**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

# Антенны

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 18 | | 18 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 17 | 35 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 18 | | 18 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | | 8 | 8 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 54 | 25 | 79 | часов |
| 6 | Из них в интерактивной форме | 18 | | 18 | часов |
| 7 | Самостоятельная работа | 18 | 47 | 65 | часов |
| 8 | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | 144 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 72 | 72 | 144 | часов |
| | | 2.0 | 2.0 | 4.0 | З.Е |

Зачет: 5 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 6 семестр

Согласована на портале № 8667

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от «22» 12 2016 г.

Томск 2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. СВЧиКР _____ Фатеев А. В.

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ Шарангович С. Н.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

доцент ТУСУР, каф. СВЧиКР _____ Мандель А. Е.

старший преподаватель ТУСУР, каф. РТС _____ Ноздреватых Д. О.

Согласована на портале № 8667

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Антенны» является подготовка специалистов в области создания и обеспечения функционирования антенн в радиоэлектронных системах и комплексах различного назначения.

### 1.2. Задачи дисциплины

- • основных классов антенн, их параметров и характеристик;
- • основных конструкций антенн;
- • методов моделирования антенн;
- • различных способов согласования антенн в фидерном тракте,
- • методов измерений основных параметров и характеристик антенн.
-

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Антенны» (Б1.Б.15.2) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Устройства СВЧ, Физика, Электродинамика.

Последующими дисциплинами являются: Распространение радиоволн.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-3 способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;
- ПК-5 способностью использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых антенн для радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения; физическую сущность волновых процессов, происходящих в антенн, их математическое описание;
- **уметь** осуществлять с учётом технико-экономической оптимизации схемотехническое проектирование разрабатываемых антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ; проводить натурный эксперимент по измерению основных параметров и характеристик антенн; решать задачи анализа и расчёта характеристик антенн; разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники антенн для радиоэлектронных систем и комплексов; выбирать антенны с учётом требований миниатюризации, электромагнитной совместимости и технологичности;
- **владеть** первичными навыками настройки и регулировки антенн при их производстве, установке и технической эксплуатации; навыками разработки типовых антенн.

## 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 | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 79 | 54 | 25 |
| Лекции | 18 | 18 | |
| Практические занятия | 35 | 18 | 17 |
| Лабораторные занятия | 18 | 18 | |
| Контроль самостоятельной работы (курсовой | 8 | | 8 |

Согласована на портале № 8667

| | | | |
|---|---|---|---|
| проект / курсовая работа) | | | |
| Из них в интерактивной форме | 18 | 18 | |
| Самостоятельная работа (всего) | 65 | 18 | 47 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 7 | 7 | |
| Проработка лекционного материала | 9 | 9 | |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 49 | 2 | 47 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 72 | 72 |
| Общая трудоемкость час | 144 | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 4.0 | 2.0 | 2.0 |

## 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 | Курсовая работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 9 | ПК-3, ПК-5 |
| 2 | Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| 3 | Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны | 2 | 0 | 4 | 4 | 0 | 10 | ПК-3, ПК-5 |
| 4 | Вибраторные антенны | 2 | 4 | 0 | 1 | 0 | 7 | ПК-3, ПК-5 |
| 5 | Вибраторные антенны | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| 6 | Апертурные антенны | 2 | 4 | 4 | 3 | 0 | 13 | ПК-3, ПК-5 |
| 7 | Апертурные антенны | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| 8 | Антенные решётки | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 9 | ПК-3, ПК-5 |
| 9 | Антенные решётки | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| 10 | Измерения параметров и характеристик антенн | 2 | 0 | 4 | 3 | 0 | 9 | ПК-3, ПК-5 |
| 11 | Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | 2 | 2 | 6 | 5 | 0 | 15 | ПК-3, ПК-5 |

Согласована на портале № 8667

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | 0 | 17 | 0 | 23 | 0 | 40 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 18 | 35 | 18 | 65 | 8 | 144 | |

### 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 Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн | Дальняя, промежуточная и ближняя зоны поля излуче-ния антенн. Комплексная векторная диаграмма направленности, КНД, коэффициент усиления, дей-ствующая высота антенны. Теорема взаимности при-менительно к приёмным антеннам. Цепь приёмной ан-тенны и мощность, поступающая в нагрузку. Шумовая температура. | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны | Линейные непрерывные и дискретные системы. Множитель направленности. Способы подавления дифракционных максимумов. Директорные и логопериодические антенны. Диэлектрические и спиральные антенны. Применения. | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Вибраторные антенны | Распределение тока и заряда в симметричном вибрато-ре. Диаграмма направленности, сопротивление излучения и КНД симметричного вибратора. Входное со-противление. Типы вибраторов: петлеобразный, щелевой, штыревой, способы их питания. Способы расширения рабочего диапазона вибраторов. Связанные вибраторы. Печатные слабонаправленные антенны. Применения. | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Апертурные антенны | Внешняя и внутренняя задачи анализа апертурных антенн и методы их решения. Волноводные и рупорные | 2 | ПК-3, ПК-5 |

