

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Профиль «Промышленная электроника»
РПД Б1.О.18 «Основы теории дискретных сигналов»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль «Промышленная электроника»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года 11 месяцев

Форма обучения: Заочная

Год набора: 2020

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

Программу составил:
Заведующий кафедрой
«Электроники и микропроцессорной техники»

д-р техн. наук, доцент

Якименко Игорь Владимирович
ФИО

«24» июня 2020 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«25» июня 2020 г., протокол № 7

Зам. заведующего кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:

подпись

Смолин Владимир Алексеевич
ФИО

«02» июля 2020 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе
с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

Зуева Елена Владимировна
ФИО

«02» июля 2020 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачи: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Основы теории дискретных сигналов» относится к обязательной части программы.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.О.06 «Информационные технологии».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.	ОПК-3.1 Применяет методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных	<p>Знает: Как применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных при дискретизации сигналов.</p> <p>Умеет: Применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных при дискретизации сигналов.</p> <p>Владеет: Методами применения методов поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных при дискретизации сигналов.</p>
	ОПК-3.2 Соблюдает основные требования информационной безопасности	<p>Знает: Как соблюдать основные требования информационной безопасности при дискретизации сигналов.</p> <p>Умеет: Соблюдать основные требования информационной безопасности при дискретизации сигналов.</p> <p>Владеет: Методами соблюдения основных требований информационной безопасности при дискретизации сигналов.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

-	-	-	Форма контроля								з.е.		-	Итого акад.часов						Курс 2					
			Экзамен	Зачет	Зачет с оц.	КР	Контр.	Реферат	РГР	Экспертное	Факт	Часов в з.е.		Экспертное	По плану	Контакт часы	СР	Конт роль	Сессия 3						
																			Итого	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Конт роль
+	Б1.О.18	Основы теории дискретных сигналов	2							5	5	36	180	180	16	155	9	180	8	8			155	9	э

Структура дисциплины:

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>лекционные занятия 4 шт. по 2 часа (8 час.):</p> <p>Тема № 1. Спектры дискретных сигналов.</p> <p>1.1. Дискретные сигналы и их спектры. Спектр дискретного сигнала. Связь спектров аналогового и дискретного сигналов. Дискретные последовательности, в том числе периодические.</p> <p><u>Вопросы для самостоятельного изучения:</u></p> <p>1. Введение в цифровую обработку сигналов. Цифровая обработка сигналов. Общие понятия о дискретных сигналах. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов.</p> <p>2. Понятие о дискретных сигналах. Математические модели дискретных сигналов. Типовые дискретные сигналы (последовательности). Дискретные сигналы и их преобразования при цифровой обработке.</p> <p>3. Квантование сигналов по уровню. Квантование сигналов по уровню. Способы квантования. Погрешность квантования. Цифровое кодирование сигнала. Дробное кодирование цифрового сигнала. Погрешность квантования цифрового сигнала. Цифровой шум. Условия выбора разрядности АЦП.</p> <p>4. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства дискретного преобразования Фурье. Восстановление сигнала по его отсчетам. Теорема Котельникова. Погрешности дискретизации и восстановления сигналов.</p> <p>5. Быстрое преобразование Фурье. Вычисление ДПФ и алгоритмы БПФ. Способ БПФ с прореживанием по времени. Алгоритм БПФ по основанию 2 с прореживанием по времени. Способ БПФ с прореживанием по частоте. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Алгоритм БПФ по основанию 2 с прореживанием по частоте.</p> <p>Тема № 2. Особенности спектров дискретных сигналов.</p> <p>1.2. Особенности дискретизации сигналов. Неоднозначность представление сигнала в частотной области (алиасинг). Дискретизация низкочастотных сигналов. Дискретизация полосовых сигналов.</p> <p>1.3. Восходящие дискретные системы. Интерполяция сигналов. Структура восходящей дискретной системы. Временное представление сигналов. Спектральное представление сигналов ВДС. Перенос спектра сигналов в ВДС.</p> <p>1.4. Нисходящие дискретные системы. Децимация сигналов. Временное и спектральное представление сигналов НДС. Структурная схема нисходящей дискретной системы. Дуальность преобразований сигналов в ВДС и НДС. Перенос спектров сигналов в НДС.</p> <p><u>Вопросы для самостоятельного изучения:</u></p> <p>1. Основные понятия спектрального анализа случайных сигналов. Основные понятия спектрального анализа. Определения параметров и характеристик дискретных случайных сигналов. Определения спектральных характеристик дискретных случайных сигналов.</p> <p>2. Анализаторы спектра сигналов на основе ДПФ. Базовая структура анализатора спектра и измеряемые им спектральные характеристики сигналов. Частотные характеристики анализатора спектра.</p> <p>3. Основные понятия спектрального анализа. Определение откликов анализатора спектра на гармонические сигналы. Роль весовых функций при спектральном анализе и их основные параметры.</p>

