

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.Б.8 Цифровая обработка сигналов»*

Уровень высшего образования

**МАГИСТРАТУРА**

Направление подготовки

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника  
(код и наименование направления подготовки)

Электронные приборы и устройства  
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.8 Цифровая обработка сигналов» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

протокол № 6 от "14" 02 2023г.

Заведующий кафедрой

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры



О.В. Худорожков

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент кафедры

должность



С.С. Фролов

расшифровка подписи

должность

подпись

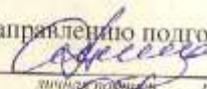
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

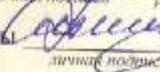
код наименование



С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы



С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

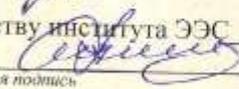
Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов



Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству института ЭЭС



С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Фролов С.С., 2023

© ОГУ, 2023

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

- реализация в рамках дисциплины требований квалификационной характеристики, связанной с профессиональной деятельностью выпускника согласно Федеральному государственному образовательному стандарту по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и уровню высшего образования Магистратура, утвержденного приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959;

- формирование соответствующих компетенций согласно требованиям основной образовательной программы (ООП) подготовки магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с магистерской программой «Электронные приборы и устройства».

**Задачи:**

- приобретение обучающимися знаний в области теоретических основ цифровой обработки сигналов как теоретической базы для проектирования электронных приборов и устройств, входящих в состав информационно-измерительных и управляющих систем;

- приобретение обучающимися навыков реализации теоретических знаний на практике в рамках выполнения научно-исследовательской работы с применением современных средств цифровой обработки зашумленных кодированных (модулированных) сигналов и закреплением соответствующих компетенций согласно ООП подготовки магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с магистерской программой «Электронные приборы и устройства».

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.2 Методология научных исследований, Б1.Д.Б.3 Деловая коммуникация в научной и профессиональной деятельности, Б1.Д.Б.4 Теория и практика управления проектами, Б1.Д.Б.5 Методы математического моделирования, Б1.Д.Б.6 Компьютерное моделирование электронных устройств, Б1.Д.Б.7 Автоматизированное проектирование электронных устройств*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.9 Компьютерные технологии в научных исследованиях, Б1.Д.В.1 Проектирование цифровых устройств на программируемой логике, Б1.Д.В.2 Управляемые преобразовательные устройства, Б1.Д.В.3 Проектирование и конструирование электронных устройств, Б1.Д.В.Э.1.1 Проектирование и технология электронной компонентной базы, Б1.Д.В.Э.1.2 Интегральные компоненты электронных устройств, Б1.Д.В.Э.2.1 Микропроцессорные системы контроля и управления, Б1.Д.В.Э.2.2 Системы сбора и отображения информации, Б2.П.Б.У.1 Технологическая (проектно-технологическая) практика, Б2.П.Б.П.1 Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), Б2.П.В.П.1 Научно-исследовательская работа, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования,	ОПК-2-В-1 Знает современные методы исследования в области электронных приборов и	<b>Знать:</b> современные методы исследования в области электронных приборов и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	устройств ОПК-2-В-2 Знает порядок представления и защиты результатов выполненной работы ОПК-2-В-4 Умеет применять современные методы исследования в области электронных приборов и устройств ОПК-2-В-5 Умеет представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы ОПК-2-В-6 Владеет технологией представления и аргументированной защиты результатов выполненной исследовательской работы	устройств; порядок представления и защиты результатов выполненной работы. <b>Уметь:</b> применять современные методы исследования в области электронных приборов и устройств; представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы. <b>Владеть:</b> технологией представления и аргументированной защиты результатов выполненной исследовательской работы.
ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3-В-1 Знает способы приобретения и использования новой информации в области электронных приборов и устройств ОПК-3-В-3 Умеет применять на практике способы приобретения и использования новой информации для реализации новых идей в области электронных приборов и устройств ОПК-3-В-4 Владеет методологией решения инженерных задач с использованием новой информации и идей в области электронных приборов и устройств	<b>Знать:</b> технологии приобретения и использования новой информации в области цифровой обработки сигналов. <b>Уметь:</b> приобретать и использовать новую информацию в области цифровой обработки сигналов, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач в этой области. <b>Владеть:</b> методологией использования новой информации в области цифровой обработки сигналов при решении инженерных задач.

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
Лекции (Л)	20	20
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>175</b>	<b>175</b>
- выполнение курсового проекта (КП);	+	
- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);		
- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);		
- написание реферата (Р);		

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
- <i>написание эссе (Э);</i> - <i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);</i> - <i>подготовка к практическим занятиям;</i> - <i>подготовка к коллоквиумам;</i> - <i>подготовка к рубежному контролю и т.п.)</i>		
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые во 2-м семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Модулированные сигналы	28	4	4		18
2	Спектральный и корреляционный анализ осигналов	70	6	6		60
3	Случайные сигналы и их обработка	34	4	2		30
4	Цифровые методы обработки модулированных сигналов	84	6	6		70
	Итого:	216	20	18		178
	Всего:	216	20	18		178

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Модулированные сигналы

Классификация сигналов и их краткая характеристика. Дискретные сигналы и их характеристики. Способы квантования и дискретизации. Структурная схема традиционного канала связи. Характеристика функций структурных звеньев с позиции ЦОС. АМ, АИМ, ЧМ, ЧИМ, ФМ, ФИМ сигналы, их характеристики и временные диаграммы. КИМ сигналы и их характеристики. Алгоритмы формирования КИМ сигналов вида «Манчестер» и «Стык 1-И». Квадратурная амплитудная модуляция (КАМ). Сигнальные (векторные) диаграммы КАМ-4, КАМ-16 и выше. Способы модуляции и демодуляции КАМ сигналов.

