МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по учебной работе**

_____ **П.Е. Троян**

«___» _____ 2017 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
# СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

**Уровень основной образовательной программы** бакалавриат

**Направление подготовки (специальность)** 01.03.02 – Прикладная математика и информатика

**Профиль** Прикладная математика и информатика

**Форма обучения** очная

**Факультет** систем управления

**Кафедра** автоматизированных систем управления

**Курс** **4**

**Семестр** **8**

**Учебный план набора** 2013 года и последующих лет.

**Распределение рабочего времени:**

| Виды учебной работы | Семестр **8** | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекции (Л) | 30 | 30 | часов |
| Лабораторные работы (ЛР) | 30 | 30 | часов |
| Практические занятия (ПЗ) | 14 | 14 | – |
| Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | – | – | – |
| Всего аудиторных занятий | 74 | 74 | часов |
| Из них в интерактивной форме | **14** | **14** | часов |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | 106 | 106 | часов |
| Всего (без экзамена) | 180 | 180 | часов |
| Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена | 36 | 36 | – |
| Общая трудоемкость | 216 | 216 | часов |
| (в зачетных единицах) | 6 | 6 | ЗЕТ |

**Экзамен** **8** **семестр**

**Томск 2017**

Согласована на портале № 9588

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от « 10 » 1 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта профессионального образования (ФГОС ПО) по направлению 01.02.03 Прикладная математика и информатика (квалификация (степень) бакалавр), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 12.03.2015 №228, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «22» декабря 2016 г., протокол № 5.

Разработчик, д.ф.-м.н., профессор каф. АСУ _____ В.Г. Астафуров

Зав. кафедрой АСУ, д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки.

Декан ФСУ, к.т.н., доцент _____ П.В.Сенченко

Заведующий профилирующей и
выпускающей кафедрой АСУ,
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Эксперт:

Кафедра АСУ, к.т.н., доцент, _____ А.И. Исакова

Согласована на портале № 9588

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Основная цель** дисциплины – ознакомить студентов с основными положениями теории и практики цифровой обработки сигналов, основными методами компьютерной обработки многомерных сигналов для решения широкого класса задач восстановления и тематического анализа видеоданных и особенностями применения ЭВМ в системах цифровой обработки сигналов (ЦОС).

**Основными задачами** изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области цифровой обработки сигналов;
- изучения математических методов и алгоритмов, применяемых в современных и перспективных разработках аудио и видеосистем;
- ознакомление с принципами и средствами реализации алгоритмов ЦОС;
- формирование навыков работы в среде MATLAB.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Учебная дисциплина «Системы цифровой обработки сигналов» относится к числу дисциплин по выбору профессионального цикла (Б3.В.ДВ.9) вариативной части.

Данная дисциплина базируется на изучении студентами следующих дисциплин: «Математический анализ», «Основы программирования», «Теория вероятностей, математическая статистика», «Численные методы».

Освоение данной дисциплины позволяет использовать полученные в ней знания при подготовке и выполнении выпускной квалификационной работы при проектировании информационного и программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем.

Дисциплина «Системы цифровой обработки сигналов» изучается в **8 семестре** и предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных и практических занятий и получение различного рода консультаций.

Изучение дисциплины завершается сдачей экзамена.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Системы цифровой обработки сигналов» направлен на формирование следующих компетенций общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК):

1. Способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям (**ОПК-3**).

2. Способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения (**ПК-7**).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** основы спектрального анализа сигналов; методы и средства дискретизации сигналов и ошибки, порождаемые этими процессами; особенности построения, основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов; методы цифровой фильтрации и параметрического спектрального анализа;

**уметь** использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов;

**владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB и SIMULINK в задачах предобработки и тематической обработке сигналов.

