**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 16 | 16 | часов |
| 2 | Практические занятия | 12 | 12 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 40 | 40 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 68 | 68 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е |

Зачет: 1 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6855

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 30 от «29» 8 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ТУ _____ Куксенко С. П.

Заведующий обеспечивающей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ Демидов А. Я.

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

доцент каф. ТУ _____ Булдаков А. Н.

Согласована на портале № 6855

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

освоение студентами теоретических основ моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронных средств и систем.

### 1.2. Задачи дисциплины

- анализ ЭМС радиоэлектронных средств и систем
- синтез ЭМС радиоэлектронных средств и систем
- оптимизация ЭМС радиоэлектронных средств и систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» (Б1.Б.7) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: .

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование СВЧ устройств, Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем, Теория и техника радиолокации и радионавигации.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;
- ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;
- ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;
- ПК-1 способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов;
- ПК-3 способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования;
- ПК-5 готовностью к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основы теории ЭМС
- **уметь** выбирать методы моделирования для задач ЭМС
- **владеть** основными методами моделирования задач ЭМС

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 1 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 40 | 40 |
| Лекции | 16 | 16 |
| Практические занятия | 12 | 12 |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 |
| Самостоятельная работа (всего) | 68 | 68 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 24 | 24 |

Согласована на портале № 6855

| | | |
|---|---|---|
| Проработка лекционного материала | 24 | 24 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | 20 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость час | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 3.0 | 3.0 |

## 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 | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Основы теории ЭМС радиоэлектронных средств и систем | 4 | 4 | 0 | 12 | 20 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| 2 | Математические модели радиоэлектронных средств и систем | 4 | 4 | 0 | 8 | 16 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| 3 | Основные виды анализа радиоэлектронных средств и систем в задачах ЭМС | 4 | 0 | 8 | 24 | 36 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| 4 | Методы оптимизации радиоэлектронных средств и систем в задачах ЭМС | 4 | 4 | 4 | 24 | 36 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 16 | 12 | 12 | 68 | 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 |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 6855

| 1 семестр | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Основы теории ЭМС радиоэлектронных средств и систем | Воздействия. Объекты. Эффекты. Ослабление. | 4 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Математические модели радиоэлектронных средств и систем | Классификация математических моделей. Модели компонентов. Модели линий передачи. Модели корпусов. Модели систем. | 4 | ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Основные виды анализа радиоэлектронных средств и систем в задачах ЭМС | Схемотехнический анализ. Квазистатический анализ. Электродинамический анализ. | 4 | ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Методы оптимизации радиоэлектронных средств и систем в задачах ЭМС | Градиентные методы. Стохастические методы. | 4 | ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

**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 представ-лены 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 |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 | Автоматизированное проектирование СВЧ устройств | | + | | |
| 2 | Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем | | + | + | + |
| 3 | Теория и техника радиолокации и радионавигации | + | | | |

**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

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| | Виды занятий | Формы контроля |
|---|---|---|

Согласована на портале № 6855

| Компетенции | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-2 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| ОПК-4 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| ОПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| ПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| ПК-3 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| ПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа |

Согласована на портале № 6855

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

## 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов | Содержание лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | |
| 3 Основные виды анализа радиоэлектронных средств и систем в задачах ЭМС | Квазистатическое моделирование. | 4 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-5 |
| | Электродинамическое моделирование. | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 4 Методы оптимизации радиоэлектронных средств и систем в задачах ЭМС | Оптимизация. | 4 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | |
| 1 Основы теории ЭМС радиоэлектронных средств и систем | Стандартные воздействия и виды анализа. | 4 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Математические модели радиоэлектронных средств и систем | Модели для временного отклика различных структур. | 4 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Методы оптимизации радиоэлектронных средств и систем в задачах ЭМС | Практическая оптимизация. | 4 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

Согласована на портале № 6855

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | | |
| 1 Основы теории ЭМС радиоэлектронных средств и систем | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 | Компонент своевременности, Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 2 Математические модели радиоэлектронных средств и систем | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 | Компонент своевременности, Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Основные виды анализа радиоэлектронных средств и систем в задачах ЭМС | Проработка лекционного материала | 8 | ПК-1, ПК-3, ПК-5, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5 | Компонент своевременности, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 24 | | |
| 4 Методы оптимизации радиоэлектронных средств и систем в задачах ЭМС | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-5 | Компонент своевременности, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 8 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 24 | | |
| Итого за семестр | | 68 | | |
| Итого | | 68 | | |

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной | Максимальный | Максимальный | Максимальный | Всего за |
|---|---|---|---|---|

