

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ОПТОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Направление/специальность подготовки	12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Специализация/профиль/программа подготовки	Оптоинформационные системы и технологии
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА  
Петрова Юлия Юрьевна, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ОПТОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-2.4 — Способен определять требуемые параметры систем обработки сигналов и трактов передачи в зависимости от свойств источников и приемников информации

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПК-2.1**

*знания:*

на уровне представлений:

- разбираться в целях, задачах, принципах и основных направлениях цифровой обработки сигналов различной природы и изображений

- различать области применения цифровой обработки сигналов;

на уровне воспроизведения:

- использовать математический аппарат для описания цифровых сигналов и систем

- использовать различные способы и алгоритмы цифровой фильтрации;

на уровне понимания:

- понимать основные методы преобразования дискретных (цифровых) сигналов, проводить их сравнительный анализ

- понимать соотношения и взаимосвязь импульсной и частотной характеристик аналоговых и цифровых систем

- обладать теоретическими знаниями о дискретном преобразовании Фурье и z-преобразовании, об основных методах синтеза цифровых фильтров;

- знать информационные технологии и программное обеспечение для проектирования блоков и систем цифровой обработки сигналов в телекоммуникационных и информационно-измерительных комплексах;

*умения:*

теоретические:

- математически описывать цифровые сигналы и системы их обработки;

- ориентироваться в современной литературе по цифровой обработке сигналов и цифровом спектральном анализе;

практические:

- проектировать (проводить синтез и рассчитывать параметры) цифровых фильтров различного типа;

*навыки:*

владение математическими и алгоритмическими методами проектирования систем цифровой обработки сигналов.

## **ПК-2.4**

*знания:*

основы теории дискретных и цифровых сигналов и систем;

методы синтеза цифровых фильтров;

способы учета эффектов квантования и округления в цифровых фильтрах;

сущность алгоритмов цифровой обработки сигналов;

*умения:*

применять существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов;

выявлять корень проблем, возникающих в ходе решения профильных задач, применять для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

*навыки:*

владеть навыками спектрального представления дискретных сигналов и их анализа;

владеть навыками программирования базовых алгоритмов цифровой обработки сигналов в стандартных пакетах прикладных программ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ОПТОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОПТОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ТЕОРИЯ СИГНАЛОВ И СИСТЕМ, ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники
- ОПК-4 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями
- ПК-2.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
- ПК-2.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях
- ПК-2.4 — Способен определять требуемые параметры систем обработки сигналов и трактов передачи в зависимости от свойств источников и приемников информации
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-2.1	ПК-2.4
4	7	<b>Раздел 1. Введение.</b> 1.1 Сравнение аналоговых и цифровых методов обработки сигналов. 1.2 Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов. Области применения и возможности ЦОС.	11	7	2	5	4	10	10
4	7	<b>Раздел 2. Дискретные сигналы.</b> 2.1 Дискретизация непрерывных сигналов. 2.2 Z – преобразование дискретизированных сигналов. Преобразование Лапласа дискретизированного сигнала.	14	8	6	2	6	10	10
4	7	<b>Раздел 3. Дискретные системы.</b> 3.1. Основные свойства и составные элементы дискретных систем. Устойчивость цифровых фильтров. 3.2. Формы реализации цифровых фильтров. Переход от передаточной функции к структуре фильтра.	14	6	4	2	8	20	20
4	7	<b>Раздел 4. Преобразование сигналов в дискретных системах.</b> 4.1. Дискретное преобразование Фурье. Общие сведения. Переход от обычного к дискретному преобразованию Фурье. Свойства ДПФ. Алгоритм вычисления ДПФ. 4.2. Возможные применения алгоритма БПФ. Дискретная свертка и её вычисление. Круговая свертка. Линейная свертка. Методы быстрого вычисления свертки. Спектральный анализ с применением БПФ. 4.3. Двумерная обработка сигналов.	15	8	6	2	7	20	20
4	7	<b>Раздел 5. Методы синтеза цифровых фильтров.</b> 5.1. Синтез цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой. Нерекурсивные ЦФ с линейной ФЧХ. Минимально-фазовые нерекурсивные фильтры. 5.2. Синтез цифровых фильтров с бесконечной импульсной характеристикой. Основные принципы преобразования непрерывных фильтров в цифровые. Прямое Z – преобразование. Билинейное преобразование. 5.3. Эффекты квантования и шумы в ЦФ.	21	11	6	5	10	20	20
4	7	<b>Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.</b> 6.1. Цифровые методы детектирования сигналов. Построение синхронных цифровых детекторов. Построение фазовых цифровых детекторов. 6.2. Преобразование спектра сигнала. Перенос спектра сигнала. Инверсия спектра сигнала. Восходящие и нисходящие дискретные системы. Экспандер и компрессор частоты дискретизации. 6.3. Гомоморфная обработка сигналов.	15	4	4	0	11	10	10
4	7	<b>Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.</b> 7.1. Применение цифровой фильтрации оптических сигналов. 7.2. Нелинейные вычисления и измерения параметров оптических сигналов Универсальные и специализированные процессоры ЦОС. Применение. 7.3. Применение ЦОС в решении конкретных задач.	18	7	6	1	11	10	10
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение инструмента MATLAB с целью обработки сигналов. Изучение графического инструментария	2
2		Изучение инструмента MATLAB с целью обработки сигналов. Применение режима программирования: 1. script-файлы и function-файлы; 2. организация разветвлений и циклов	3
3	Раздел 2. Дискретные сигналы.	Дискретные сигналы. Расчет и построение графика заданного дискретного сигнала. Расчет и построение графика аналогового сигнала, восстановленного по дискретным отсчетам в соответствии с теоремой Котельникова	2
4	Раздел 3. Дискретные системы.	Дискретные системы. Реализация процедуры обработки сигнала линейным фильтром. Оптимизация параметров резонатора второго порядка для выделения полезного сигнала из помех	2
5	Раздел 4. Преобразование сигналов в дискретных системах.	Дискретное преобразование Фурье. Применение дискретного преобразования Фурье для декодирования сигнала	2
6	Раздел 5. Методы	Применение согласованного фильтра с целью выделения сигнала из	1

