

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

27.05.2022

## 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 18.05.2022г. № 9

Обсуждена на заседании методической комиссии учебно-структурного подразделения: Протокол от 27.05.2022 г. № 8

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 **заочная**

**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 на курсах:
в том числе:		экзамены (курс) 3
контактная работа	14	курсовые работы 3
самостоятельная работа	157	
часов на контроль	9	

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

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Вид занятий				
Лекции	4	4	4	4
Практические	10		10	
В том числе инт.	10	4	10	4
Итого ауд.	14	16	14	16
Контактная работа	14	16	14	16
Сам. работа	157	155	157	155
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

### 1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Задачи цифровой обработки данных (сигналов), основанные на использовании спектральных методов. Математический аппарат, используемый для обработки данных. Ряды и интегралы Фурье, Z-преобразование. Классификация методов дискретизации.; спектральный подход: теорема Котельникова и условия её применения. Дискретизация многомерных сигналов. Квантование по уровню, характеристики шумов квантования; нелинейное и оптимальное квантование. Методы сжатия информации при представлении в ЭВМ. Сжатие с потерями и без потерь. Разностное квантование. Методы дельта модуляции. Сжатие на основе MPEG технологии, сжатие речевых сигналов. Понятие о дискретном преобразовании Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Методы параметрического спектрального анализа. Аппаратное и программное обеспечение систем цифровой обработки сигналов. Классификация программных средств ЦОС.
-----	---

### 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

<b>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;</b>
<b>Знать:</b>
Математические, естественнонаучные и социально-экономические методы, используемые в профессиональной деятельности.
<b>Уметь:</b>
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.
<b>Владеть:</b>
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), основанные на использовании спектральных методов, математический аппарат, используемый для обработки данных, ряды и интегралы Фурье, z-преобразование. Понятие сигнала, виды сигналов виды. Методы представления сигналов в ЭВМ. /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	

1.2	Знакомство со средой MATLAB (изучение режима прямых вычислений и базовых объектов языка MATLAB). Операции с матрицами в MATLAB. Массивы в MATLAB (изучение типов массивов в MATLAB в режиме прямых вычислений). Средства графики в MATLAB. Основы программирования в MATLAB (изучение средств MATLAB для создания файлов-сценариев и внешних функций; организация ветвлений и циклов при разработке script-файлов и function-файлов) /Лаб/	3	2	ОПК-1	Л1.1Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э3	0	
1.3	Дискретные сигналы (моделирование детерминированных и случайных последовательностей, в том числе типовых последовательностей, и расчет их характеристик программными средствами MATLAB). Линейные дискретные сигналы (моделирование дискретной линейной системы, анализ ее характеристик и описание структур программными средствами MATLAB (рекурсивные звенья второго порядка)) /Лаб/	3	2	ОПК-1	Л1.1Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.4	Оформление и подготовка отчетов по содержанию практических работ /Ср/	3	14	ОПК-1	Л1.1Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.5	Изучение литературы теоретического курса /Ср/	3	13	ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.6	Подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	3	12	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 2. Дискретное преобразование Фурье</b>							
2.1	Дискретное преобразование Фурье (вычисление ДПФ периодических и конечных последовательностей и применение ДПФ для выделения полезного сигнала в аддитивной смеси с шумом, восстановление аналогового сигнала и спектральной плотности конечной последовательности программными средствами MATLAB) /Лаб/	3	2	ОПК-1	Л1.1Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.2	Оформление и подготовка отчетов по содержанию практических работ /Ср/	3	14	ОПК-1	Л1.1Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.3	Изучение литературы теоретического курса /Ср/	3	12	ОПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.4	Подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	3	12	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 3. Цифровая фильтрация на ЭВМ</b>							

3.1	Цифровые фильтры. Основные понятия: 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. Синтез КИХ-фильтров. Синтез БИХ-фильтров: обзор методов синтеза аналоговых фильтров-прототипов, синтез БИХ-фильтров методами инвариантного и билинейного преобразований /Лек/	3	2	ОПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.2	Методы синтеза КИХ-фильтров (синтез КИХ-фильтров методом окон с применением окна Кайзера; методом наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации, описание их структуры и анализ их структур и характеристик) /Лаб/	3	2	ОПК-1	Л1.1Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	2	Работа в малых группах
3.3	Синтез БИХ-фильтров методом билинейного z-преобразования (синтез БИХ-фильтров методом билинейного z-преобразования, описание их структур анализ характеристик) /Лаб/	3	2	ОПК-1	Л1.1Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	2	Работа в малых группах
3.4	Методы спектрального анализа (моделирование непараметрического спектрального анализа случайных последовательностей, определение показателей качества оценок спектральной плотности мощности и расчет спектрограмм сигналов) /Лаб/	3	2	ОПК-1	Л1.1Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.5	Оформление и подготовка отчетов по содержанию практических работ /Ср/	3	14	ОПК-1	Л1.1Л2.1 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.6	Изучение литературы теоретического курса /Ср/	3	14	ОПК-1	Л1.3Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.7	Подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	3	14	ОПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.8	Выполнение курсовой работы /Ср/	3	36	ОПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 4. Контроль</b>							
4.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	3	9	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.2	/КР/	3	0	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	

**5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

## 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	Оппенгейм А., Шафер Р., Боев С.	Цифровая обработка сигналов	Москва: Техносфера, 2012, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233730">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233730</a>
Л1.3	Умняшкин С. В.	Основы теории цифровой обработки сигналов	Москва: Техносфера, 2016, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444859">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444859</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	Кривилев А.В.	Основы компьютерной математики с использованием системы MATLAB: учеб.	Москва: Лекс-Книга, 2005,
Л2.3	Сергиенко А.Б.	Цифровая обработка сигналов: Учеб. пособие для вузов	Санкт-Петербург: Питер, 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	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	сайт компании ANALOG DEVICES (содержит обучающую информацию)	<a href="http://www.analog.com/ru">www.analog.com/ru</a>
Э3	официальный сайт компании MathWorks	<a href="http://www.mathlab.ru">www.mathlab.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**

Matlab Базовая конфигурация (Academic new Product Concurrent License в составе: (Matlab, Simulink, Partial Differential Equation Toolbox) - Математический пакет, контракт 410

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 примерный план изучения 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 таблицах 6.1 - 6.4 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. После изучения занятий Л6 и ПЗ10 – ПЗ12 студенту следует приступить к выполнению РГР1, а следом за ней сразу – РГР2. После выполнения каждой РГР 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.