**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Цифровая обработка сигналов

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 24 | 24 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 12 | 12 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 54 | 54 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Экзамен: 5 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 28268

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «10» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 03.09.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

Заведующий обеспечивающей каф.
ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.
ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

профессор каф. ЭП _____ Л. Н. Орликов

Согласована на портале № 28268

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является изучение общих принципов описания сигналов; формирование целостного представления о физических и математических моделях, применяемых для исследования аналоговых и цифровых сигналов; освоение методов расчета параметров сигналов.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Задачей данной дисциплины является освоение студентами методов исследования аналоговых и цифровых сигналов; приобретение умений и навыков анализа параметров сигналов и расчета откликов в результате прохождения сигналов по непрерывным и дискретным цепям.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Акустооптические методы обработки информации, Оптические методы обработки информации.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– ОПК-2 способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

– ПК-1 способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** значение и место теории и техники цифровой обработки сигналов в системе современного уровня научных знаний; основные понятия в области представления информации и способов ее хранения, обработки и анализа из различных источников и баз данных с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; тенденции развития в области фотоники и оптоинформатики и основные задачи исследований в этой области.

– **уметь** представлять возможности и ограничения цифровой обработки сигналов на основе знания основных положений, законов и методов математики, информатики и электроники; осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; проводить анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.

– **владеть** навыками современных методов цифровой обработки сигналов; навыками поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; навыками анализа поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |

Согласована на портале № 28268

| | | |
|---|---|---|
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 24 | 24 |
| Лабораторные работы | 12 | 12 |
| Самостоятельная работа (всего) | 54 | 54 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 18 | 18 |
| Проработка лекционного материала | 8 | 8 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 28 | 28 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | | | |
| 1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов | 5 | 8 | 6 | 9 | 28 | ОПК-1, ОПК-2 |
| 2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи | 4 | 4 | 0 | 21 | 29 | ОПК-1, ОПК-2 |
| 3 Спектральный анализ дискретных сигналов | 5 | 6 | 6 | 10 | 27 | ОПК-1, ОПК-2, ПК-1 |
| 4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами | 4 | 6 | 0 | 14 | 24 | ОПК-1, ОПК-2, ПК-1 |
| Итого за семестр | 18 | 24 | 12 | 54 | 108 | |
| Итого | 18 | 24 | 12 | 54 | 108 | |

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

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Временной и | Классификация сигналов и основные определения. | 5 | ОПК-1, |

Согласована на портале № 28268

| | | | |
|---|---|---|---|
| спектральный анализ периодических и непериодических сигналов | Физические характеристики сигналов. Обобщенная структурная схема системы передачи информации. Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа. Теоремы о спектрах | | ОПК-2 |
| | Итого | 5 | |
| 2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи | Линейные стационарные цепи. Импульсная и переходная характеристики, их свойства. Методы исследования прохождения сигналов через линейные цепи: прямой, временной, комплексных амплитуд, спектральный метод и операторный метод. | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Спектральный анализ дискретных сигналов | Математическое описание сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Дискретные преобразования Фурье (ДПФ) и их свойства. Дискретные преобразования Лапласа (ДПЛ) и z-преобразования | 5 | ОПК-2, ПК-1 |
| | Итого | 5 | |
| 4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами | Введение в цифровую фильтрацию. Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры. Методы синтеза цифровых фильтров | 4 | ОПК-2, ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Математика | + | | + | |
| 2 Физика | + | | + | |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Акустооптические методы обработки информации | + | | + | |
| 2 Оптические методы обработки информации | + | | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Согласована на портале № 28268

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ОПК-2 | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-1 | + | + | + | | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов | Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях.Исследование спектров управляющих сигналов | 6 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Спектральный анализ дискретных сигналов | Изучение основ работы в пакете ScilabШумы квантования в АЦП – оценка и анализ | 6 | ОПК-2, ПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 28268