Согласована на портале № 9588

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр **8** |
|---|---|---|
| **Аудиторные занятия (всего)** | **74** | **74** |
| В том числе: | – | – |
| Лекции (Л) | 30 | 30 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 30 | 30 |
| Практические занятия (ПЗ) | 14 | 14 |
| **Самостоятельная работа (всего)** | **106** | **106** |
| В том числе: | – | – |
| Проработка лекционного материала | 30 | 30 |
| Подготовка к лабораторным занятиям | 30 | 28 |
| Подготовка к практическим занятиям | 28 | 30 |
| Самостоятельное изучение тем теоретической части | 18 | 18 |
| **Подготовка к экзамену** | **36** | **36** |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | экзамен | экзамен |
| **Общая трудоемкость час** | **216** | **216** |
| **зач. ед.** | 6 | 6 |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦМПЛИНЫ

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ЛР | ПЗ | СРС | Всего час. | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Введение в цифровую обработку сигналов | 4 | 4 | 2 | 12 | 22 | ОПК-3, ПК-7 |
| 2. | Введение в спектральный анализ сигналов | 4 | 4 | 2 | 12 | 22 | ОПК-3, ПК-7 |
| 3. | Спектральный анализ дискретных сигналов | | | | 6 | 6 | ОПК-3, ПК-7 |
| 4. | Аналоговые системы | 4 | 4 | 2 | 12 | 22 | ОПК-3, ПК-7 |
| 5. | Дискретные системы | | | | 6 | 6 | ОПК-3, ПК-7 |
| 6. | Проектирование дискретных фильтров | 4 | 6 | 2 | 14 | 26 | ОПК-3, ПК-7 |
| 7. | Эффекты квантования в цифровых системах | 4 | 6 | 2 | 14 | 26 | ОПК-3, ПК-7 |
| 8. | Модуляция и демодуляция сигналов | | 6 | 4 | 20 | 30 | ОПК-3, ПК-7 |
| 9. | Цифровая модуляция | 6 | | | 6 | 6 | ОПК-3, ПК-7 |
| 10. | Адаптивные фильтры | 4 | | | 4 | 4 | ОПК-3, ПК-7 |
| **ИТОГО** | | **30** | **30** | **14** | **106** | **180** | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № раздела из табл. 5.1 | Наименование разделов | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Компетенции |
|---|---|---|---|---|
| **1.** | Введение в цифровую обработку сигналов | Предмет дисциплины цифровая обработка сигналов, история ее развития, понятие сигнала как физического явления и его упрощенной математической модели. Отличая аналоговых, дискретных и цифровых сигналы. Пространство сигналов, в которых сигналы представляются в виде векторов. Элементарные импульсы – дельта-функция и функция включения. Среде MATLAB. | 4 | ОПК-3, ПК-7 |
| **2.** | Введение в спектральный анализ | Предмет и задачи спектрального анализа сигналов. Определение спектра сигнала. Формулы для разложения периоди- | 4 | ОПК-3, ПК-7 |

Согласована на портале № 9588

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | сигналов | ческого сигнала в ряд Фурье. Прямое и обратное преобразования Фурье, являющиеся математической основой спектрального разложения аналоговых сигналов, их свойствах. | | |
| **4.** | Аналоговые системы | Характеристики аналоговых систем: импульсная и переходная характеристики, комплексный коэффициент передачи. Способы описания аналоговых систем. Функции MATLAB, применяемые для расчета линейных систем. | 4 | ОПК-3, ПК-7 |
| **6.** | Проектирование дискретных фильтров | Методы проектировании дискретных (цифровых) фильтров. Функции синтеза дискретных фильтров MATLAB и инструменты проектирования фильтров fdatool. | 4 | ОПК-3, ПК-7 |
| **7.** | Эффекты квантования в цифровых системах | Рассматриваются основные источники погрешностей квантования в цифровых системах обработки сигналов. Средства MATLAB, позволяющими производить квантование сигналов и анализировать эффекты квантования в алгоритмах цифровой обработки сигналов. | 4 | ОПК-3, ПК-7 |
| **9.** | Цифровая модуляция | Рассматриваются методы модуляции и демодуляции, применяемые для передачи цифровой информации. | 6 | ОПК-3, ПК-7 |
| **10.** | Адаптивные фильтры | Основы теории адаптивной фильтрации и примеры ее практического применения. | 4 | ОПК-3, ПК-7 |
| **ИТОГО** | | | **30** | |

