

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Дальневосточный государственный университет путей сообщения"  
(ДВГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

(к910) Вычислительная техника и  
компьютерная графика



Пономарчук Ю.В.,  
канд. физ.-мат. наук

16.06.2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Методы цифровой обработки сигналов

для направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Составитель(и): к.т.н., доцент, Буняева Е.В.

Обсуждена на заседании кафедры: (к910) Вычислительная техника и компьютерная графика

Протокол от 16.06.2021г. № 8

Обсуждена на заседании методической комиссии учебно-структурного подразделения: Протокол от 16.06.2021 г. № 10

г. Хабаровск  
2022 г.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры (к910) Вычислительная техника и компьютерная графика

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Пономарчук Ю.В., канд. физ.-мат. наук

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры (к910) Вычислительная техника и компьютерная графика

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Пономарчук Ю.В., канд. физ.-мат. наук

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры (к910) Вычислительная техника и компьютерная графика

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Пономарчук Ю.В., канд. физ.-мат. наук

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры (к910) Вычислительная техника и компьютерная графика

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Пономарчук Ю.В., канд. физ.-мат. наук

Рабочая программа дисциплины Методы цифровой обработки сигналов  
разработана в соответствии с ФГОС, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 918

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очная**

**ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены (семестр) 3
контактная работа	70	курсовые работы 3
самостоятельная работа	74	
часов на контроль	36	

**Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	14 4/6			
Неделя				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	48		48	
Контроль самостоятельной работы	6	6	6	6
В том числе инт.	26	2	26	2
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	70	70	70	70
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

### 1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Преобразование аналоговых сигналов в цифровые. Основные понятия. Дискретизация сигналов. Квантование сигналов по уровню. Ортогональные преобразования при цифровой обработке сигналов. Представления сигнала с помощью ортогональных преобразований. Фурье – представление сигналов. Фурье – представление временных последовательностей. Дискретные преобразования Фурье. Обзор методов вычисления дискретного преобразования Фурье. Метод быстрого преобразования Фурье (БПФ). Наиболее употребительные процедуры БПФ. Применение метода БПФ. Двухмерное БПФ. Алгоритм Винограда вычисления дискретного преобразования Фурье. Несинусоидальные ортогональные функции. Определение частоты. Функции Радемахера и Хаара. Функции Уолша. Упорядочение по частоте или по Уолшу. Упорядочение по Пэли. Упорядочение по Адамару. Преобразование Уолша-Адамара. Быстрое преобразование Уолша-Адамара. Обработка пространственных данных. Типы пространственных объектов. Модели пространственных данных. Методы обработки пространственных данных. Конвертирование пространственных данных. Перспективные форматы и стандарты пространственных данных.
-----	---

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код дисциплины:	Б1.О.12
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Компьютерные, сетевые и информационные технологии
2.1.2	Методы распознавания образов
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Научно-исследовательская работа

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;**

#### Знать:

Математические, естественнонаучные и социально-экономические методы, используемые в профессиональной деятельности.

#### Уметь:

Решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.

#### Владеть:

Навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Основные понятия цифровой обработки сигналов</b>						
1.1	Задачи цифровой обработки сигналов. Основы анализа сигналов: задачи цифровой обработки данных (сигналов), основанных на использовании спектральных методов; математический аппарат, используемый для обработки данных; виды сигналов, энергия и мощность сигнала, представление в частотной области непериодических сигналов; введение в теорию ортогональных преобразований, свойства преобразования Фурье, интегральное преобразование Хартли /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	2	лекция-визуализация

