

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 09.03.01 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

---

---

**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 № 929

Квалификация **бакалавр**

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 **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Виды контроля на курсах:
в том числе:		зачёты с оценкой (курс) 5
контактная работа	12	курсовые работы 5
самостоятельная работа	128	
часов на контроль	4	

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

Курс	5		Итого	
	УП	РП		
Вид занятий				
Лекции	4	4	4	4
Практические	8	4	8	4
В том числе инт.	4		4	
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	128	123	128	123
Часы на контроль	4	9	4	9
Итого	144	144	144	144

### 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.В.ДВ.02.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	ЭВМ и периферийные устройства
2.1.2	Языки и методы программирования
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Цифровые устройства и микропроцессоры

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

<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	
<b>Знать:</b>	
Методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа.	
<b>Уметь:</b>	
Применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.	
<b>Владеть:</b>	
Методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач.	
<b>УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b>	
<b>Знать:</b>	
Виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность.	
<b>Уметь:</b>	
Проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности.	
<b>Владеть:</b>	
Методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией.	
<b>ПК-6: Способен осуществлять постановку на производство методами аддитивных технологий сложных изделий и контролировать качество их изготовления</b>	
<b>Знать:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технологии аддитивного производства и принципы формообразования.</li> <li>2. Конструкцию и основные узлы технологического оборудования для аддитивного производства.</li> <li>3. Устройство систем автоматизированного контроля параметров технологических режимов и принципы их работы.</li> <li>4. Принципы действия, конструкции, свойства, области применения и потенциальные возможности основных электротехнических устройств и электроизмерительных приборов</li> <li>5. Фундаментальные законы механики, необходимые для выполнения инженерных расчетов</li> <li>6. Основные методы кинематического и динамического анализа механизмов</li> <li>7. Базовые элементы и основные методы разработки цифровых устройств, структуру микропроцессорных устройств и систем, применяемых в 3D-печати</li> </ol>	
<b>Уметь:</b>	

1. Контролировать технологические режимы с помощью автоматизированных систем контроля.
2. Работать на ЭВМ с программным обеспечением, текстовыми и графическими редакторами, математическими редакторами.
3. Оформлять производственно-технологическую документацию в соответствии с действующими требованиями, стандартами и нормативными документами.
4. Экспериментальным способом определять параметры и характеристики типовых электротехнических устройств
5. Строить адекватные расчетные схемы для данных в техническом задании конструкций, выполнять реализацию расчетных схем на компьютере
6. Читать принципиальные схемы цифровых устройств, проектировать отдельные блоки и узлы вычислительной техники для аддитивного производства

**Владеть:**

1. Навыками запуска и контроля процесса изготовления изделий методами аддитивных технологий.
2. Навыками работы с программным обеспечением ЭВМ и установок аддитивного производства.
3. Навыками включения электротехнических приборов и а также навыками управления ими и контроля их эффективной и безопасной работы.
4. Инструментами современных пакетов прикладных программ для выполнения инженерных расчетов.
5. Навыками программирования микроконтроллеров с целью применения в аддитивном производстве

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	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/	5	2	УК-1 УК-2	Л1.3Л2.5 Л2.2Л3.1 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. Средства графики в MATLAB. Основы программирования в MATLAB. Дискретные сигналы. Линейные дискретные сигналы (моделирование дискретной линейной системы, анализ ее характеристик и описание структур программными средствами MATLAB (рекурсивные звенья второго порядка) /Пр/	5	2	УК-1 УК-2	Л1.1Л2.1 Л2.4Л3.1 Э1 Э3	0	
1.3	Оформление и подготовка отчетов по содержанию практических работ /Ср/	5	10	УК-1 УК-2	Л1.1Л2.5 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.4	Изучение литературы теоретического курса /Ср/	5	10	УК-1 УК-2	Л1.3 Л1.2Л2.5 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.5	Подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	5	10	УК-1 УК-2	Л1.3 Л1.2Л2.5 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
	<b>Раздел 2. Дискретное преобразование Фурье</b>						

2.1	Дискретное преобразование Фурье: смысл формулы, симметрия, линейность, модули, частотная ось дискретного преобразования Фурье), теорема о сдвиге, обратное дискретное преобразование Фурье, утечка дискретного преобразования Фурье, окна, применение дискретного преобразования Фурье для анализа гармонических сигналов. Быстрое преобразование Фурье: общий подход к построению быстрых преобразований Фурье на основе факторизации матриц преобразования, теоретико-числовые и полиномиальные методы выполнения дискретных преобразований  /Лек/	5	1	УК-1 УК-2	Л1.3 Л1.2Л2.5 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.2	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/	5	4	УК-1 УК-2	Л1.1Л2.1 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.3	Оформление и подготовка отчетов по содержанию практических работ /Ср/	5	9	УК-1 УК-2	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.4	Изучение литературы теоретического курса /Ср/	5	8	УК-1 УК-2	Л1.3 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.5	Подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	5	6	УК-1 УК-2	Л1.3 Л1.2Л2.5 Л2.1Л3.1 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.  /Лек/	5	1	УК-1 УК-2	Л1.3 Л1.2Л2.2 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 характеристики). Синтез БИХ-фильтров методом билинейного z-преобразования. Методы спектрального анализа (моделирование непараметрического спектрального анализа случайных последовательностей, определение показателей качества оценок спектральной плотности мощности и расчет спектрограмм сигналов) /Пр/	5	2	УК-1 УК-2	Л1.1Л2.1 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.3	Оформление и подготовка отчетов по содержанию практических работ /Ср/	5	12	УК-1 УК-2	Л1.1Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.4	Изучение литературы теоретического курса /Ср/	5	12	УК-1 УК-2	Л1.2Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.5	Подготовка к промежуточному тестированию /Ср/	5	12	УК-1 УК-2	Л1.3 Л1.2Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.6	Выполнение курсовой работы /Ср/	5	34	УК-1 УК-2	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 4. Контроль</b>							
4.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	5	9	УК-1 УК-2	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.5 Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
4.2	/КР/	5	0	УК-1 УК-2	Л1.3 Л1.2Л2.5 Л2.1 Л2.2Л3.1 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	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>
Л1.3	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>

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

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
--	---------------------	----------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кривилев А.В.	Основы компьютерной математики с использованием системы MATLAB: учеб.	Москва: Лекс-Книга, 2005,
Л2.2	Сергиенко А.Б.	Цифровая обработка сигналов: Учеб. пособие для вузов	Санкт-Петербург: Питер, 2007,
Л2.3	Коломийцева С.В.	Основы программирования в Matlab: метод. указания для выполнения лаб. работы	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015,
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		Основы цифровой обработки сигналов. Курс лекций: Учеб. пособие	Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003,

**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»	www.dsps.ru
Э2	сайт компании ANALOG DEVICES (содержит обучающую информацию)	www.analog.com/ru
Э3	официальный сайт компании MathWorks	www.matlab.ru

**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, дополненной и смешанной реальности".	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.
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 П310 – П312 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 приступать к подготовке и сдаче экзамена по дисциплине.