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов | Физические характеристики сигналов. Определение спектральных характеристик периодических сигналов. Определение спектральных характеристик непериодических сигналов. | 8 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 8 | |
| 2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи | Передаточная функция цепи, АЧХ и ФЧХ цепи. Временные характеристики цепи. Временной метод исследования прохождения сигналов через линейные цепи. Операторный метод исследования прохождения сигналов через линейные цепи. | 4 | ОПК-1, ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Спектральный анализ дискретных сигналов | Расчет спектральных характеристик дискретных сигналов. Дискретизация аналогового сигнала и расчет спектральной плотности дискретной последовательности. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Z- преобразование. | 6 | ОПК-2, ПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами | Частотные и временные характеристики трансверсальных и рекурсивных цифровых фильтров. Прохождение сигналов через цифровые фильтры. Синтез цифровых фильтров. | 6 | ОПК-2, ПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 24 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| 1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 7 | ОПК-1, ОПК-2 | Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 9 | | |
| 2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 7 | ОПК-1, ОПК-2 | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по | 12 | | |

Согласована на портале № 28268

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | лабораторным работам | | | |
| | Итого | 21 | | |
| 3 Спектральный анализ дискретных сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-1, ОПК-2 | Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-1, ОПК-2 | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 14 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 90 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| Контрольная работа | 10 | 5 | 5 | 20 |
| Опрос на занятиях | 4 | 4 | | 8 |
| Отчет по лабораторной работе | | 10 | 20 | 30 |
| Тест | 6 | 6 | | 12 |
| Итого максимум за период | 20 | 25 | 25 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 20 | 45 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|

Согласована на портале № 28268

| | |
|---|---|
| ≥ 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 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. — 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2798, дата обращения: 29.05.2018.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2799, дата обращения: 29.05.2018.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. - 5-е изд. - М.: Высшая школа, 2005. - 462[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 302 экз.)

3. Денисенко А.Н. Сигналы. Теоретическая радиотехника. Справочное пособие.–М: Горячая линия-Телеком, 2005.–704 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 101 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. / Каратаева Н. А., Богомолов С. И. - 2013. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3417, дата обращения: 29.05.2018.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебно-методическое пособие / Каратаева Н. А., Киселев П. С. - 2012. 34 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2790, дата обращения: 29.05.2018.

3. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе приведены в разделах Практические приложения: 3 стр.30-43; 4.8 стр.54-63; 5.3-5.5 стр. 70-87; 7 стр 115-148. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 28268

http://edu.tusur.ru/publications/2799, дата обращения: 29.05.2018.

4. Цифровая обработка сигналов: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» (5 семестр) специальности «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (код 210700.62) / Гельцер А. А., Рогожников Е. В., Абенов Р. Р. - 2013. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3464, дата обращения: 29.05.2018.

5. Цифровая обработка сигналов. Часть 1: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. - 2014. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3748, дата обращения: 29.05.2018.

6. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе приведены в разделах Практические приложения: 2.9 стр.46-55; 5.6 стр.114-121; 6.4 стр.132-145; 7.5 стр.162-166. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798, дата обращения: 29.05.2018.

#### 12.3.2. 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.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/ (свободный доступ);

2. Университетская информационная система РОССИЯ uisrussia.msu.ru (доступ по IP-адресам ТУСУРа.);

3. Информационные, справочные и нормативные базы данных - https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория «Радиотехнические цепи и сигналы»

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

Согласована на портале № 28268

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314а ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС (8 шт.);
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 (8 шт.);
- 8 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.
Программное обеспечение:
– Adobe Acrobat Reader
– Google Chrome

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория «Радиотехнические цепи и сигналы»
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314а ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС (8 шт.);
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 (8 шт.);
- 8 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.
Программное обеспечение:
– LibreOffice
– Microsoft Windows 8.1 и ниже
– Scilab
– Velleman PcLab2000LT
– XnView

**13.1.4. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 28268

### 13.2. 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 зрениями** 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.

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

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. Если электрический сигнал может быть описан непрерывной функцией во времени, то какой сигнал называют: / цифровым / дискретным / аналоговым / спектром сигнала / Фурье-преобразованием сигнала /

2. К основным энергетическим характеристикам электрических сигналов относят: / длительность сигнала, мощность сигнала, ширину полосы занимаемых частот / амплитуду сигнала, длительность сигнала, мощность сигнала / мощность сигнала, амплитуду сигнала, динамический диапазон / ширину полосы занимаемых частот, мощность сигнала, амплитуду сигнала / динамический диапазон, длительность сигнала, мощность сигнала /

3. Обобщенная структурная схема системы передачи информации определяет следующую очередность основных компонентов в процессе обработки сигналов: / преобразователь сигнала в сообщение, модулятор, среда передачи, демодулятор, преобразователь сообщения в сигнал / среда передачи, преобразователь сообщения в сигнал, демодулятор, модулятор, преобразователь сигнала в сообщение / преобразователь сообщения в сигнал, модулятор, среда передачи, демодулятор, преобразователь сигнала в сообщение / модулятор, преобразователь сигнала в сообщение, среда передачи, преобразователь сообщения в сигнал, демодулятор /

демодулятор, среда передачи, модулятор преобразователь сигнала в сообщение, преобразователь сообщения в сигнал

4. Спектр периодического сигнала отличается от спектра непериодического сигнала: / дискретным характером и периодическим повторением спектральных составляющих / непрерывным характером и периодическим повторением спектральных составляющих / дискретным характером и различием размерности характеристик / непрерывным характером и различием размерности характеристик / дискретным характером при одинаковой размерности характеристик / непрерывным характером при одинаковой размерности характеристик /

5. При укорочении длительности сигнала во временной области, в частотной области происходят: / расширение спектра этого сигнала с одновременным увеличением соответствующих спектральных составляющих / сужение спектра этого сигнала с одновременным увеличением соответствующих спектральных составляющих опасность / расширение спектра этого сигнала с одновременным уменьшением соответствующих спектральных составляющих / сужение спектра этого сигнала с одновременным уменьшением соответствующих спектральных составляющих /

6. При задержке сигнала во временной области, в частотной области происходят: / сдвиг

Согласована на портале № 28268

ФЧХ сигнала с одновременным увеличением соответствующих составляющих АЧХ спектра / сдвиг ФЧХ сигнала с одновременным уменьшением соответствующих составляющих АЧХ спектра / сдвиг ФЧХ сигнала с одновременным сохранением соответствующих составляющих АЧХ спектра / увеличение составляющих АЧХ спектра сигнала с одновременным сохранением ФЧХ / уменьшение составляющих АЧХ спектра сигнала с одновременным сохранением ФЧХ /

7. При воздействии на вход стационарной линейной цепи сигнала в виде гармонического колебания на выходе цепи могут формироваться колебания: / такой же амплитуды, как и на входе, и с возможными иными значениями частоты и фазы / такой же частоты, как и на входе, и с возможными иными значениями амплитуды и фазы / такой же фазы, как и на входе, и с возможными иными значениями амплитуды и частоты / только с иными значениями амплитуды, частоты и фазы на выходе /

8. Под передаточной характеристикой линейной цепи понимают: / отклик на выходе линейной цепи при воздействии на входе цепи идеального дельта импульса / отклик на выходе линейной цепи при входном воздействии, описываемом функцией включения / отклик на выходе линейной цепи при воздействии на входе цепи импульса экспоненциальной формы / зависимость амплитуды сигнала на выходе цепи при изменении на входе цепи амплитуды гармонического колебания (при постоянной частоте на входе цепи) / зависимость амплитуды сигнала на выходе цепи при изменении на входе цепи частоты гармонического колебания (при постоянной амплитуде на входе цепи) /

9. Под переходной характеристикой линейной цепи понимают: / отклик на выходе линейной цепи при воздействии на входе цепи гармонического колебания / отклик на выходе линейной цепи при воздействии на входе цепи идеального дельта импульса / отклик на выходе линейной цепи при входном воздействии, описываемом функцией включения / зависимость амплитуды сигнала на выходе цепи при изменении на входе цепи амплитуды гармонического колебания (при постоянной частоте на входе цепи) / зависимость амплитуды сигнала на выходе цепи при изменении на входе цепи частоты гармонического колебания (при постоянной амплитуде на входе цепи) /

10. При операторном методе определения реакции прохождения сигналов через линейные цепи используют: / преобразования Фурье / аналого-цифровые преобразования / преобразования Лапласа / цифро-аналоговые преобразования / Z-преобразования /

11. Под цифровым сигналом понимают сигнал, математическое описание которого: / непрерывно по времени и непрерывно по амплитуде / непрерывно по времени и дискретно по амплитуде / дискретно по времени и непрерывно по амплитуде / дискретно по времени и дискретно по амплитуде /

12. При преобразовании аналоговых сигналов в цифровой формат частоту дискретизации выбирают из условия: / не менее половины верхней частоты спектра аналогового сигнала / не менее значения верхней частоты спектра аналогового сигнала / не менее удвоенного значения верхней частоты спектра аналогового сигнала / не более половины верхней частоты спектра аналогового сигнала / не более значения верхней частоты спектра аналогового сигнала / не более удвоенного значения верхней частоты спектра аналогового сигнала /