**5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Математический анализ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| 2 | Теория вероятностей, математическая статистика | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| 3 | Основы программирования | + | + | | + | | + | + | | + | |
| 4 | Численные методы | | | | | | + | + | | | |

| № п/п | Наименование последующих дисциплин | № № разделов данной дисциплины, которые необходимы при изучении последующих дисциплин | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Подготовка выпускной квалификационной работы | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

**5.3. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

| Компетенции | Л | ЛР | ПЗ | СРС | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-3 | + | + | + | + | Опрос на лекции, отчет по лабораторной работе, доклад по материалам предложенных для самостоятельного изучения тем |
| ПК-7 | + | + | + | + | Опрос на лекции, отчет по лабораторной работе, контрольная работа, тест |

Л – лекция, Лаб – лабораторная работа, Практ. – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента

**6. . МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ**

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

Согласована на портале № 9588

**Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий**

| Формы / Методы | Лек. | ЛР | Практ. (час) | Всего (час) |
|---|---|---|---|---|
| Работа в команде | | 4 | | **4** |
| Поисковый метод | | | 4 | **4** |
| Решение ситуационных задач | 4 | | | **4** |
| Пресс-конференция | | 2 | | **2** |
| **Итого интерактивных занятий** | **4** | **6** | **4** | **14** |

***Примечание***

1. Основные результаты своих лабораторных работ (наиболее интересные исследования) студенты докладывают при помощи презентаций, устраивая подобие *пресс-конференции*.
2. *Поисковый метод* используется для поиска нужных решений, встроенных функций при выполнении практических работ.
3. *Работа в команде* происходит в процессе выполнения всех лабораторных работ.
4. Различные *ситуационные* моменты предлагаются студентам во время лекций.

**7. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

| № п/п | № раздела дисциплины | Тема практических работ | Трудоемкость (час.) | Компетенции |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 6 | Дискретные фильтры | 4 | ОПК-3, ПК-7 |
| 2. | 7 | Синтез цифровых фильтров | 4 | ОПК-3, ПК-7 |
| 3. | 8 | Модуляция и демодуляция сигналов | 6 | ОПК-3, ПК-7 |
| **ИТОГО** | | | **14** | |

**8. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

На лабораторных работах студенты работе в системе MATLAB, выполняя задания по обработке сигналов.

| № п/п | № раздела дисциплины | Тема лабораторной работы | Трудоемкость (час.) | Компетенции |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 1 | Основы работы в MATLAB | 10 | ОПК-3, ПК-7 |
| 2. | 2 | Спектральный анализ сигналов | 10 | ОПК-3, ПК-7 |
| 3. | 4 | Расчет характеристик аналоговых систем | 10 | ОПК-3, ПК-7 |
| **ИТОГО** | | | **30** | |

**9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика самостоятельной работы *(детализация)* | Трудоемкость (час.) | Компетенции | Контроль выполнения работы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10 | Проработка лекционного материала | 30 | ОПК-3, ПК-7 | Опросы на лекциях |
| 2. | 1, 2, 4, 6 ÷ 8 | Подготовка к лабораторным работам | 30 | ОПК-3, ПК-7 | Подготовка и защита отчетов по лабораторным работам. |
| 3. | 1, 2, 4, 6 ÷ 8 | Подготовка к практическим занятиям | 28 | ОПК-3, ПК-7 | Проверка дом. задания, тест |
| 3 | 3, 5, 8 | Самостоятельное изучение тем теоретической части | 18 | ОПК-3, ПК-7 | Обсуждение материалов тем, предложенных для самостоятельного изучения. |
| Итого часов самостоятельной работы | | | 106 | | |

**Самостоятельное изучение тем теоретической части:**

1. Спектральный анализ дискретных сигналов;
2. Дискретные системы;
3. Модуляция и демодуляция сигналов.

**10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ – не предусмотрены РУП.**

Согласована на портале № 9588

## 11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

**Курс 4, семестр 8.** **Контроль обучения – экзамен.**

Максимальный семестровый рейтинг – 100 баллов.

Таблица 11.1 – Дисциплина «Системы цифровой обработки сигналов» (экзамен, лекции, лабораторные и практические занятия)

Таблица 11.1 – Распределение баллов

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Посещение лекций | 5 | 5 | 5 | **15** |
| Выполнение и защита результатов лабораторных занятий | 5 | 5 | 5 | **15** |
| Выполнение и защита индивидуальных практическихработ | 5 | 5 | 5 | **15** |
| Тестовый контроль | 5 | 5 | 3 | **13** |
| Компонент своевременности | 5 | 5 | 2 | **12** |
| Итого максимум за период | **25** | **25** | **20** | **70** |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | **25** | **50** | **70** | 100 |

Таблица 11.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| **Баллы на дату контрольной точки** | **Оценка** |
|---|---|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| зачет | **90 – 100** | A (отлично) |
| | **85 – 89** | B (очень хорошо) |
| | **75 – 84** | C (хорошо) |
| | **65 – 74** | D (удовлетворительно) |
| | **60 – 64** | E (посредственно) |
| незачет | **Ниже 60 баллов** | F (неудовлетворительно) |

Согласована на портале № 9588

## 12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 12.1 Основная литература

1. Курячий, М.И. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов / М.И. Курячий – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2009. - 190 с. (60 экз.)

### 12.2 Дополнительная литература

1. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов А.Б. Сергиенко, 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. - 750 с. (50 экз.).
2. Оппенгейм, А.В. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. / А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер; пер.: С.А. Кулешов. – М.: Техносфера, 2006. - 855 с. (70 экз.)
3. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. / Р. Лайонс, 2-е изд. – М. : БИНОМ, 2007. – 652 с. (20 экз.)

### 12.3 Перечень методических указаний

1. Антипин, М. Е. Цифровая обработка сигналов: Методические указания по проведению практических занятий [Электронный ресурс] / Антипин М. Е. — Томск: ТУСУР, 2014. — 5 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3894
2. Астафуров В.Г. Системы цифровой обработки сигналов. Методические указания по самостоятельной работе. – Томск: ТУСУР, 2015. – 7 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/bak230100/d47/
3. Кривцов О.А. Системы цифровой обработки сигналов. Практическое пособие по проведению лабораторных работ. - Томск, 2012, 75 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/spec230105/d51/

### 12.4 Журнальная периодика

1. Автоматика и телемеханика.
2. Известия РАН. Теория и системы управления.
3. Автоматизация и современные технологии.
4. Мехатроника. Автоматизация. Управление.

### 12.5 Рекомендуемые информационные сайты

1. www.compress.ru – Журнал «КомпьютерПресс»
2. www.osp.ru – Издательство «Открытые системы»
3. www.cnews.ru – Издание о высоких технологиях
4. www.it-daily.ru – Новости российского ИТ-рынка
5. www.isn.ru – Российская сеть информационного общества
6. http://www.intuit.ru/
7. http://www.intuit.ru/department/se/devis/

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекций по дисциплине используются персональный ПК с проектором. Лабораторные занятия осуществляются в компьютерном классе с использованием математических пакетов Mathcad, MatLab.

Согласована на портале № 9588

**ПРИЛОЖЕНИЕ к рабочей программе**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе**

**_____ П.Е. Троян**

«___» _____ 2017 г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

# СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

**Уровень основной образовательной программы** бакалавриат

**Направление подготовки (специальность)** 01.03.02 – Прикладная математика и информатика

**Профиль** Прикладная математика и информатика

**Форма обучения** очная

**Факультет** систем управления

**Кафедра** автоматизированных систем управления

**Курс** **4**

**Семестр** **8**

**Учебный план набора** 2013 года и последующих лет.

**Экзамен 8 семестр**

**Томск 2017**

Согласована на портале № 9588

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «**Системы цифровой обработки сигналов»** и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Перечень закрепленных за дисциплиной «**Системы цифровой обработки сигналов»** компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1** – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| **ОПК-3** | Способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моде-лей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям | **Знать:** основы спектрального анализа сигналов; методы и средства дискретизации сигналов и ошибки, порождаемые этими процессами; особенности построения, основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов; методы цифровой фильтрации и параметрического спектрального анализа;<br>**Уметь** использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов;<br>**Владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB и SIMULINK в задачах предобработки и тематической обработке сигналов. |
| **ПК-7** | Способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения | |

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенция ОПК-3

**ОПК-3**: Способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования знать:**<br>основы спектрального анализа сигналов; методы и средства дискретизации сигналов и ошибки, порождаемые этими процессами; особенности построения, основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов; методы цифровой фильтрации и параметрического спектрального анализа; | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования**<br>**уметь** использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов; | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB и SIMULINK в задачах предобработки и тематической обработке сигналов. |
| **Виды занятий** | Лекции,<br>практические занятия, СРС | Практические занятия, лабораторные работы, СРС | Практические занятия, лабораторные работы, СРС |

Согласована на портале № 9588

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Используемые средства оценивания** | • Контрольная работа;<br>• Устный опрос;<br>• Контроль выполнения домашнего задания;<br>• Экзамен. | • Проверка правильности выполнения практических заданий;<br>• Контрольная работа;<br>• Отчеты по ЛР;<br>• Экзамен | • Проверка правильности выполнения практических заданий;<br>• Контрольная работа;<br>• Отчеты по ЛР. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

**Таблица 3** – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **ОТЛИЧНО (высокий уровень)** | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **ХОРОШО (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)** | Обладает низким уровнем общих знаний | Обладает умениями на низком уровне, которые не достаточны для выполнения даже простых задач | Работает только при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

**Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **ОТЛИЧНО (высокий уровень)** | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования на высоком уровне знать:**<br>– основы спектрального анализа сигналов;<br>– методы и средства дискретизации сигналов и ошибки, порождаемые этими процессами;<br>– особенности построения, основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов;<br>– методы цифровой фильтрации и параметрического спектрального анализа; | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования на высоком уровне уметь** использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов; | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования на высоком уровне владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB и SIMULINK в задачах предобработки и тематической обработке сигналов. |
| **ХОРОШО (базовый уровень)** | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программиро-** | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного про-** | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области** |

Согласована на портале № 9588

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **вания хорошо знать:** основы спектрального анализа сигналов; методы и средства дискретизации сигналов и ошибки, порождаемые этими процессами; особенности построения, основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов; | **граммирования хорошо уметь** использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов; | **системного и прикладного программирования хорошо владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB и SIMULINK. |
| **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)** | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования знать:** основы спектрального анализа сигналов; методы и средства дискретизации сигналов и ошибки, порождаемые этими процессами. | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования уметь** использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов. | **Благодаря способности к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов. |

### 2.2 Компетенция ПК-7

**ПК-7:** Способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 5.

**Таблица 5** – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений знать:** основы спектрального анализа сигналов; методы и средства дискретизации сигналов и ошибки, порождаемые этими процессами; особенности построения, основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов; методы цифровой фильтрации и параметрического спектрального анализа; | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений уметь** использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов; | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB и SIMULINK в задачах предобработки и тематической обработке сигналов. |
| **Виды занятий** | Лекции, практические занятия, СРС | Практические занятия, лабораторные работы, СРС | Практические занятия, лабораторные работы, СРС |
| **Используемые средства оценивания** | – Контрольная работа;<br>– Устный опрос;<br>– Контроль выполнения домашнего задания;<br>– Экзамен. | – Проверка правильности выполнения практических заданий;<br>– Контрольная работа;<br>– Отчеты по ЛР; | – Проверка правильности выполнения практических заданий;<br>– Контрольная работа;<br>– Отчеты по ЛР. |

Согласована на портале № 9588

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | – Экзамен | |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

**Таблица 6** – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **ОТЛИЧНО (высокий уровень)** | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений на высоком уровне знать:** основы спектрального анализа сигналов; методы и средства дискретизации сигналов и ошибки, порождаемые этими процессами; особенности построения, основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений на высоком уровне уметь** использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов; | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений на высоком уровне владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB и SIMULINK в задачах предобработки и тематической обработке сигналов. |
| **ХОРОШО (базовый уровень)** | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений хорошо знать:** основные характеристики цифровых процессоров обработки сигналов; методы цифровой фильтрации и параметрического спектрального анализа. | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений хорошо уметь** использовать основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов. | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений хорошо владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов и, в частности, владеть практическими навыками работы с системами MATLAB. |
| **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)** | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений знать** основы спектрального анализа сигналов | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений уметь** использовать только основные положения теории и практики цифровой обработки сигналов. | **Благодаря способности к разработке и применению алгоритмических и программных решений владеть** практическими навыками по расчету основных характеристик систем цифровой обработки сигналов |

## 3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе, приведенном ниже.

### 3.1 Темы практических занятий

**8-ый семестр**

- Дискретные фильтры.
- Синтез цифровых фильтров.
- Модуляция и демодуляция сигналов.

### 3.2 Темы лабораторных работ

**8-ый семестр**

- Основы работы в MATLAB.
- Спектральный анализ сигналов.

Согласована на портале № 9588

– Расчет характеристик аналоговых систем.

### 3.3 Примеры типовых вопросов по контрольной работе

Пример варианта вопросов задания по контрольной работе 3 «ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ»

1) Поясните отличие между понятиями ряда и интеграла Фурье.
2) При каких условиях можно пользоваться формулой прямого преобразования Фурье?
3) Справедлив ли принцип суперпозиции для преобразования Фурье?
4) Дана функция ) ( ) ( ) ( τ −δ+τ+δ= tttx . Найдите спектральную характеристику ) ( ω jX .
5) Поясните отличие между односторонним и двусторонним преобразованиями Фурье.
6) Назовите особенности спектральных характеристик сигналов, описываемых нечетной и четной функциями.
7) Какая связь существует между спектром одиночного импульса и спектром периодического сигнала, образованного из таких импульсов?
8) Как изменяются амплитудная и фазовая спектральная характеристики сигнала при его запаздывании?
9) Что происходит со спектральной характеристикой при сжатии (растяжении) сигнала?
10) Как при помощи преобразования Фурье вычислить энергию сигнала?

### 3.4 Темы для самостоятельной работы (темы рефератов)

1. Спектральный анализ дискретных сигналов.
2. Дискретные системы.
3. Модуляция и демодуляция сигналов.

### 3.5 Вопросы для подготовки к контрольным точкам

1) Назовите предмет и задачи СЦОС.
2) В чем отличие аналогового, дискретного и цифрового сигналов?
3) В чем состоят преимущества и недостатки аналоговых систем? Цифровых систем?
4) Для чего применяются пространства сигналов?
5) Что такое частота Найквиста?
6) Дайте определение спектрального разложения сигнала.
7) Какие применения спектрального анализа сигналов вам известны?
8) Перечислите формы записи ряда Фурье.
9) Как зависит ширина спектра прямоугольного сигнала от параметра скважности?
10) Назовите условия существования преобразования Фурье.
11) Дайте определение спектрального разложения сигнала.
12) Какие применения спектрального анализа сигналов вам известны?
13) Перечислите формы записи ряда Фурье.
14) Как зависит ширина спектра прямоугольного сигнала от параметра скважности?
15) Назовите условия существования преобразования Фурье.
16) Что представляет собой спектр дискретного сигнала?
17) На примере спектра произвольного дискретного сигнала поясните появление ложных частот при восстановлении сигнала с $a)_в > F_N$.
18) Для каких сигналов применяют дискретное преобразование Фурье?
19) Поясните явление растекания спектра при периодическом продолжении сигнала.
20) Назовите четыре основных класса аналоговых систем обработки сигналов.

### 3.6 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Назовите известные вам способы описания линейных систем.
2. Что такое комплексный коэффициент передачи системы?
3. Что можно сказать о характере АЧХ линейной системы вблизи одного из нулей? Одного из полюсов?
4. Поясните отличия между ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ.
5. В чем заключается задача проектирования дискретного фильтра?
6. Какие классы методов синтеза дискретных фильтров вам известны?
7. Какие методы синтеза позволяют проектировать рекурсивные фильтры, нерекурсивные фильтры?
8. Какие типы фильтров позволяет синтезировать метод инвариантной импульсной характеристики?

Согласована на портале № 9588

9. Какой эффект дает применение окна в прямом методе синтеза с использованием окон?
10. Что такое квантование?
11. Какие форматы представления чисел в вычислительных устройствах вам известны?
12. В чем достоинства и недостатки формата с фиксированной запятой? с плавающей запятой?
13. Для каких фильтров особенно сильно проявляется негативный эффект от квантования коэффициентов?
14. Что такое предельные циклы?
15. Что такое модуляция (демодуляция) сигнала? когда она применяется?
16. Какие разновидности модуляции вам известны?
17. В чем преимущества и недостатки АМ с подавленной несущей? однополосной АМ?
18. Что можно сказать о спектре однотонального АМ-сигнала? гармонического УМ-сигнала?
19. В чем состоит преимущество квадратурной модуляции?
20. Когда применяется манипуляция, в чем ее отличие от модуляции? Перечислите известные вам виды манипуляции.
21. Что такое сигнальное созвездие?
22. За счет чего квадратурная манипуляция обладает повышенной помехоустойчивостью?
23. Какое колебание играет роль несущего при широтно-импульсной модуляции?
24. По каким признакам классифицируются системы адаптивной обработки сигналов?
25. Назовите преимущества и недостатки адаптивных алгоритмов LMS и RLS.
26. Для чего применяется экспоненциальное забывание в адаптивном алгоритме RLS?
27. Какие применения адаптивных фильтров вам известны?
28. Как включается адаптивный фильтр по отношению к исследуемой системе при прямой идентификации? обратной идентификации?
29. Что такое дискретный фильтр. В чем его преимущества и недостатки по сравнению с аналоговым фильтром? Какие типы фильтров можно (или нельзя) реализовать на базе секций первого порядка? второго порядка?
30. Что такое КИХ- и БИХ-фильтры? Назовите известные вам формы реализации дискретных рекурсивных фильтров.

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

4. Курячий, М.И. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов / М.И. Курячий – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2009. - 190 с. (60 экз.)

**Перечень методических указаний**

1. Антипин, М. Е. Цифровая обработка сигналов: Методические указания по проведению практических занятий [Электронный ресурс] / Антипин М. Е. — Томск: ТУСУР, 2014. — 5 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3894

5. Астафуров В.Г. Системы цифровой обработки сигналов. Методические указания по самостоятельной работе. – Томск: ТУСУР, 2015. – 7 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/bak230100/d47/

6. Кривцов О.А. Системы цифровой обработки сигналов. Практическое пособие по проведению лабораторных работ. - Томск, 2012, 75 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/spec230105/d51/

Согласована на портале № 9588