Согласована на портале № 6855

| деятельности | балл на 1-ую КТ с начала семестра | балл за период между 1КТ и 2КТ | балл за период между 2КТ и на конец семестра | семестр |
|---|---|---|---|---|
| 1 семестр | | | | |
| Защита отчета | | | 10 | 10 |
| Компонент своевременности | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Конспект самоподготовки | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Контрольная работа | 4 | 5 | 5 | 14 |
| Опрос на занятиях | 4 | 5 | 6 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | | | 10 | 10 |
| Расчетная работа | 6 | 7 | 8 | 21 |
| Итого максимум за период | 24 | 27 | 49 | 100 |
| Нарастающим итогом | 24 | 51 | 100 | 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 |
|---|---|
| ≥ 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. Мелкозеров, А.О. Компьютерное моделирование и оптимизация электромагнитной

Согласована на портале № 6855

совместимости бортовой аппаратуры космических аппаратов: монография / А.О. Мелкозеров, Р.И. Аширбакиев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТУСУР, 2013. - 220 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

2. Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 245 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC

3. Газизов Т.Т., Мелкозеров А.О. Оптимизация генетическими алгоритмами: Учебное методическое пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2006. – 44 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g1.doc

### 12.2. Дополнительная литература

1. Газизов, Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. Томск: «ТМЛ-Пресс», 2007. 256 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Газизов, Т.Т. Синтез оптимальных проводных антенн [Текст] : монография / Т. Т. Газизов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2013. - 120 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### 12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т. Руководство по системе моделирования электромагнитной совместимости: Учебное методическое пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 109 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc

2. Газизов Т.Т., Мелкозеров А.О. Оптимизация генетическими алгоритмами: Учебное методическое пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 44 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g1.doc

3. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: Учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям для магистрантов направлений 11.04.01 «Радиотехника» и 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Куксенко С. П. - 2016. 72 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/6528, свободный.

### 12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. www.ece.unm.edu/summa/notes

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория с меловой доской, мультимедийным оборудованием и персональными компьютерами с установленными специализированным программным обеспечением для проведения лекционных и практических занятий. Системы TALGAT, Elcut, Concept-II.

## 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## 15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 6855

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

# Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **1**
Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- доцент каф. ТУ Куксенко С. П.

Зачет: 1 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6855

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) 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 (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ОПК-2 | способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры | Должен знать основы теории ЭМС; Должен уметь выбирать методы моделирования для задач ЭМС; Должен владеть основными методами моделирования задач ЭМС; |
| ОПК-4 | способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области | |
| ОПК-5 | готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы | |
| ПК-1 | способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов | |
| ПК-3 | способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования | |
| ПК-5 | готовностью к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов | |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций 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 | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, |

Согласована на портале № 6855

| | | | |
|---|---|---|---|
| | изучаемой области | определенных проблем в области исследования | приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Теоретические аспекты ЭМС радиоэлектронных средств и систем, необходимые для дальнейшего успешного выполнения учебной, научной и практической деятельности | Использовать навыки моделирования ЭМС на практике | Навыками моделирования ЭМС |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Расчетная работа;<br>• Зачет; |

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • анализирует связи между различными физическими понятиями в области ЭМС; | • свободно применяет методы моделирования ЭМС;<br>• корректно выражает и аргументировано | • способен руководить междисциплинарной командой по разработке рекомендаций в области ЭМС; |

Согласована на портале № 6855

| | | | |
|---|---|---|---|
| | • математически обосновывает выбор метода и план решения задачи; | обосновывает положения в области ЭМС; | |
| Хорошо (базовый уровень) | • понимает связи между различными физическими понятиями в области ЭМС;<br>• свободно владеет специальной терминологией в области ЭМС; | • самостоятельно подбирает методы моделирования ЭМС;<br>• корректно выражает и аргументировано обосновывает положения в области ЭМС; | • компетентен в различных аспектах теории ЭМС при работе в междисциплинарной команде; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • дает определения основных понятий теории ЭМС радиоэлектронных средств и систем;<br>• воспроизводит основные факты ЭМС; | • умеет работать со справочной литературой;<br>• умеет представлять результаты своей работы; | • компетентен в основных аспектах теории ЭМС при решении типовых задач; |

**2.2 Компетенция ОПК-4**

ОПК-4: способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

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 | Особенности моделирования и оптимизации при решении задач ЭМС | Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области ЭМС | Навыками поиска требуемой информации для обеспечения ЭМС на практике |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Расчетная работа;<br>• Зачет; |