	синтеза цифровых фильтров.	шума	
7		Синтез КИХ-фильтра ФНЧ методом окон с применением окна Кайзера (методом чебышевской), анализа его характеристик и моделирования процесса цифровой фильтрации	2
8		Синтез БИХ-фильтра ФНЧ методом билинейного Z-преобразования, анализа его характеристик и моделирования процесса цифровой фильтрации	2
9	Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.	Цифровая фильтрация оптических сигналов	1
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1		Изучение инструмента MATLAB	2
2	Раздел 1. Введение.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	1
3		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	1
4	Раздел 2. Дискретные сигналы.	Определение характеристик дискретного сигнала. Определение z-преобразования дискретизированных сигналов.	2
5		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	2
6		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	2
7	Раздел 3. Дискретные системы.	Изучение форм реализации дискретных систем. Дискретные системы первого и второго порядка.	2
8		Основы цифровой фильтрации оптических сигналов.	2
9		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	2
10		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	2
11	Раздел 4. Преобразование сигналов в дискретных системах.	Изучение алгоритмов быстрого преобразования Фурье (БПФ). Связь ДПФ и дискретной фильтрации.	3
12		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	2
13		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	2
14	Раздел 5. Методы синтеза цифровых фильтров.	Погрешности квантования и округления в цифровых фильтрах.	2
15		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	2
16		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	3
17		Схема разработки цифровых фильтров.	3
18	Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	3
19		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	4
20		Выполнение аналитического задания по заданной тематике.	4
21	Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	2
22		Выполнение аналитического задания по заданной тематике.	5
23		Подготовка к защите лабораторных работ.	4

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	ЛР	ЛР		ЛР		ДР	КПос	ЛР		ДР		ЛР			ЛР	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контроль посещаемости.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Б. Бокшанский, М. В. Вязовых, И. С. Литвинов. . Цифровая обработка в оптико-электронных системах. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 10 экз.
2. Г. М. Мосягин. . Теория оптико-электронных систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
3. Л. Б. Кочин, Ю. Ф. Романов. . Цифровая обработка изображений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999, эл. рес.
4. С. В. Умняшкин. . Основы теории цифровой обработки сигналов. Москва: Техносфера, 2019, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов. М.: Питер, 2006, 3 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Моделирование и анализ информационных систем.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
4. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
5. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Matlab 2015a SP1.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ОПТОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ"* им. Д.Ф. Устинова кафедрой **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-2.1 Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем;