1.2	Методы представления сигналов в ЭВМ: классификация методов дискретизации, спектральный подход: теорема Котельникова и условия ее применения; дискретизация многомерных сигналов, квантование по уровню, характеристики шумов квантования, нелинейное и оптимальное квантование; методы сжатия информации и представление в ЭВМ, сжатие с потерями и без потерь, разностное квантование /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.3	Изучение литературы по разделу /Ср/	3	4	ОПК-1	Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.4	Подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	3	2	ОПК-1	Л1.3Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 2. Дискретные ортогональные преобразования</b>							
2.1	Ортогональные преобразования при цифровой обработке сигналов: дискретное преобразование Фурье, дискретное преобразование Хартли, двумерные дискретные преобразования Фурье и Хартли; ортогональные преобразования в диадных базисах; дискретное косинусное преобразование; оконное преобразование Фурье; выполнение фильтрации в частотной области; алгоритм Герцеля /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.2	Несинусоидальные ортогональные функции: определение частоты; функции Радемахера и Хаара; функции Уолша; упорядочение по частоте или по Уолшу, упорядочение по Пэли, упорядочение по Адамару; преобразование Уолша-Адамара, быстрое преобразование Уолша-Адамара /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.3Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.3	Обработка пространственных данных: типы пространственных объектов, модели пространственных данных, методы обработки пространственных данных, конвертирование пространственных данных, перспективные форматы и стандарты пространственных данных /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.2Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.4	Изучение литературы по разделу /Ср/	3	4	ОПК-1	Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.5	Подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	3	2	ОПК-1	Л1.3Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 3. Цифровая фильтрация на ЭВМ</b>							

3.1	Структура цифровых фильтров: общая структура цифрового фильтра; нерекурсивная и рекурсивная форма цифрового фильтра; фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой; методы реализации цифровых фильтров – прямая и каноническая форма, каскадная и параллельная форма; частотная характеристика цифрового фильтра /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.2	Синтез цифровых фильтров: синтез фильтров с конечной импульсной характеристикой методом окна и методом частотной выборки; синтез аналоговых фильтров прототипов Баттерворта, Чебышева, Бесселя при построении цифровых фильтров; метод билинейного преобразования для синтеза цифровых фильтров; преобразование полосы частот при синтезе цифровых фильтров /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.3	Подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	3	2	ОПК-1	Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.4	Курсовая работа /Ср/	3	30	ОПК-1	Л1.1Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.5	Изучение литературы по разделу /Ср/	3	2	ОПК-1	Л1.3Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 4. Цифровая обработка изображений в среде MathLab</b>							
4.1	Основы цифровой обработки изображений: непрерывные изображения, математические модели описаний непрерывных изображений; дискретизация и восстановление непрерывных изображений; квантование изображений; методы преобразования изображений. /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.2Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.2	Типы изображений. Работа с файлами изображений (типы изображений, битовая карта изображения, основные функции для работы с файлами) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.3	Дискретизация и квантование изображений (процессы дискретизации и квантования изображений, функции, используемые для моделирования процессов дискретизации и квантования изображений) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.4	Геометрические преобразования изображений (функции геометрических преобразований изображений, аффинные преобразования, операции над изображения на основе индексирования массивов) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.5	Амплитудные преобразования изображений (контраст изображения, яркость палитры) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	

4.6	Двумерные унитарные преобразования. Двумерное дискретное преобразование Фурье (области применения унитарных преобразований, Фурье преобразование изображений регулярной структуры) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.7	Двумерные унитарные преобразования. Преобразование Адамара. Преобразование Хаара (получение преобразований Адамара и Хаара, быстрые алгоритмы вычислений) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.8	Восстановление изображения (моделирование искажений, вносимых линейной системой при формировании изображения и восстановление изображения, фильтр Винера, гомоморфный фильтр) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.9	Бинаризация изображений (бинаризация изображений, выбор порогового значения) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.10	Морфологические операции над бинарными изображениями (соседние пиксели, связи, морфологические операции: эрозия, дилатация, замыкание и размыкание, морфологическая реконструкция) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.11	Сегментация изображений (методы сегментации, операции по сегментации изображений, функции, реализующие операции по сегментации изображений) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.12	Функции поиска объектов и вычисления их признаков (выделение объектов на изображении. поиск связных областей и вычисление морфологических признаков: площадь объекта, центр масс объекта, коэффициенты формы) /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.13	Сжатие изображений (форматы изображений и стандарты сжатия, основные методы сжатия: кодирование Хаффмана, кодирование Голomba, LZW-кодирование, вейвлет- кодирование). /Лаб/	3	4	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.14	Подготовка отчетов по результатам практических занятий /Ср/	3	24	ОПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.15	Изучение литературы по разделу /Ср/	3	4	ОПК-1	Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 5. Контроль</b>							
5.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	3	36	ОПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
5.2	/КР/	3	0	ОПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	