13. Спектр дискретизированного сигнала совпадает по форме со спектром исходного аналогового сигнала в диапазоне частот от: / нуля до частоты, равной удвоенному значению частоты дискретизации / нуля до частоты, равной значению частоты дискретизации / нуля до частоты, равной половине значения частоты дискретизации / нуля до бесконечности / частоты, равной значению частоты дискретизации до бесконечности / частоты, равной удвоенному значению частоты дискретизации до бесконечности /

14. Прямое дискретное преобразование Фурье заключается в: / отображении дискретных отсчетов сигнала во временной области на дискретные отсчеты сигналов в частотной области / отображении дискретных отсчетов сигнала сигналов в частотной области на дискретные отсчеты во временной области / повышении частоты следования отсчетов сигнала во временной области путем передискретизации / снижении частоты следования отсчетов сигнала во временной области путем передискретизации /

15. Обратное дискретное преобразование Фурье заключается в: / отображении дискретных отсчетов сигнала во временной области на дискретные отсчеты сигналов в частотной области / отображении дискретных отсчетов сигнала сигналов в частотной области на дискретные отсчеты во временной области / повышении частоты следования отсчетов сигнала во временной области

Согласована на портале № 28268

путем передискретизации / снижении частоты следования отсчетов сигнала во временной области путем передискретизации /

16. Z-преобразование используют для анализа: / аналоговых сигналов и аналоговых цепей / аналоговых сигналов и дискретных цепей / дискретных сигналов и аналоговых цепей / дискретных сигналов и дискретных цепей /

17. Трансверсальный цифровой фильтр характеризуется: / отсутствием обратных связей в обработке сигналов и конечной импульсной характеристикой / наличием обратных связей в обработке сигналов и конечной импульсной характеристикой / отсутствием обратных связей в обработке сигналов и бесконечной импульсной характеристикой / наличием обратных связей в обработке сигналов и бесконечной импульсной характеристикой /

18. Рекурсивный цифровой фильтр характеризуется: / отсутствием обратных связей в обработке сигналов и конечной импульсной характеристикой / наличием обратных связей в обработке сигналов и конечной импульсной характеристикой / отсутствием обратных связей в обработке сигналов и бесконечной импульсной характеристикой / наличием обратных связей в обработке сигналов и бесконечной импульсной характеристикой /

19. Проектирование цифрового фильтра по аналоговому прототипу с использованием билинейного Z-преобразования по сравнению с методом инвариантности импульсных характеристик: / упрощается при одновременном учете искажений частотных характеристик / усложняется при одновременном учете искажений частотных характеристик / упрощается и не требует учета искажений частотных характеристик / усложняется, но не требует учета искажений частотных характеристик /

20. Отклик на входное воздействие выхода линейного цифрового фильтра определяется / сверткой входного сигнала и амплитудной характеристики фильтра / сверткой входного сигнала и частотной характеристики фильтра / сверткой входного сигнала и переходной характеристики фильтра / сверткой входного сигнала и импульсной характеристики фильтра /

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Перечень вопросов, выносимых на экзамен:

1. Энергетические характеристики сигналов
2. Обобщенное спектральное представление сигналов
3. Периодические сигналы и их свойства. Гармонические колебания
4. Разложение периодического сигнала по гармоникам
5. Спектральные характеристики периодического сигнала.
6. Спектральные характеристики непериодических сигналов.
7. Примеры спектрального представления непериодических сигналов
8. Теоремы о спектрах
9. Преобразование Лапласа
10. Свойства преобразования Лапласа
11. Обратное преобразование Лапласа
12. Математические модели линейной электрической цепи
13. Передаточная, импульсная, переходная характеристика цепи
14. Прохождение периодических сигналов через цепи (метод комплексных амплитуд)
15. Прохождение непериодических сигналов через цепи (операторный метод)
16. Временные методы анализа (интегралы Дюамеля)
17. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Обобщенная структурная схема системы цифровой обработки сигналов.
18. Спектр дискретного сигнала. Влияние формы дискретизирующих импульсов на характеристики дискретного сигнала
19. Разложение сигналов в ряд Котельникова.
20. Прямое и обратное ДПФ. Связь ДПФ и спектра дискретного сигнала
21. Свойства ДПФ
22. Прямое и обратное Z-преобразования. Свойства Z-преобразований
23. Цифровые фильтры. Основные структуры. Характеристики цифровых фильтров
24. Системная функция цифрового фильтра. Устойчивость дискретных систем
25. Синтез цифровых фильтров (метод билинейного Z-преобразования, метод инвариантной