### Раздел 2. Спектральный и корреляционный анализ сигналов

Использование ряда Фурье для анализа и синтеза периодических сигналов. Тригонометрическая и косинусоидальная формы ряда Фурье. Анализ временных функций на комплексной плоскости. Комплексная форма преобразования Фурье для периодических функций времени. Преобразование Фурье для непериодических сигналов. Свойства преобразования Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Достоинства и недостатки БПФ. Определение и назначение корреляционной функции. Корреляционные функции для периодических и непериодических сигналов. Взаимосвязь корреляционной функции со спектрами анализируемых (на предмет корреляции) сигналов. Уравнения Релея и Парсевала. Структурный анализ спектров сигналов на основе корреляции с опорным сигналом. Корреляционный анализ сигналов по их числовым выборкам.

### Раздел 3. Случайные сигналы и их обработка

Случайные сигналы и их классификация. Модели случайных процессов и их вероятностные характеристики. Числовые характеристики случайных процессов. Определение числовых характеристик для сигнала со случайной фазой. Нормальный закон распределения. Центрирование и нормирование случайного процесса. Доверительные интервалы. Корреляционные функции случайных процессов. Ковариационная функция и ее предел. Коэффициент корреляции, его смысл и назначение.

Стационарные процессы, их числовые и корреляционные характеристики. Эргодические процессы, их числовые и корреляционные характеристики. Спектральные характеристики эргодических процессов. Теорема Винера-Хинчина. Определение ширины спектра эргодического сигнала.

#### **Раздел 4. Цифровые методы обработки модулированных сигналов**

Фильтрация сигналов. Типы идеальных фильтров, их достоинства и недостатки. Основы цифровой спектральной фильтрации. Демодуляция дискретных модулированных сигналов. Моделирование зашумленных модулированных сигналов. Алгоритмы и программы демодуляции зашумленных сигналов с АМ модуляцией. Алгоритмы и программы демодуляции зашумленных сигналов с FSK модуляцией. Алгоритмы демодуляции зашумленных сигналов с PSK модуляцией. Алгоритмы демодуляции зашумленных сигналов с QAM модуляцией. Определение порогов помехоустойчивости при цифровой обработке сигналов, связанной с демодуляцией.

#### **4.3 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Генерация и дискретизация модулированных сигналов	2
2	2	Анализ спектров модулированных сигналов	2
3	2	Анализ и преобразование спектров сигналов посредством ДПФ и БПФ	2
4	2	Корреляционный анализ в определении параметров модулированного сигнала.	2
5	3	Определение параметров случайного сигнала по его выборкам	2
6	4	Цифровая фильтрация и демодуляция зашумленных сигналов с FSK модуляцией	2
7	4	Цифровая фильтрация и демодуляция зашумленных сигналов с PSK модуляцией	2
8	4	Цифровая фильтрация и демодуляция зашумленных сигналов с QAM модуляцией	4
		Итого:	18

#### **4.4 Курсовой проект (2 семестр)**

Тема курсового проекта: «Моделирование системы обработки цифровой информации»

### **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

#### **5.1 Основная литература**

1) Солонина, А. И. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов [Текст] : учеб. пособие / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, Л. А. Яковлев. - СПб. : БХВ - Санкт-Петербург, 2002. - 464 с. : ил. - ISBN 5-94157-065-1.

2) Фролов, С.С. Цифровая обработка дискретных сигналов [Электронный ресурс]: практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника / С. С. Фролов. - Оренбург: ОГУ, 2022. - 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). - ISBN 978-5-7410-2882-7. - № гос. регистрации 0322300548.

[Электронный источник](#)

## 5.2 Дополнительная литература

- 1) Техническое обеспечение цифровой обработки сигналов [Текст] : справочник / М. С. Куприянов [и др.]. - СПб. : Наука и техника, 2000. - 752 с. : табл - ISBN 5-7931-0098-9.
- 2) Васильев, В. П. Основы теории и расчета цифровых фильтров [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Радиотехника" / В. П. Васильев, Э. Л. Муру, С. М. Смольский. - М. : Академия, 2007. - 272 с. - (Высшее профессиональное образование). - Прил.: с. 212-269. - Библиогр.: с. 270. - ISBN 978-5-7695-2709-8.

## 5.3 Периодические издания

1. Информационно-измерительные и управляющие системы: журнал. – М.: Агентство "Роспечать".
2. Информатика и системы управления: журнал. – М.: Агентство "Роспечать".

## 5.4 Интернет-ресурсы

- 1) <http://dsp-book.narod.ru/books.html> Литература по цифровой обработке сигналов.

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Open Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0 - English.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Практические занятия выполняются на персональных компьютерах, на которых установлено специализированное инструментальное и прикладное программное обеспечение.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.