурова. - СПб. : ПГУПС, 2004. - 12 с.

- Исследование процессов дискретизации и восстановления непрерывных сигналов [Текст] : метод. указания к лаб. работе № 2 по курсу "Теория передачи сигналов" / ПГУПС, каф. "Электр. связь" ; сост.: В. К. Котов, Д. Ю. Сидорович, Е. А. Тулугурова. - СПб. : ПГУПС, 2004. - 8 с.

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

– Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей.