**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
_____ П.Е. Троян
«19» _____12_____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# МОДАЛЬНЫЕ ФИЛЬТРЫ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телевидения и управления (ТУ)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 12 | 12 | часов |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| Самостоятельная работа | 102 | 102 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 180 | часов |
| | 5 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 1 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 60029

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Опережающая подготовка студентов в новой области модальной фильтрации.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Анализ модальных явлений и теории модальной фильтрации.
2. Моделирование, оптимизация и проектирование модальных фильтров.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01.
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 |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач | ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации объектов профессиональной деятельности с использованием систем автоматизированного проектирования | Владеет методами расчета, проектирования, конструирования и модернизации структур с модальными явлениями |
| | ОПК-4.2. Умеет выбирать пакеты прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности | Умение выбирать пакеты прикладных программ для решения задач обработки помеховых сигналов, позволяющих улучшить характеристики структур с модальными явлениями |
| | ОПК-4.3. Владеет современными программными средствами моделирования, проектирования и конструирования объектов профессиональной деятельности | Овладение современными программными средствами моделирования, проектирования и конструирования структур с модальными явлениями |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 60029

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-4. Способен к обеспечению информационной безопасности системного программного обеспечения инфокоммуникационной системы организации | ПКР-4.1. Знает модели и методы формирования комплексов средств по противодействию угрозам нарушения информационной безопасности | Владение моделями и методами формирования комплексов средств по противодействию преднамеренным электромагнитным воздействиям |
| | ПКР-4.2. Умеет принимать решения по обеспечению информационной безопасности системного программного обеспечения инфокоммуникационной системы | Умение принимать решения по обеспечению информационной безопасности системного программного обеспечения за счет использования структур с модальными явлениями |
| | ПКР-4.3. Владеет программными средствами защиты инфокоммуникационной системы | Владение программными средствами моделирования структур с модальными явлениями для защиты инфокоммуникационной системы в части преднамеренных электромагнитных воздействий |
| ПКС-1. Способен разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании радиоэлектронной аппаратуры | ПКС-1.1. Знает современные методы приема, передачи и обработки сигналов | Овладение основами передачи и обработки помеховых сигналов, поступающих на вход структур с модальными явлениями |
| | ПКС-1.2. Умеет разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, позволяющих улучшить технических характеристики радиоэлектронной аппаратуры | Приобретенные умения разработки новых методов и алгоритмов обработки помеховых сигналов, позволяющих улучшить характеристики структур с модальными явлениями |
| | ПКС-1.3. Владеет навыками проектирования радиоэлектронной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости | Ознакомление с разработкой и реализацией методов, обеспечивающих рост характеристик структур с модальными явлениями |

## 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 5 зачетных единиц, 180 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 |
|---|---|---|
| | | 1 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 42 | 42 |

Согласована на портале № 60029

| | | |
|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 12 | 12 |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 102 | 102 |
| Подготовка к контрольной работе | 21 | 21 |
| Подготовка к тестированию | 21 | 21 |
| Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 20 | 20 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 20 | 20 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 20 | 20 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 180 | 180 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 5 | 5 |

## 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 | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | | | |
| 1 Введение в модальную фильтрацию | 3 | 3 | 3 | 23 | 32 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| 2 Теоретические основы модальной фильтрации | 4 | 3 | 3 | 23 | 33 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| 3 Технология модального разложения | 4 | 3 | 3 | 23 | 33 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| 4 Оптимизация модальных фильтров | 4 | 3 | 3 | 23 | 33 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| 5 Экспериментальные исследования устройств на основе модальных искажений | 3 | - | - | 10 | 13 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| Итого за семестр | 18 | 12 | 12 | 102 | 144 | |
| Итого | 18 | 12 | 12 | 102 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 1 Введение в модальную фильтрацию | Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения. Нормативно-техническая документация. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |

Согласована на портале № 60029

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Теоретические основы модальной фильтрации | Принцип подавления помех. Классификация помех. Основные характеристики фильтров. Выбор конфигурации фильтра и основные типы. | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Технология модального разложения | Виды модальных искажений и их использование. Основы модальной фильтрации. Математические модели фильтров. Способы моделирования. | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Оптимизация модальных фильтров | Глобальные методы оптимизации. Классификация и анализ методов оптимизации. Достоинства и недостатки эволюционных алгоритмов. Оптимизация модальных фильтров. | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Экспериментальные исследования устройств на основе модальных искажений | Реализация модальных фильтров. Модальный фильтр для сети электропитания переменного тока, постоянного тока. Модальный фильтр для линий связи Ethernet. Рекомендации по размещению и установке фильтров. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 1 Введение в модальную фильтрацию | Основные подходы к геометрическому построению поперечных сечений модальных фильтров. Вычисление и анализ матриц первичных и вторичных параметров. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| 2 Теоретические основы модальной фильтрации | Формулировка основных критериев для оптимизации модальных фильтров. Оптимизация эвристическим поиском. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |

Согласована на портале № 60029

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Технология модального разложения | Введение в генетические алгоритмы. Реализация генетического алгоритма в системе TALGAT на примере тестовой функции. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| 4 Оптимизация модальных фильтров | Реализация генетического алгоритма на примере модального фильтра. Реализация программного кода. Оптимизация по выбранному критерию. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| Итого | | 12 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 1 Введение в модальную фильтрацию | Основные подходы к геометрическому построению поперечных сечений модальных фильтров. Вычисление и анализ матриц первичных и вторичных параметров. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| 2 Теоретические основы модальной фильтрации | Формулировка основных критериев для оптимизации модальных фильтров. Оптимизация эвристическим поиском. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| 3 Технология модального разложения | Введение в генетические алгоритмы. Реализация генетического алгоритма в системе TALGAT на примере тестовой функции. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| 4 Оптимизация модальных фильтров | Реализация генетического алгоритма на примере модального фильтра. Реализация программного кода. Оптимизация по выбранному критерию. | 3 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| Итого | | 12 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Согласована на портале № 60029

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 |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| 1 Введение в модальную фильтрацию | Подготовка к контрольной работе | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 23 | | |
| 2 Теоретические основы модальной фильтрации | Подготовка к контрольной работе | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 23 | | |

Согласована на портале № 60029

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Технология модального разложения | Подготовка к контрольной работе | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 23 | | |
| 4 Оптимизация модальных фильтров | Подготовка к контрольной работе | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 23 | | |
| 5 Экспериментальные исследования устройств на основе модальных искажений | Подготовка к контрольной работе | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 102 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 138 | | |

### 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 |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |

Согласована на портале № 60029

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-4 | + | + | + | + | Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару) |
| ПКР-4 | + | + | + | + | Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару) |
| ПКС-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару) |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| Контрольная работа | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Лабораторная работа | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Тестирование | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | 0 | 5 | 5 | 10 |
| Отчет по практическому занятию (семинару) | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 25 | 25 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 45 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|

Согласована на портале № 60029

| | | |
|---|---|---|
| 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) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Электромагнитная совместимость: модальные технологии: Учебное пособие / А. М. Заболоцкий, Т. Р. Газизов - 2018. 132 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8132.

2. Электромагнитная совместимость: численные методы решения задач электростатики: Учебное пособие для студентов технических направлений подготовки / С. П. Куксенко - 2020. 268 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9408.

3. Электромагнитная совместимость: преднамеренные силовые электромагнитные воздействия: Учебное пособие / А. М. Заболоцкий, Т. Р. Газизов, С. П. Куксенко - 2018. 114 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8163.

4. Радиоприемные устройства: Учебник / В. П. Пушкарёв - 2019. 226 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9325.

5. Дмитриева, М. Л. Электромагнитная совместимость и средства защиты: учебно-методическое пособие / М. Л. Дмитриева, В. П. Закарюкин, А. В. Крюков. – Иркутск: ИрГУПС, 2020. – 96 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/157884.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Акимов, М.Н. Основы электромагнитной безопасности. [Электронный ресурс] / М.Н. Акимов, С.М. Аполлонский. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 200 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90166.

2. Новые решения для обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата: моногр. / А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов, И.Ф. Калимулин. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

3. Веремеев, А. А. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие / А. А. Веремеев. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 128 с. – ISBN 978-5-7410-2414-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/160042.

4. Овсянников, А. Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник / А. Г. Овсянников, Р. К. Борисов. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 196 с. – ISBN 978-5-7782-3367-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/118157.

5. Никифоров, И. К. Радиоэлектронная и силовая электронная аппаратура. Электромагнитные компоненты и элементы, электромагнитная совместимость, основы магнитоэлектроники : учебное пособие / И. К. Никифоров ; под редакцией Г. П. Свинцова. — Чебоксары : ЧГУ им. И.Н. Ульянова, 2019. — 448 с. — ISBN 978-5-7677-2900-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/209528.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 60029

1. Пособие по самостоятельной работе студентов (СРС): Заболоцкий А.М. Модальные фильтры для защиты бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата: монография/А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2013. - 151с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).

2. Пособие по лабораторным занятиям: Калимулин И.Ф. Методики и модели для учета паразитных параметров печатных узлов при анализе ЭМС бортовой РЭА космических аппаратов / И.Ф. Калимулин [и др.]; рец. А. Ю. Матросова и В.А. Майстренко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 160 с. (Разделы 2, 3.1) (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

3. Пособие по лабораторным занятиям: Заболоцкий А.М. Временной отклик многопроводных линий передачи / А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: Томский государственный университет, 2007. - 152с. (Разделы 2, 5) (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.).

4. Молошная, Е. С. Электромагнитная совместимость : учебное пособие / Е. С. Молошная, О. В. Фоменко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 32 с. — ISBN 978-5-7262-1721-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/75750.

5. Дмитриева, М. Л. Электромагнитная совместимость и средства защиты : учебно-методическое пособие / М. Л. Дмитриева, В. П. Закарюкин, А. В. Крюков. — Иркутск : ИрГУПС, 2020. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/157884.

### 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. 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. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Лаборатория информатики: учебная аудитория для проведения занятий практического типа,

Согласована на портале № 60029

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 210 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Elcut6.0;
- Microsoft Visual Studio 2010;
- Microsoft Windows XP;
- TALGAT2016;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория информатики: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 210 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Elcut6.0;
- Microsoft Visual Studio 2010;
- Microsoft Windows XP;
- TALGAT2016;

### 8.4. 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.

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.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами

Согласована на портале № 60029

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 Введение в модальную фильтрацию | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

Согласована на портале № 60029

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Теоретические основы модальной фильтрации | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 3 Технология модального разложения | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 4 Оптимизация модальных фильтров | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

Согласована на портале № 60029

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Экспериментальные исследования устройств на основе модальных искажений | ОПК-4, ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | 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 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (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 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, 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 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |

Согласована на портале № 60029

| | |
|---|---|
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** 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 **системном** 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. По своему назначению помехоподавляющие фильтры – это, как правило, широкополосные:
   а. полосопропускающие фильтры;
   б. полосозаграждающие фильтры;
   в. фильтры верхних частот;
   г. фильтры нижних частот.
2. Модальные искажения в связанных линиях обусловлены различием (....) распространения мод:
   а. времени;
   б. задержек;
   в. частот;
   г. фаз.
3. Устройства защиты, разработанные на основе модальной технологии, будут называться
   а. полосопропускающими фильтрами;
   б. полосозаграждающими фильтрами;
   в. модальными фильтрами;
   г. фильтрами верхних частот.
4. В общем случае для n отрезков N-проводных межсоединений длиной восстановление будет наиболее эффективным при (....) приходе всех мод к концу структуры:
   а. последовательном;
   б. асинхронном;
   в. частом;
   г. одновременном.
5. Рост числа проводников микрополосковой линии (....) максимальную разность погонных задержек мод
   а. уменьшает;
   б. увеличивает;
   в. не влияет на;
   г. оказывает сильное влияние на.
6. Разложение импульсного сигнала возможно (....):
   а. в плоских кабелях;
   б. в круглых кабелях;
   в. в плоских и круглых кабелях;
   г. только в полосковых структурах.
7. Разложение импульсного сигнала в отрезке связанной линии длиной l возможно при условии, если (....) меньше модуля разности задержек распространения мод в линии:
   а. длительность фронта импульса;
   б. общая длительность импульса;
   в. длительность спада импульса;
   г. длительность плоской вершины импульса.
8. Суммарная мощность, рассеиваемая на нагрузках (....) всех каскадов, тем больше, чем больше каскадов реализовано в МФ:
   а. в конце активной линии;

Согласована на портале № 60029

б. в конце активной и пассивной линий;
в. в конце пассивной линии;
г. в начале активной и пассивной линий.

9. Нанесение влагозащитного слоя на модальный фильтр (....) характеристику модальной фильтрации:
а. ухудшает;
б. улучшает;
в. не влияет на;
г. незначительно влияет на.
10. Основным методом достижения высоких характеристик модальных фильтров является (....) параметров:
а. увеличение значений;
б. компановка;
в. систематизация;
г. оптимизация.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Режимы возбуждения связанной линии передачи.
2. Модальные искажения сигнала.
3. Различия условий минимизации модальных искажений и полного модального разложения.
4. Основы технологии модального разложения.
5. Модальное разложение в кабелях. Типы кабелей, в которых возможно модальное разложение.
6. Особенности разложения сверхкороткого импульса в плоских кабелях.
7. Классификация основных методов оптимизации. Основная задача оптимизации.
8. Принцип работы и особенности генетических алгоритмов и эволюционных стратегий.
9. Модальное разложение и последующее восстановление сверхкороткого импульса в печатных структурах.
10. Модальное разложение и последующее восстановление сверхкороткого импульса в плоских кабелях.

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Зеркально-симметричные модальные фильтры. Особенности.
2. Особенности разработки макетов зеркально-симметричных модальных фильтров.
3. Полное разложение сверхкороткого импульса в витке меандровой линии задержки в воздухе.
4. Максимизация длительности сверхкороткого импульса в витке меандровой линии задержки.
5. Достоинства и недостатки модальных фильтров по сравнению с традиционными устройствами защиты.
6. Особенности и применение модальных фильтров с TVS-сборкой.
7. Что такое сверхкороткие импульсы и почему они опасны.
8. Основные критерии оптимизации модальных фильтров, их физический смысл.
9. Способы задания псевдосогласования модальных фильтров.
10. Достоинства и недостатки генетических алгоритмов.

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Основные подходы к геометрическому построению поперечных сечений модальных фильтров. Вычисление и анализ матриц первичных и вторичных параметров.
2. Формулировка основных критериев для оптимизации модальных фильтров. Оптимизация эвристическим поиском.
3. Введение в генетические алгоритмы. Реализация генетического алгоритма в системе TALGAT на примере тестовой функции.
4. Реализация генетического алгоритма на примере модального фильтра. Реализация программного кода. Оптимизация по выбранному критерию.

Согласована на портале № 60029

### 9.1.5. Темы практических занятий

1. Основные подходы к геометрическому построению поперечных сечений модальных фильтров. Вычисление и анализ матриц первичных и вторичных параметров.
2. Формулировка основных критериев для оптимизации модальных фильтров. Оптимизация эвристическим поиском.
3. Введение в генетические алгоритмы. Реализация генетического алгоритма в системе TALGAT на примере тестовой функции.
4. Реализация генетического алгоритма на примере модального фильтра. Реализация программного кода. Оптимизация по выбранному критерию.

## 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 / электронном журнале 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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) |

Согласована на портале № 60029

| | | |
|---|---|---|
| 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.

Согласована на портале № 60029

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 59 от «28» 11 2018 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ТУ | Т.Р. Газизов | Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТУ | Т.Р. Газизов | Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТУ | А.Н. Булдаков | Согласовано, d65c269c-f546-4509-b920-73aeef59fee4 |
| Старший преподаватель, каф. ТУ | А.В. Бусыгина | Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТУ | А.О. Белоусов | Разработано, 44cfc0d1-5d0a-4278-aab5-4f04348418f4 |

Согласована на портале № 60029