	<p>4. Методы переноса и преобразования спектров дискретных сигналов. Перенос спектров сигналов методом цифрового гетеродинамирования. Комплексные дискретные сигналы. Квадратурная обработка узкополосных сигналов. Однополосная модуляция дискретных сигналов.</p> <p>5. Формирование групповых сигналов. Формирование групповых сигналов. Формирование групповых сигналов методом переноса спектров при интерполяции сигналов. Формирование групповых сигналов методом цифрового гетеродинамирования и квадратурной обработки.</p> <p>6. Частотное разделение групповых сигналов. Частотное разделение групповых сигналов. Разделение групповых сигналов методом переноса спектров при децимации сигналов. Разделение групповых сигналов методом цифрового гетеродинамирования и квадратурной обработки.</p> <p>7. Системы многоканального полосового анализа – синтеза сигналов. Спектральный анализ сигналов методом полосовой фильтрации. Многоканальный полосовой анализ сигналов на основе кратковременного преобразования Фурье. Системы полосового анализа–синтеза сигналов.</p> <p>8. Z-преобразование. Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование. Обратное Z-преобразование. Свойства Z-преобразования. Рекурсивное и нерекурсивное представление сигналов.</p>										
2	<p>лабораторные работы 2 шт. по 4 часа (8 час.):</p> <p>2.1. Исследование корреляционных характеристик дискретных детерминированных сигналов.</p> <p>2.2. Исследование спектральных характеристик дискретных детерминированных сигналов.</p>										
3	<table> <tr> <td>самостоятельная работа студентов:</td> <td>час.</td> </tr> <tr> <td>3.1. Изучение материалов лекций</td> <td>123</td> </tr> <tr> <td>3.2. Подготовка к лабораторным работам</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>Всего:</td> <td>155</td> </tr> <tr> <td>3.5. Подготовка к экзамену</td> <td>9</td> </tr> </table>	самостоятельная работа студентов:	час.	3.1. Изучение материалов лекций	123	3.2. Подготовка к лабораторным работам	32	Всего:	155	3.5. Подготовка к экзамену	9
самостоятельная работа студентов:	час.										
3.1. Изучение материалов лекций	123										
3.2. Подготовка к лабораторным работам	32										
Всего:	155										
3.5. Подготовка к экзамену	9										

Текущий контроль: Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.
2.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Допуск к лабораторной работе.
3.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).

4.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса.
----	--	----------------------------

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине - экзамен.

