

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**

Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности                                | 7 семестр | Всего | Единицы |
|--|-----------|-------|---------|
| Лабораторные занятия                                     | 4         | 4     | часов   |
| Самостоятельная работа                                   | 119       | 119   | часов   |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя    | 10        | 10    | часов   |
| Контрольные работы                                       | 2         | 2     | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена                              | 9         | 9     | часов   |
| Общая трудоемкость<br>(включая промежуточную аттестацию) | 144       | 144   | часов   |
|  |           | 4     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| Экзамен                        | 7       |            |
| Контрольные работы             | 7       | 1          |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Освоение основ теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов обработки цифровых сигналов.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование навыков программирования на высокоуровневых языках, необходимых для обработки цифровых сигналов с помощью численных методов.

2. Освоение математических основ теории цифровой обработки сигналов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.05.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция  | Индикаторы достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|--|
| <b>Универсальные компетенции</b>   |  |  |
| -  | -  | -  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b>  |  |  |
| ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики   | Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования   |
|  | ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области | Умеет выполнять математическое моделирование физических процессов, функциональных блоков, элементов и устройств цифровых систем                    |
|  | ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач   | Владеет навыками математического моделирования различных процессов, позволяющими проводить численные эксперименты и исследования объектов и систем |
| <b>Профессиональные компетенции</b>  |  |  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований | ПКР-3.1. Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования. | Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию и иные нормативные документы в области качественных показателей работы оборудования систем связи |
|   | ПКР-3.2. Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих.  | Умеет работать с программными обеспечениями MATLAB и Octave, которые могут быть использованы при обработке информации систем связи                                    |
|   | ПКР-3.3. Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.  | Владеет навыками анализа и обработки сигналов, в том числе служебного рода, с целью контроля качества работы оборудования   |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 7 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 16          | 16        |
| Лабораторные занятия  | 4           | 4         |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя   | 10          | 10        |
| Контрольные работы  | 2           | 2         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 119         | 119       |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины  | 80          | 80        |
| Подготовка к лабораторной работе  | 14          | 14        |
| Написание отчета по лабораторной работе   | 5           | 5         |
| Подготовка к контрольной работе   | 20          | 20        |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>  | 9           | 9         |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 144         | 144       |

|                                    |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b> | 4 | 4 |
|------------------------------------|---|---|

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины                               | Лаб. раб. | Контр. раб. | СРП, ч. | Сам. раб., ч | Всего часов (без промежуточной аттестации) | Формируемые компетенции |
|--|-----------|-------------|---------|--------------|--|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>   |           |             |         |              |  |                         |
| 1 Анализ цифровых фильтров                                       | 4         | 2           | 4       | 39           | 49   | ОПК-1, ПКР-3            |
| 2 Синтез цифровых фильтров                                       | -         |             | 2       | 20           | 22   | ОПК-1, ПКР-3            |
| 3 Цифровая обработка изображений                                 | -         |             | 2       | 40           | 42   | ОПК-1, ПКР-3            |
| 4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов | -         |             | 2       | 20           | 22   | ОПК-1, ПКР-3            |
| Итого за семестр   | 4         | 2           | 10      | 119          | 135  |                         |
| Итого  | 4         | 2           | 10      | 119          | 135  |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины   | СРП, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|--|--------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                   |  |        |                         |
| 1 Анализ цифровых фильтров         | Цифровые цепи и сигналы. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Алгоритмы функционирования и формы реализации линейных цифровых фильтров. Характеристики ЛЦФ с постоянными параметрами. Нелинейные эффекты в цифровых фильтрах.  | 4      | ОПК-1, ПКР-3            |
|                                    | Итого  | 4      |                         |
| 2 Синтез цифровых фильтров         | Синтез цифровых устройств для обработки. Синтез ЦФ по методу инвариантного преобразования импульсной характеристики. Синтез цифровых фильтров методом отображения дифференциалов. Синтез цифровых фильтров методом билинейного преобразования. Метод синтеза ЦФ с использованием Z-форм. Частотные преобразования, применяемые при синтезе цифровых фильтров. Прямой синтез ЦФ. Методы синтеза фильтров с КИХ. | 2      | ОПК-1, ПКР-3            |
|                                    | Итого  | 2      |                         |