ПК-2.4 Способен определять требуемые параметры систем обработки сигналов и трактов передачи в зависимости от свойств источников и приемников информации.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением базовых алгоритмов цифровой обработки сигналов, а также формированием практических навыков реализации систем цифровой обработки сигналов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контроль посещаемости.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение.</b>		
Изучение инструмента MATLAB	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (Гл. 1, Прил. А, Б)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	Л. Б. Кочин, Ю. Ф. Романов. . Цифровая обработка изображений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Гл. 1)	1
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.		1
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Дискретные сигналы.</b>		
Определение характеристик дискретного сигнала. Определение z-преобразования дискретизированных сигналов.	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (Гл. 2, 3, Прил. В, Г)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	С. В. Умняшкин. . Основы теории цифровой обработки сигналов: Москва: Техносфера, 2019 (Гл. 1, 2)	2
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	В. Б. Бокшанский, М. В. Вязовых, И. С. Литвинов. . Цифровая обработка в оптико-электронных системах: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (Гл. 1)	2
Итого по разделу 2		6
<b>Раздел 3. Дискретные системы.</b>		
Изучение форм реализации дискретных систем. Дискретные системы первого и второго порядка.	С. В. Умняшкин. . Основы теории цифровой обработки сигналов: Москва: Техносфера, 2019 (Гл. 2, 3)	2
Основы цифровой фильтрации оптических сигналов.	Г. М. Мосягин. . Теория оптико-электронных систем: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (Гл. 1)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (Гл.4)	2
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	В. Б. Бокшанский, М. В. Вязовых, И. С. Литвинов. . Цифровая обработка в оптико-электронных системах: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (Гл. 1)	2
Итого по разделу 3		8
<b>Раздел 4. Преобразование сигналов в дискретных системах.</b>		
Изучение алгоритмов быстрого преобразования Фурье (БПФ). Связь ДПФ и дискретной фильтрации.	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (Гл. 4, 5)	3
Изучение предусмотренных программой	Г. М. Мосягин. . Теория оптико-электронных систем: М.: Изд-во МГТУ им.	2

дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	Н. Э. Баумана, 2020 (Гл. 1, 2) В. Б. Бокшанский, М. В. Вязовых, И. С. Литвинов. . Цифровая обработка в оптико-электронных системах: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (Гл. 2, 3)	
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.		2
Итого по разделу 4		7
<b>Раздел 5. Методы синтеза цифровых фильтров.</b>		
Погрешности квантования и округления в цифровых фильтрах.		2
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	Г. М. Мосягин. . Теория оптико-электронных систем: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (Гл. 1, 2)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (Гл. 5, 6)	3
Схема разработки цифровых фильтров.		3
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.</b>		
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.	Г. М. Мосягин. . Теория оптико-электронных систем: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (Гл. 1, 2)	3
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (Гл. 6, 7, 8)	4
Выполнение аналитического задания по заданной тематике.		4
Итого по разделу 6		11
<b>Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	Г. М. Мосягин. . Теория оптико-электронных систем: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (Гл. 1, 2) А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (Гл. 8, Прилож. Г)	2
Выполнение аналитического задания по заданной тематике.	В. Б. Бокшанский, М. В. Вязовых, И. С. Литвинов. . Цифровая обработка в оптико-электронных системах: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (Гл. 2, 3, 4)	5
Подготовка к защите лабораторных работ.		4
Итого по разделу 7		11

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- лабораторная работа;
- контроль посещаемости;
- дифференцированный зачет.

### **Критерии оценивания**

#### **Диагностическая работа**

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### **Лабораторная работа**

Отчет по ЛР:

Отчеты по лабораторным работам представляются в печатной форме. Каждое задание на лабораторную работу содержит набор параметров в соответствии с индивидуальным вариантом.

Критерии оценивания:

1. Лабораторная работа считается выполненной успешно (принимается) при следующих условиях:
  - правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
  - правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик.
2. Защита ЛР:
  - защита ЛР предусматривает обсуждение результатов выполнения задания, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

#### **Контроль посещаемости**

Определяется процент посещения занятий для каждого студента путем деления количества посещенных занятий на количество аудиторных занятий по дисциплине.

Полученный процент посещения занятий умножается на 10 баллов – это результат студента за посещаемость

Если студент пропустил занятие(ия) по уважительной причине, то это количество пропущенных занятий вычитается из числителя и знаменателя для определения процента посещения занятий. Перечень уважительных причин приведен в положении о промежуточной аттестации и текущем контроле успеваемости

#### **Дифференцированный зачет**

К зачету допускаются студенты, которые успешно сдали все Вопросы/задания по темам ПЗ, домашние задания, предусмотренные рабочей программой, выполнили лабораторные работы и сдали отчеты, сдали все тесты.