Перечень вопросов к экзамену

1. Цифровая обработка сигналов.
2. Общие понятия о дискретных сигналах.
3. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов.
4. Математические модели дискретных сигналов.
5. Типовые дискретные сигналы (последовательности).
6. Дискретные сигналы и их преобразования при цифровой обработке.
7. Квантование сигналов по уровню.
8. Способы квантования.
9. Погрешность квантования.
10. Цифровое кодирование сигнала.
11. Дробное кодирование цифрового сигнала.
12. Погрешность квантования цифрового сигнала.
13. Цифровой шум.
14. Условия выбора разрядности АЦП.
15. Спектр дискретного сигнала.
16. Связь спектров аналогового и дискретного сигналов.
17. Дискретные последовательности, в том числе периодические.
18. Свойства дискретного преобразования Фурье.
19. Восстановление сигнала по его отсчетам.
20. Теорема Котельникова.
21. Погрешности дискретизации и восстановления сигналов.
22. Вычисление спектров при помощи ДПФ и БПФ.
23. Способ БПФ с прореживанием по времени. Алгоритм БПФ по основанию 2 с прореживанием по времени.
24. Способ БПФ с прореживанием по частоте. Алгоритм БПФ по основанию 2 с прореживанием по частоте.
25. Неоднозначность представление сигнала в частотной области (алиасинг).
26. Дискретизация низкочастотных сигналов.
27. Дискретизация полосовых сигналов.
28. Основные понятия спектрального анализа.
29. Определения параметров и характеристик дискретных случайных сигналов.
30. Определения спектральных характеристик дискретных случайных сигналов.
31. Базовая структура анализатора спектра и измеряемые им спектральные характеристики сигналов.
32. Частотные характеристики анализатора спектра.
33. Определение откликов анализатора спектра на гармонические сигналы.
34. Роль весовых функций при спектральном анализе и их основные параметры.
35. Интерполяция сигналов.
36. Структура восходящей дискретной системы.
37. Временное представление сигналов.

38. Спектральное представление сигналов ВДС.
39. Перенос спектра сигналов в ВДС.
40. Децимация сигналов.
41. Временное и спектральное представление сигналов НДС.
42. Структурная схема нисходящей дискретной системы.
43. Дуальность преобразований сигналов в ВДС и НДС.
44. Перенос спектров сигналов в НДС.
45. Перенос спектров сигналов методом цифрового гетеродинирования.
46. Комплексные дискретные сигналы.
47. Квадратурная обработка узкополосных сигналов.
48. Однополосная модуляция дискретных сигналов.
49. Формирование групповых сигналов.
50. Формирование групповых сигналов методом переноса спектров при интерполяции сигналов.
51. Формирование групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки.
52. Частотное разделение групповых сигналов.
53. Разделение групповых сигналов методом переноса спектров при децимации сигналов.
54. Разделение групповых сигналов методом цифрового гетеродинирования и квадратурной обработки.
55. Спектральный анализ сигналов методом полосовой фильтрации.
56. Многоканальный полосовой анализ сигналов на основе кратковременного преобразования Фурье.
57. Системы полосового анализа–синтеза сигналов.
58. Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование.
59. Обратное Z-преобразование. Свойства Z-преобразования.
60. Рекурсивное и нерекурсивное представление сигналов

Типовые задачи

1. Рассчитать и построить графики АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра дискретной ПППВИ с параметрами: амплитуда 1 В; длительность импульса 0,02 мс; частота следования импульсов 10 кГц; начальная задержка 0,01 мс.
2. Построить АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра дискретной ПППРИ с параметрами: амплитуда $U_m = 100$ мВ; длительность импульса $\tau_i = 100$ мкс; частота следования импульсов $F = 1$ кГц; начальная задержка импульсов равна нулю; несущая частота $f_0 = 250$ МГц; начальная фаза равна нулю. Определить требуемую полосу пропускания Δf приемного устройства.
3. Вычислить и построить графики АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра дискретного прямоугольного видеоимпульса с параметрами: амплитуда 4 В; длительность импульса 2,5 мкс; начальная задержка 5 мкс.
4. Построить АЧС и ФЧС, определить эффективную ширину спектра дискретного ПРИ с параметрами: амплитуда $U_m = 4$ В; длительность импульса $\tau_i = 2,5$ мкс; начальная задержка импульса равна нулю; несущая частота $f_0 = 0,8$ МГц; начальная фаза равна нулю. Определить требуемую полосу пропускания Δf приемного устройства.
5. Рассчитать и построить АЧС и ФЧС однотонового дискретного амплитудно-модулированного сигнала, заданного математической моделью: $u_{ам}(t) = U_m [1 + 0,25 \cdot \cos(10^2 \cdot t + 30^\circ)] \cdot \cos(10^5 \cdot t + 60^\circ)$. Определить эффективную ширину спектра сигнала.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хо-

рошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины.. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором (

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение: Matlab, MathCad, Micro-Cap.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов / А.Б.Сергиенко .— М. : ПИТЕР, 2002 .— 603 с. : ил. — ISBN 5-318-00666-3 : 104.40.
2. Васюков, Василий Николаевич.Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в системах подвижной радиосвязи : Учеб. / В.Н.Васюков .— Новосибирск : Издат.НГТУ, 2003 .— 287[1]с. : ил. — (Учебники НГТУ) .— ISBN 5-7782-0314-4 : 194-40.
3. Основы цифровой обработки сигналов : учеб. пособие для студ. по "Телекоммуникации" / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьева .— 2-е изд. — СПб : БХВ-Петербург, 2005 .— 753 с. : ил. — ISBN 5-94157-604-8 : 201.00.

4. Магазинникова, Анна Леонидовна. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие / А. Л. Магазинникова .— 2-е изд., испр .— СПб. [и др.] : ЛАНЬ, 2016 .— 128, [4] с. : ил .— (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Библиогр.: с. 127-128 .— ISBN 978-5-8114-2175-6 : 400-40.

Дополнительная литература.

1. Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов по направлению 210300 "Радиотехника" / А.Б.Сергиенко .— 3-е., изд. — СПб : БХВ-Петербург, 2011 .— 756 с. : ил. — (Учебная литература для вузов) .— ISBN 978-5-9775-0606-9 : 473.00.
2. Куприянов, Михаил Степанович. Цифровая обработка сигналов : Процессоры. Алгоритмы. Средства проектирования / М.С.Куприянов, Б.Д.Матюшкин .— 2-е изд., перераб. и доп. — СПб. : ПОЛИТЕХНИКА, 2002 .— 592 с. : ил. — ISBN 5-7325-0546-6 : 258.30.
Лайонс, Ричард. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс; пер. с англ. под ред. А. А. Бритова .— 2-е изд. — М. : Бином, 2009 .— 652, [2] с. : ил. — ISBN 978-5-9518-0355-9 : 393.00.
3. Смит, Стивен. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников : пер. с англ. / С. Смит .— М. : "Додэка-XXI", 2008 .— 718с. : ил.+CD-ROM .— (Схемотехника) .— ISBN 978-5-94120-145-7 : 762.00
4. Пономарев, А.В. Основы теории двумерной цифровой обработки сигналов в базисах Фурье с варьируемыми параметрами / А.В. Пономарев // Цифровая обработка сигналов .— 1999-2019. — 2019 .— №2 .— С.12-20 .— ISSN 1684-2634.

Список авторских методических разработок.

1. Комплект лекций, в формате мультимедийных презентаций, расположен на сайте кафедры: https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN_ag6EP1vPVRjMKhKL
<https://drive.google.com/drive/folders/1Nd1mD3Qyn53RtmqIVFR0Q7wEmtNifEqD>;
2. Задания на лабораторные работы расположен на сайте кафедры:
https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN_ag6EP1vPVRjMKhKL
<https://drive.google.com/drive/folders/1Nd1mD3Qyn53RtmqIVFR0Q7wEmtNifEqD>;
3. Вопросы для подготовке к экзамену расположен на сайте кафедры:
https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1OVsbpP3by-WyiqN_ag6EP1vPVRjMKhKL
<https://drive.google.com/drive/folders/1Nd1mD3Qyn53RtmqIVFR0Q7wEmtNifEqD>.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10