|  |   |    |              |
|--|---|----|--------------|
| 3 Цифровая обработка изображений                                 | Представление и преобразование двумерных сигналов. Двумерные линейные фильтры. Рекурсивная обработка изображений. Нелинейная обработка изображений. Двумерная децимация данных.   | 2  | ОПК-1, ПКР-3 |
|  | Итого   | 2  |              |
| 4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов | Аппаратурное построение КИХ-фильтра прямой формы. Параллелизм при построении КИХ-фильтров прямой формы. Каскадная форма КИХ-фильтра. Прямая форма КИХ-фильтра с высоким уровнем параллелизма. Прямая форма построения БИХ-фильтров. Каскадная форма БИХ-фильтров. | 2  | ОПК-1, ПКР-3 |
|  | Итого   | 2  |              |
| Итого за семестр   |   | 10 |              |
| Итого  |   | 10 |              |

### 5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

| № п.п.           | Виды контрольных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b> |                        |                 |                         |
| 1                | Контрольная работа     | 2               | ОПК-1, ПКР-3            |
| Итого за семестр |                        | 2               |                         |
| Итого            |                        | 2               |                         |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|--|-----------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                   |  |                 |                         |
| 1 Анализ цифровых фильтров         | Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов | 4               | ОПК-1, ПКР-3            |
|                                    | Итого  | 4               |                         |
| Итого за семестр                   |  | 4               |                         |
| Итого                              |  | 4               |                         |

### 5.5. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| <b>7 семестр</b>                   |                             |                 |                         |                |

|  |  |     |              |                              |
|--|--|-----|--------------|------------------------------|
| 1 Анализ цифровых фильтров                                       | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 20  | ОПК-1, ПКР-3 | Тестирование, Экзамен        |
|  | Подготовка к лабораторной работе                                       | 14  | ОПК-1, ПКР-3 | Лабораторная работа          |
|  | Написание отчета по лабораторной работе                                | 5   | ОПК-1, ПКР-3 | Отчет по лабораторной работе |
|  | Итого  | 39  |              |                              |
| 2 Синтез цифровых фильтров                                       | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 20  | ОПК-1, ПКР-3 | Тестирование, Экзамен        |
|  | Итого  | 20  |              |                              |
| 3 Цифровая обработка изображений                                 | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 20  | ОПК-1, ПКР-3 | Тестирование, Экзамен        |
|  | Подготовка к контрольной работе  | 20  | ОПК-1, ПКР-3 | Контрольная работа           |
|  | Итого  | 40  |              |                              |
| 4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 20  | ОПК-1, ПКР-3 | Тестирование, Экзамен        |
|  | Итого  | 20  |              |                              |
| Итого за семестр   |  | 119 |              |                              |
|  | Подготовка и сдача экзамена  | 9   |              | Экзамен                      |
| Итого  |  | 128 |              |                              |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |     |           | Формы контроля   |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----|-----------|--|
|                         | Лаб. раб.                 | Конт. Раб. | СРП | Сам. раб. |  |
| ОПК-1                   | +                         | +          | +   | +         | Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен |

|       |   |   |   |   |  |
|-------|---|---|---|---|--|
| ПКР-3 | + | + | + | + | Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен |
|-------|---|---|---|---|--|

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов.: Учебное пособие / Курячий М.И. - Томск: ТМЦ ДО, 2002. - 175 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Галкин, Вячеслав Александрович. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для вузов. - М. : Горячая линия - Телеком , 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

2. Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-00078-261-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/137567>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов.: Лабораторный практикум / Курячий М.И. - Томск: ТМЦ ДО, 2002. - 79 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов.: Учебно-методическое пособие / Курячий М.И. - Томск: ТМЦ ДО, 2002. - 73 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Дмитриев Э.М. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: электронный курс / Э. М. Дмитриев. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .

### 7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства



приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины                               | Формируемые компетенции | Формы контроля               | Оценочные материалы (ОМ)  |
|--|-------------------------|------------------------------|---|
| 1 Анализ цифровых фильтров                                       | ОПК-1, ПКР-3            | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ   |
|  |                         | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|  |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                               |
|  |                         | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ   |
| 2 Синтез цифровых фильтров                                       | ОПК-1, ПКР-3            | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|  |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                               |
| 3 Цифровая обработка изображений                                 | ОПК-1, ПКР-3            | Контрольная работа           | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |                         | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|  |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                               |
| 4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов | ОПК-1, ПКР-3            | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|  |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                               |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                        | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |   |   |
|----------------------------|------------------------------------|---|---|---|
|                            |                                    | знать   | уметь   | владеть   |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |

|                          |  |   |   |  |
|--------------------------|--|---|---|--|
| 3<br>(удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания                   | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков           |
| 4 (хорошо)               | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение    | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично)              | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания                   | сформированное умение                                       | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка                     | Формулировка требований к степени компетенции  |
|----------------------------|--|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.   |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.   |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что зависит от разрядности АЦП?
  - а) время обработки одного отсчета
  - б) интервал дискретизации
  - в) максимальная амплитуда сигнала на выходе АЦП
  - г) количество уровней квантования сигнала в двоичной форме
2. Какими способами можно снизить уровень шума квантования?
  - а) многокаскадная интерполяция и использование фильтра нижних частот
  - б) выборка с запасом по частоте и последующая интерполяция
  - в) уменьшение разрядности АЦП и использование фильтра нижних частот

- г) увеличение разрядности АЦП и выборка с запасом по частоте
3. Какое утверждение является верным?
- БИХ-фильтр – это несколько последовательных КИХ-фильтров.
  - БИХ-фильтры реализованы нерекурсивно, т.е. они всегда устойчивы.
  - При одинаковом количестве коэффициентов КИХ-фильтр имеет более резкий срез характеристики.
  - В отличие от БИХ-фильтров, КИХ-фильтры могут иметь строго линейную фазовую характеристику.
4. Чему равно количество уровней квантования, если разрядность АЦП равна 8 бит?
- 8
  - 16
  - 64
  - 256
5. Чему равна минимальная частота Найквиста, если полоса частот сигнала лежит в диапазоне 0-16 кГц и сигнал дискретизирован без наложения?
- 128 кГц
  - 64 кГц
  - 32 кГц
  - 16 кГц
6. Какие операции подразумевает перевод сигнала из аналоговой формы в цифровую?
- Дискретизация по времени
  - Квантование по уровню
  - Фильтрация с помощью аналогового ФНЧ
  - Преобразование частоты дискретизации
7. Для чего применяется корреляционная обработка?
- Поиск сигнала на фоне шумов
  - Измерение задержки распространения сигнала
  - Определение полярности сигнала
  - Снижение уровня шума квантования
  - Защита от наложения спектров
8. Каким образом выбирается частота дискретизации по теореме Котельникова?
- Частота дискретизации должна быть больше, чем максимальная частота сигнала
  - Частота дискретизации должна быть более чем в 10 раз больше максимальной частоты сигнала
  - Частота дискретизации должна быть равна максимальной частоте сигнала
  - Частота дискретизации должна быть больше, чем удвоенная максимальная частоты сигнала
9. Для чего используется децимация в цифровой обработке сигналов?
- для аналого-цифрового преобразования сигнала
  - для цифро-аналогового преобразования сигнала
  - для повышения частоты дискретизации
  - для понижения частоты дискретизации
10. Для чего используются оконные функции?
- Для сглаживания резких скачков в сигнале
  - Для снижения требований к фильтру нижних частот при децимации
  - Для повышения разрешающей способности АЦП
  - Для подавления боковых лепестков в спектре ограниченного во времени сигнала
11. Каким выражением определяется вычислительная эффективность N-точечного БПФ для комплексных чисел?
- $N^2$
  - $N \cdot \log_2(N)$
  - $(N/2) \cdot \log_2(N)$
  - $(N^2) \cdot \log_2(N)$
12. Какое количество уровней квантования соответствует 8-ми разрядному АЦП?
- 8
  - 256
  - 16