Зачет проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовить, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса, ответить на два вопроса.

Оценка «отлично» ставится, если ответ является полным и правильным. Материал изложен в определенной логической последовательности. При ответе на дополнительные вопросы студент показал знание основных понятий и формул.

Оценка «хорошо» ставится, если ответ является полным и правильным, при этом допущены не существенные ошибки, исправленные после наводящих вопросов преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы студент демонстрирует понимание основоосновного содержания учебного материала. Студент свободно ориентируется в материале, изложенном в конспекте.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знание и понимание материала курса, но излагает материал неполно и допускает существенные ошибки в формулировке основных понятий и формул. Ответ на дополнительные вопросы вызывает у экзаменуемого затруднения или содержит ошибки, которые он может исправить после наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе обнаружено непонимание основного

содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые учащийся не может исправить при наводящих вопросах преподавателя

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-2.1	ПК-2.4	
4	7	Раздел 1. Введение.	11	7	2	5	4	10	10	Лабораторная работа
4	7	Раздел 2. Дискретные сигналы.	14	8	6	2	6	10	10	Лабораторная работа
4	7	Раздел 3. Дискретные системы.	14	6	4	2	8	20	20	Лабораторная работа
4	7	Раздел 4. Преобразование сигналов в дискретных системах.	15	8	6	2	7	20	20	Лабораторная работа
4	7	Раздел 5. Методы синтеза цифровых фильтров.	21	11	6	5	10	20	20	Лабораторная работа
4	7	Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.	15	4	4	0	11	10	10	Контроль посещаемости
4	7	Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.	18	7	6	1	11	10	10	Лабораторная работа
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	



## Оценочные материалы по дисциплине ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ОПТОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

**ПК-2.1 - Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Правило трёх сигм гласит:
- № 2 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите термин и его определения:
1. Непрерывная функция аргумента
  2. Определяется на счетном множестве значений аргумента
  3. Представляется в отчетных точках аргумента в виде целых чисел
  4. Упорядоченная совокупность одномерных сигналов
- a. цифровой сигнал
- b. аналоговый сигнал
- c. многомерный сигнал
- d. дискретный сигнал
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Требование, предъявляемое системой ЦОС при дискретизации входного сигнала
1. Возможность восстановления первоначального аналогового сигнала
  2. Возможность реализации цифрового сигнала
  3. Возможность быстрой обработки сигнала
  4. Возможность ступенчатой обработки сигнала
- № 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что такое коэффициент амплитудной модуляции
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установите правильный порядок операций при выполнении быстрой свертки с использованием БПФ:
- 1) Вычисление БПФ для входного сигнала
  - 2) Поэлементное умножение спектров
  - 3) Дополнение нулями сигнала и импульсной характеристики
  - 4) Вычисление ОБПФ результата
  - 5) Вычисление БПФ для импульсной характеристики
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие  
**Установите соответствие между типами цифровых фильтров и их характеристиками:**
1. КИХ (FIR)
  2. БИХ (IIR)
  3. Адаптивный

#### 4. Полосовой

- a. Всегда устойчив
- b. Может иметь линейную ФЧХ
- c. Требуется меньше вычислительных ресурсов при той же избирательности

Автоматически подстраивает коэффициенты под сигнал

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность этапов при выполнении быстрого преобразования Фурье (БПФ) для N-точечного сигнала:

1. Разбиение исходной последовательности на подпоследовательности
2. Рекурсивное вычисление БПФ для подпоследовательностей
3. Объединение результатов с использованием поворачивающих множителей
4. Бит-реверсивная перестановка входных данных
5. Вычисление итогового спектра

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Каким из перечисленных свойств обладает сигнал в виде дельта-функции?

1. бесконечной длительностью
2. бесконечной малой энергией
3. бесконечной амплитудой
4. бесконечно большим импедансом

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Чему равна мощность шума квантования в логарифмическом масштабе при округлении?

1. Дисперсии шума АЦП
2. Абсолютному значению шума
3. Сходимости квантования
4. Соотношению – сигнал/шум

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Сигнал обладает спектром до 10 кГц. Какая частота дискретизации будет удовлетворять теореме Найквиста-Котельникова:

1. 11,1 кГц
2. 11100 Гц
3. 12,0 кГц
4. 11,2 кГц

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Сигнал с ограниченным спектром до 15 кГц дискретизируется с частотой 32 кГц. Какие из следующих утверждений верны?