Согласована на портале № 28268

импульсной характеристики)

26. Методы расчета отклика на выходе цифровых фильтров

Задание № 2-1-1 Известна системная функция цифрового фильтра: Выполнить следующую работу: 1. Изобразить структурную схему ЦФ; 2. Определить и изобразить графически импульсную характеристику ЦФ; 3. Определить и изобразить графически переходную характеристику ЦФ; 4. Рассчитать комплексную передаточную функцию ЦФ; 5. Определить и показать примерный вид АЧХ ЦФ ; 6. Определить и показать примерный вид ФЧХ ЦФ ; 7. Составить алгоритм обработки входной последовательности отсчетов.

Вариант № 1-1-1 Периодический дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан четырьмя равноотстоящими отсчетами , которые следуют через 1 мкс. Вычислите: 1. постоянную составляющую дискретного преобразования Фурье данного сигнала; 2. частоту дискретизации ; 3. интервал взятия выборки на частотной оси; 4. коэффициенты ДПФ . Восстановите: 5. аналоговый сигнал по Котельникову аналитически и графически; 6. аналоговый сигнал по Фурье аналитически и графически. Получите: 7. аналитическое выражение спектральной плотности дискретного сигнала и изобразите примерную огибающую спектра.

Задание № 1-1-1 Периодический дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан четырьмя равноотстоящими отсчетами , которые следуют через 1 мкс. Вычислите: 1. постоянную составляющую дискретного преобразования Фурье данного сигнала; 2. частоту дискретизации ; 3. интервал взятия выборки на частотной оси; 4. коэффициенты ДПФ . Восстановите: 5. аналоговый сигнал по Котельникову аналитически и графически; 6. аналоговый сигнал по Фурье аналитически и графически. Получите: 7. аналитическое выражение спектральной плотности дискретного сигнала и изобразите примерную огибающую спектра.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Задание 4. Вариант 1 Для линейной аналоговой цепи: • Рассчитать и построить импульсную характеристику. • Выполнить дискретизацию импульсной характеристики. • Рассчитать количество отсчетов импульсной характеристики, величина которых превышает 10% от максимального значения характеристики.

Задание 3. Вариант 1 • Получить аналитическое выражение и построить график для АЧХ линейной цепи [масштаб частотной оси оценивать в единицах $\alpha$, где $\alpha = 1/(RC)$]. (Обязательные расчетные точки на оси частот: $\omega = 0, \alpha, \infty$.) • Рассчитать и построить временные характеристики цепи. (Обязательные расчетные точки на оси времени: $t = 0, 1/\alpha, \infty$.)

Задание 2. Вариант 1 Для периодического сигнала с периодом, равным $4\tau$: • Дать математическое описание сигнала. • Вычислить три низшие ненулевые гармоники спектра сигнала и построить спектр амплитуд. • Рассчитать мощность (относительную) отброшенных спектральных составляющих.

Задание 1. Вариант 1 1. Записать аналитическое выражение для одиночного импульса. Определить постоянную и переменную составляющие сигнала. 2. Получить аналитическое выражение и построить график для четной и нечетной составляющих сигнала. 3. Рассчитать энергию одиночного импульса. Получить аналитическое выражение для средней и мгновенной мощностей. 4. Записать аналитическое выражение для периодического сигнала с периодом, равным $3\tau$. Определить постоянную и переменную составляющие сигнала. 5. Получить аналитическое выражение и построить графики для четной и нечетной составляющих периодического сигнала. 6. Рассчитать значение средней мощности. 7. Рассчитать эффективную длительность сигнала для энергетического критерия $\lambda = 0,9$

### 14.1.4. Темы опросов на занятиях

Расчет отклика на выходе электрической цепи

Временные характеристики цепей

Частотные характеристики цепей

Спектральные характеристики непериодических сигналов

Спектральные характеристики периодических сигналов

Физические характеристики сигналов

### 14.1.5. Темы лабораторных работ

Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях.

Согласована на портале № 28268

Исследование спектров управляющих сигналов
Изучение основ работы в пакете Scilab

Шумы квантования в АЦП – оценка и анализ

### 14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. 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.

Согласована на портале № 28268

**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.

Согласована на портале № 28268