- г) 255
13. Чему равна циклическая частота сигнала с периодом 0,01 с?
    - а) 0,01
    - б) 100
    - в)  $100\pi$
    - г)  $200\pi$
  14. Каким выражением связаны между собой частота и период сигнала?
    - а)  $f=1/T$
    - б)  $f=c*T$
    - в)  $f=\lambda/T$
    - г)  $f=\lambda*T*c$
  15. Каким выражением связаны между собой частота и период сигнала?
    - а)  $f=1/T$
    - б)  $f=c*T$
    - в)  $f=\lambda/T$
    - г)  $f=\lambda*T*c$
  16. Какое из предложенных выражений верно?
    - а) Фурье-преобразование свертки двух функций является отношением их Фурье-преобразований
    - б) Фурье-преобразование отношения двух функций является сверткой их Фурье-преобразований
    - в) Фурье-преобразование свертки двух функций является отношением их Фурье-преобразований
    - г) Фурье-преобразование произведения двух функций является сверткой их Фурье-преобразований
  17. Какая процедура АЦП выполняет разбиение диапазона отсчётных значений сигнала на конечное число уровней и округление этих значений до одного из двух ближайших к ним уровней?
    - а) квантование по времени
    - б) квантование по уровню
    - в) дискретизация
    - г) выборка
  18. Сигнал с какой максимальной частотой можно оцифровать посредством АЦП с частотой выборки 68 МГц?
    - а) 68 МГц
    - б) 34 МГц
    - в) 136 МГц
    - г) 32 МГц
  19. К чему приводит несоблюдение условий теоремы Котельникова при оцифровке сигнала?
    - а) к изменению несущей частоты
    - б) к наложению дискретизированного спектра сигнала
    - в) к ограничению уровня сигнала
    - г) ни к чему не приводит
  20. Что такое интерполяции сигнала?
    - а) процедура увеличения частоты дискретизации сигнала
    - б) процедура уменьшения частоты дискретизации сигнала
    - в) процедура фильтрации сигнала
    - г) процедура деления частоты тактового генератора

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Работа с циклами и условными операторами в GNU Octave. Графическая визуализация сигналов.
2. Теорема о полосовой дискретизации. Расчет минимальной частоты дискретизации без наложения.
3. Преобразование частоты дискретизации с нецелым шагом.
4. Фильтрация сигналов в GNU Octave.
5. Квадратурная модуляция.

6. Основные принципы работы аналого-цифрового преобразователя.
7. Основные принципы работы цифро-аналогового преобразователя.
8. Операция свертки сигналов. Реализация в GNU Octave.
9. Прямое и обратное быстрое преобразование Фурье.
10. Цифровая фильтрация. КИХ-фильтры.
11. Цифровая фильтрация. БИХ-фильтры.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов

### 9.1.4. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Анализ характеристик цифровых фильтров:

1. Задан дискретный сигнал, необходимо

$$x(nT) = \begin{cases} 0, & n \leq 0, \\ 2,5, & n = 1, 2, 3, \\ 0, & n > 3. \end{cases}$$

- а) Привести аналитическую форму записи дискретного сигнала.
- б) Найти изображение входной последовательности  $X(z)$ .
- в) Записать разностное уравнение, считая  $H(z) = X(z)$ .
- г) Привести структурную схему фильтра.
- д) Записать выражение для импульсной характеристики.
- е) Найти свертку  $y(nT) = x(nT) * h(nT)$  графическим способом.

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов  | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

#### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР  
протокол № 21 от «15» 11 2018 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ТОР    | С.И. Богомолов    | Согласовано,<br>645961f5-19ed-4d47-<br>a699-64d057f3100c |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТОР | С.И. Богомолов    | Согласовано,<br>645961f5-19ed-4d47-<br>a699-64d057f3100c |
| Декан ФДО                          | И.П. Черкашина    | Согласовано,<br>4580bdea-d7a1-4d22-<br>bda1-21376d739cfc |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                     |                |  |
|---------------------|----------------|--|
| Доцент, каф. ТОР    | Я.В. Крюков    | Согласовано,<br>c2550210-7b25-4114-<br>bb78-df4c7513eecf |
| Ассистент, каф. ТОР | О.А. Жилинская | Согласовано,<br>7029dda8-6686-4f8c-<br>8731-d84665df77fc |

### РАЗРАБОТАНО:

|                               |                 |  |
|-------------------------------|-----------------|--|
| Ассистент, каф. ТОР           | Э. Дмитриев     | Разработано,<br>bac2a3d8-76ff-425b-<br>ac10-f788fc60dedd |
| Заведующий кафедрой, каф. ТОР | Е.В. Рогожников | Разработано,<br>89e0aaec-be8a-4f7b-<br>bd1a-f43585db8135 |