1. Частота дискретизации удовлетворяет теореме Котельникова
2. Максимальная частота сигнала после дискретизации увеличится до 32 кГц
3. Для предотвращения алиасинга необходим антиалиасинговый ФНЧ с частотой среза  $\leq 15$  кГц
4. Частота дискретизации может быть снижена до 25 кГц без искажений

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Сигнал с полосой частот 0-12 кГц дискретизируется с частотой 25 кГц. Какие утверждения верны?

1. Частота дискретизации удовлетворяет критерию Найквиста
2. Максимальная частота в дискретизированном сигнале составит 25 кГц
3. Для предотвращения наложения спектров необходим антиалиасинговый фильтр с частотой среза 12 кГц
4. Частоту дискретизации можно снизить до 20 кГц без потери информации

**ПК-2.4 - Способен определять требуемые параметры систем обработки сигналов и трактов передачи в зависимости от свойств источников и приемников информации**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

**Установите соответствие между оконными функциями и их свойствами:**

1. Прямоугольное
2. Хэмминга
3. Хэннинга
4. Блэкмана

- a. Наилучшая избирательность по главному лепестку
- b. Наименьшая ширина главного лепестка
- c. Хороший компромисс между шириной лепестка и подавлением боковых лепестков
- d. Максимальное подавление боковых лепестков

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность этапов при проектировании КИХ-фильтра методом окон:

1. Выбор типа окна (Хэннинга, Хэмминга и др.)
2. Расчет идеальной импульсной характеристики
3. Умножение идеальной характеристики на оконную функцию
4. Определение требований к фильтру (граничные частоты, подавление в полосе задерживания)
5. Анализ частотной характеристики полученного фильтра

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Как изменится энергия сигнала, если его норму уменьшить в 2 раза?

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Объясните термин «скважность сигнала»

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

**Установите соответствие между методами ЦОС и областями их применения:**

1. БПФ
2. Вейвлет-анализ
3. LMS-алгоритм
4. Кепстральный анализ

а. Сжатие аудиосигналов (MP3)

б. Выделение признаков в биомедицинских сигналах

с. Быстрый спектральный анализ

д. Адаптивная фильтрация шумов

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность этапов при цифровой обработке аналогового сигнала:

1. Дискретизация сигнала
2. Квантование по уровню
3. Применение антиалиасингового фильтра
4. Цифровая фильтрация
5. Восстановление аналогового сигнала

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Сигнал обладает спектром до 10 кГц. Какая частота дискретизации будет удовлетворять теореме Найквиста-Котельникова:

1. 11,1 кГц
2. 11100 Гц
3. 12,0 кГц
4. 11,2 кГц

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Отметьте свойство, характерное для аналоговых сигналов

1. невозможно «очистить» сигнал от помех
2. при измерении сигнала вносится ошибка

3. представлен последовательностью чисел (0 и 1 в двоичной системе)
4. при копировании аналоговая информация искажается
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какая гармоническая волна называется сферической расходящейся?
1. Сферическая гармоническая волна - это волна, которая происходит при интерференции двух плоских волн
  2. Сферическая гармоническая волна - это волна, фронт которой принимает форму сферы, центр которой находится в точке, из которой происходит волна
  3. Сферическая гармоническая волна - это волна, которая распространяется только в одном направлении и имеет форму плоской волны
  4. Сферическая гармоническая волна - это волна с формой спиральной кривой, образующейся при вращении плоской волны вокруг своей оси
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какое название имеет функция, которая является производной дельта-функции:
1. Функция Дирака
  2. Функция Хевисайда
  3. Единичная импульсная функция
  4. Функция Грина
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Сигнал обладает спектром до 20 кГц. Какая частота дискретизации будет удовлетворять теореме Найквиста-Котельникова:
1. 20 кГц
  2. 30 кГц
  3. 35 кГц
  4. 45 кГц
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие из следующих утверждений о дискретизации и восстановлении сигналов верны?
1. При частоте дискретизации 44.1 кГц можно точно восстановить сигнал с верхней частотой 22 кГц
  2. Идеальный фильтр восстановления должен иметь прямоугольную АЧХ с частотой среза  $F_s/2$
  3. Наложение спектров (алиасинг) возникает при нарушении критерия Найквиста
  4. Квантование сигнала по уровню вносит нелинейные искажения, не зависящие от частоты дискретизации