## Размещены в приложении

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Щетинин Ю. И.	Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB	Новосибирск: НГТУ, 2011, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229142">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229142</a>
Л1.2	Гонсалес Р., Вудс Р.	Цифровая обработка изображений	Москва: Техносфера, 2012, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233465">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233465</a>
Л1.3	Умняшкин С. В.	Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов	Москва: Техносфера, 2012, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233733">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233733</a>

**6.1.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1		Основы цифровой обработки сигналов. Курс лекций: Учеб. пособие	Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003,
Л2.2	Сергиенко А.Б.	Цифровая обработка сигналов: Учеб. пособие для вузов	Санкт-Петербург: Питер, 2007,
Л2.3	Оппенгейм А., Шафер Р.	Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ.	Москва: Техносфера, 2007,
Л2.4	Васильев В.П., Муру Э.Л., Смольский С.М.	Основы теории и расчета цифровых фильтров: Учеб. пособие для вузов	Москва: Академия, 2007,
Л2.5	Кривилев А.В.	Основы компьютерной математики с использованием системы MATLAB	Москва: Лекс-Книга, 2005,
Л2.6	Коломийцева С.В.	Основы программирования в Matlab: метод. указания для выполнения лаб. работы	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015,

**6.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Стафеев А.В.	Цифровая обработка сигналов: метод. пособие к лабораторным работам	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2017,

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	официальный сайт научного журнала «Цифровая обработка сигналов»	<a href="http://www.dspsa.ru">www.dspsa.ru</a>
Э2	официальный сайт компании MathWorks	<a href="http://www.matlab.ru">www.matlab.ru</a>
Э3	сайт компании ANALOG DEVICES (содержит обучающую информацию)	<a href="http://www.analog.com/ru">www.analog.com/ru</a>

**6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)****6.3.1 Перечень программного обеспечения**

Windows 7 Pro - Операционная система, лиц. 60618367

Windows XP - Операционная система, лиц. 46107380

**6.3.2 Перечень информационных справочных систем**<https://elibrary.ru/><https://www.intuit.ru/>**7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Аудитория	Назначение	Оснащение
420	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Оснащенность: комплект учебной мебели, доска, переносное демонстрационное оборудование, экран.
428	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория "Технологии виртуальной,	Оснащенность: комплект учебной мебели, доска, экран. Технические средства обучения: компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, графическая станция, проектор, очки виртуальной реальности, очки дополненной реальности, платформа виртуальной реальности.

Аудитория	Назначение	Оснащение
	дополненной и смешанной реальности".	
433	Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), а также для самостоятельной работы. Компьютерный класс.	компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС, экран для переносного проектора, комплект учебной мебели, проектор переносной

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для рационального распределения времени обучающегося по разделам дисциплины и по видам самостоятельной работы студентам предоставляется календарный план дисциплины, а также учебно-методическое и информационное обеспечение, приведенное в данной рабочей программе. Студент должен ознакомиться с теоретическим материалом, изложенным в лекции, либо самостоятельно при помощи информационных источников, указанных в таблице раздела "Содержание дисциплины" напротив каждого занятия. Далее студенту следует выполнить практические задания по каждому из практических занятий, и обязательно подготовиться к их защите путем подготовки ответов на контрольные вопросы. Параллельно с изучением разделов 1 и 2 студент должен начать самостоятельно изучать «Цифровая фильтрация на ЭВМ» и самостоятельно приступить к выполнению практической части курсовой работы, изучая дополнительные информационные источники. После выполнения курсовой работы студент готовится к ее защите. После полного выполнения графика аудиторной и самостоятельной работы с защитой всех необходимых заданий студент может приступить к подготовке и сдаче экзамена по дисциплине.