Согласована на портале № 6855

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Достоинства и недостатки видов анализа и методов оптимизации элементов и устройств радиоэлектронных средств и систем; | • Самостоятельно приобретать и использовать знания и умения по новым видами анализа и методам оптимизации элементов и устройств радиоэлектронных средств и систем; | • Обладает навыками выбора предпочтительного вида анализа и метода оптимизации элементов и устройств радиоэлектронных средств и систем при выполнении практической деятельности; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Особенности применимости того или иного вида анализа и метода оптимизации элементов и устройств радиоэлектронных средств и систем; | • Самостоятельно приобретать и использовать знания и умения по новым видами анализа и методам оптимизации элементов и устройств радиоэлектронных средств и систем для решения типовых задач; | • компетентен в различных ситуациях, касающихся ЭМС радиоэлектронных средств и систем;<br>• владеет основными видами анализа и методами оптимизации элементов и устройств радиоэлектронных средств и систем; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Воспроизводит основные факты видов анализа и методов оптимизации элементов и устройств радиоэлектронных средств и систем; | • умеет работать со справочной литературой;<br>• способен самостоятельно приобретать новые и умения по новым видами анализа и методам оптимизации элементов и устройств радиоэлектронных средств и систем для решения простых практических задач; | • Владеет терминологией анализа и оптимизации элементов и устройств радиоэлектронных средств и систем; |

**2.3 Компетенция ОПК-5**

ОПК-5: готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Основные виды анализа радиоэлектронных средств и систем в | Выбирать вид анализа и аргументировано защищать результаты | Навыками оформления, представления и доклада по результатам |

Согласована на портале № 6855

| | задачах ЭМС | выполненной работы | проделанной работы |
|---|---|---|---|
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Расчетная работа;<br>• Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • особенности оформления полученных результатов;<br>• аргументирует выбор форм представлений отчетов и докладов; | • оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы; | • свободно владеет разными способами представления информации; |
| Хорошо (базовый уровень) | • особенности оформления и представления полученных результатов; | • докладывать и аргументировано защищать результаты своей работы; | • владеет разными способами представления информации; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • особенности представления полученных результатов; | • докладывать результаты своей работы; | • способен корректно представить знания и информацию; |

### 2.4 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Особенности математического моделирования при выполнении самостоятельного | Самостоятельно выбирать метод исследования, осуществлять постановку задачи | Навыками выбора метода исследования, навыками обработки результатов |

Согласована на портале № 6855

| | | | |
|---|---|---|---|
| | исследования и обработке результатов | исследования и формирования плана его реализации | |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Расчетная работа;<br>• Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Особенности методов исследования при моделировании;<br>• Классификацию математических моделей;<br>• Способы обработки результатов; | • Выбирает метод исследования;<br>• Осуществляет постановку задачи исследования;<br>• Формирует план реализации исследования; | • Обладает навыками самостоятельного выбора математической модели, методов исследования и обработки результатов; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Особенности математического моделирования;<br>• Классификацию математических моделей;<br>• Способы обработки результатов; | • Выбирает метод исследования;<br>• Осуществляет постановку задачи исследования; | • Обладает навыками самостоятельного выбора методов исследования и обработки результатов; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Классификацию математических моделей;<br>• Способы обработки результатов; | • Обоснованно выбирает метод исследования; | • Обладает навыками самостоятельной обработки результатов; |

**2.5 Компетенция ПК-3**

ПК-3: способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Согласована на портале № 6855

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Эффективные алгоритмы решения сформулированных задач | Разрабатывать и обеспечивать программную реализацию алгоритмов | Навыками использования современных языков программирования |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Расчетная работа;<br>• Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Особенности объектно-ориентированного анализа и проектирования;<br>• Особенности алгоритмов предметной области;<br>• Принципы работы компиляторов; | • Разрабатывать и обеспечивать программную реализацию алгоритмов с использованием объекто-ориентированного анализа и проектирования;<br>• Использовать оптимизацию программного кода при реализации алгоритмов;<br>• Выбирать наиболее эффективный компилятор при решении практических задач; | • Обладает навыками самостоятельного выбора наиболее подходящего языка программирования для реализации эффективных алгоритмов;<br>• Различными приемами оптимизации программного кода;<br>• Приемами, обеспечивающими эффективную параллелизацию алгоритмов ; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Особенности объектно-ориентированного анализа и проектирования;<br>• Особенности алгоритмов предметной | • Разрабатывать и обеспечивать программную реализацию алгоритмов с использованием объекто-ориентированного | • Обладает навыками самостоятельного выбора наиболее подходящего языка программирования для реализации эффективных |

Согласована на портале № 6855

| | | | |
|---|---|---|---|
| | области; | анализа и проектирования;<br>• Использовать оптимизацию программного кода при реализации алгоритмов; | алгоритмов;<br>• Различными приемами оптимизации программного кода; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Особенности алгоритмов предметной области; | • Разрабатывать и обеспечивать программную реализацию алгоритмов с использованием объекто-ориентированного анализа и проектирования; | • Обладает навыками самостоятельного выбора наиболее подходящего языка программирования для реализации эффективных алгоритмов;<br>• Навыками базовых приемов оптимизации программного кода; |

**2.6 Компетенция ПК-5**

ПК-5: готовностью к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Особенности составления обзоров и отчетов, разработки рекомендаций | Составлять обзоры, формировать отчеты и разрабатывать рекомендации | Навыками составления обзоров, отчетов и разработки рекомендаций |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Расчетная работа;<br>• Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично | • Последовательность | • Составлять отчеты и | • Навыками |

Согласована на портале № 6855

| | | | |
|---|---|---|---|
| (высокий уровень) | составления обзоров и отчетов;<br>• Методики разработки рекомендаций; | обзоры;<br>• Разрабатывать и аргументировано обосновывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов; | корректного представления информации;<br>• Навыками самостоятельного составления отчетов и обзоров и разработки рекомендаций; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Последовательность составления обзоров и отчетов;<br>• Методики разработки рекомендаций; | • Составлять отчеты и обзоры;<br>• Разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов; | • Навыками самостоятельного составления отчетов и обзоров и разработки рекомендаций; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Последовательность составления обзоров и отчетов; | • Составлять отчеты и обзоры; | • Навыками самостоятельного составления отчетов и обзоров и разработки рекомендаций; |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются 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 следующем составе.

### 3.1 Вопросы на самоподготовку

- Особенности методов оптимизации радиоэлектронных средств.
- Способы ослабления восприимчивости к кондуктивным и излучаемых эмиссиям.
- Особенности экранирования радиоэлектронных средств.
- Сравнительный анализ математических моделей, используемых при моделировании задач ЭМС.
- Классификация численных методов электродинамического анализа.

### 3.2 Темы опросов на занятиях

- Классификация источников помех.
- Средства обеспечения ЭМС.
- Достоинства и недостатки численных методов моделирования ЭМС.
- Особенности использования объектно-ориентированного программирования при моделировании задач ЭМС.
- Ограничения по использованию градиентных методов оптимизации.
- Последовательность составления отчетов по результатам исследований в области ЭМС.

### 3.3 Темы контрольных работ

- Особенности построения математических моделей
- Виды анализа
- Стандартные воздействия
- Рекомендации по использованию экранирования
- Особенности программной реализации при разработке методов оптимизации
- Разработка алгоритмов при квазистатическом моделировании
- Особенности учета требований ЭМС при разработке радиоэлектронной аппаратуры

Согласована на портале № 6855

### 3.4 Темы расчетных работ

– Синтез волнового сопротивления микрополосковой линии с помощью аналитических формул.

– Оценка эффективности ослабления электромагнитного поля металлическими экранами.

– Разработка и реализация алгоритма расчета волнового сопротивления кабеля RG-316au.

– Оценка точности вычислений при квазистатическом анализе.

– Вычисление временного отклика трехпроводной линии передачи с помощью квазистатического анализа.

– Оптимизация параметров фильтра нижних частот.

### 3.5 Темы лабораторных работ

– Оптимизация линий передачи
– Квазистатическое моделирование линий передачи
– Электродинамическое моделирование линий передачи

### 3.6 Зачёт

– Термины в области ЭМС
– Способы обеспечения ЭМС
– Особенности экранирования
– Методы передачи помех
– Источники помех
– Квазистатический анализ
– Схемотехнический анализ
– Электродинамический анализ
– Градиентные методы оптимизации
– Стохастические методы оптимизации
– Классификация математических моделей
– Модели линий передачи
– Модели вычисления временного отклика

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Мелкозеров, А.О. Компьютерное моделирование и оптимизация электромагнитной совместимости бортовой аппаратуры космических аппаратов: монография / А.О. Мелкозеров, Р.И. Аширбакиев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТУСУР, 2013. - 220 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

2. Газизов Т.Р. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 245 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g8.DOC

3. Газизов Т.Т., Мелкозеров А.О. Оптимизация генетическими алгоритмами: Учебное методическое пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2006. – 44 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g1.doc

### 4.2. Дополнительная литература

1. Газизов, Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. Томск: «ТМЛ-Пресс», 2007. 256 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Газизов, Т.Т. Синтез оптимальных проводных антенн [Текст] : монография / Т. Т.

Согласована на портале № 6855

Газизов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2013. - 120 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т. Руководство по системе моделирования электромагнитной совместимости: Учебное методическое пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 109 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g2.doc
2. Газизов Т.Т., Мелкозеров А.О. Оптимизация генетическими алгоритмами: Учебное методическое пособие. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 44 с. [Электронный ресурс]. - http://tu.tusur.ru/upload/posobia/g1.doc
3. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: Учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям для магистрантов направлений 11.04.01 «Радиотехника» и 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Куксенко С. П. - 2016. 72 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/6528, свободный.

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. www.ece.unm.edu/summa/notes

Согласована на портале № 6855