Согласована на портале № 8667

| | | | |
|---|---|---|---|
| | антенны. Линзовые и зеркальные антенны, их разновидности. Конструкции и характеристики, применения. | | |
| | Итого | 2 | |
| 8 Антенные решётки | Антенные решётки. Теорема о перемножении диаграмм направленности однотипных элементов решётки. Анализ множителя решётки. Поверхностные антенные решётки. Фазированные антенные решётки, сканирующие и многолучевые. Схемы питания. Применения. | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 10 Измерения параметров и характеристик антенн | Оборудование и условия измерений антенн. Измерения амплитудной, фазовой и поляризационных диаграмм. Методы измерения коэффициента усиления. Измерения параметров и характеристик антенн в ближней и дальней донах. | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 11 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | Моделирование антенн и антенных систем в системе автоматизированного проектирования CST MW Studio. | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 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 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 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Устройства СВЧ | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 | Физика | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 3 | Электродинамика | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Распространение радиоволн | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 8667

представлено в таблице 5.4

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

| Компетенции | Виды занятий | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | Самостоятельная работа | |
| ПК-3 | + | + | + | + | + | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Дифференцированный зачет |
| ПК-5 | + | + | + | + | + | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Дифференцированный зачет |

**6. Интерактивные методы и формы организации обучения**

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в

Согласована на портале № 8667

таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Интерактивные практические занятия | Всего |
|---|---|---|
| 5 семестр | | |
| Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением | 18 | 18 |
| Итого за семестр: | 18 | 18 |
| 6 семестр | | |
| Итого за семестр: | 0 | 0 |
| Итого | 18 | 18 |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 3 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны | Исследование диэлектрических антенн | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Апертурные антенны | Исследование коэффициента усиления рупор-ных антенн | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 10 Измерения параметров и характеристик антенн | Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 11 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности | 6 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 8667

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн | Характеристики и параметры передающих и при-ёмных антенн. Электрически малые излучатели. | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Вибраторные антенны | Симметричные и несимметричные вибраторы, антенны бегущих волн | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Апертурные антенны | Открытый конец волновода, рупорные антенны, линзовые и зеркальные антенны | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Антенные решётки | Системы двух вибраторов. Линейные эквиди-стантные решётки. Директорные и логопериоди-ческие антенны. Волноводные щелевые решётки. Плоские решётки. | 4 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 11 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | Основы автоматизированного проектирования разрабатываемых антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования | 2 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| 6 семестр | | | |
| 12 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | Основы автоматизированного проектирования разрабатываемых антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования | 17 | ПК-3, ПК-5 |
| | Итого | 17 | |
| Итого за семестр | | 17 | |
| Итого | | 35 | |

## 9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 8667

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| 1 Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-3, ПК-5 | Зачет, Конспект самоподготовки |
| | Итого | 1 | | |
| 3 Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны | Проработка лекционного материала | 2 | ПК-3, ПК-5 | Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 4 Вибраторные антенны | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-3, ПК-5 | Зачет, Конспект самоподготовки |
| | Итого | 1 | | |
| 6 Апертурные антенны | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-3, ПК-5 | Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 8 Антенные решётки | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-3, ПК-5 | Зачет, Конспект самоподготовки |
| | Итого | 1 | | |
| 10 Измерения параметров и характеристик антенн | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-3, ПК-5 | Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 11 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-3, ПК-5 | Зачет, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| Итого за семестр | | 18 | | |
| 6 семестр | | | | |

Согласована на портале № 8667

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-3, ПК-5 | Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Вибраторные антенны | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-3, ПК-5 | Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки |
| | Итого | 6 | | |
| 7 Апертурные антенны | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-3, ПК-5 | Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки |
| | Итого | 6 | | |
| 9 Антенные решётки | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-3, ПК-5 | Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки |
| | Итого | 6 | | |
| 12 Электродинамическое моделирование антенн и автоматизированные измерения их параметров и характеристик | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 23 | ПК-3, ПК-5 | Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки |
| | Итого | 23 | | |
| Итого за семестр | | 47 | | |
| Итого | | 65 | | |

## 10. Курсовая работа

Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции

| Содержание курсовой работы | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| 6 семестр | | |
| Курсовой проект | 8 | ПК-3, ПК-5 |
| Итого за семестр | 8 | |

### 10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– 1. Волноводно-щелевая антенная решётка резонансного типа 2. Волноводно-щелевая антенная решётка с частотным сканированием 3. Микрополосковая антенная решётка 4. Многолучевая микрополосковая антенная решётка 5. Параболическая зеркальная антенна РЛС обнаружения воздушных целей 6. Логопериодическая вибраторная антенна станций контроля электромагнитной обстановки

Согласована на портале № 8667

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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 | | | | |
| Зачет | | | 30 | 30 |
| Конспект самоподготовки | 7 | 7 | 6 | 20 |
| Отчет по лабораторной работе | 15 | 15 | 20 | 50 |
| Итого максимум за период | 22 | 22 | 56 | 100 |
| Нарастающим итогом | 22 | 44 | 100 | 100 |
| 6 семестр | | | | |
| Дифференцированный зачет | | | 30 | 30 |
| Защита курсовых проектов (работ) | | | 50 | 50 |
| Компонент своевременности | 1 | 1 | 3 | 5 |
| Конспект самоподготовки | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Итого максимум за период | 6 | 6 | 88 | 100 |
| Нарастающим итогом | 6 | 12 | 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) |

Согласована на портале № 8667

| | | |
|---|---|---|
| 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. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2794, свободный.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
3. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов/ Ю.В. Пименов и др. – М.: Радио и связь, 2002. – 536 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)
4. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 163 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/715, свободный.

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

1. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. (УМП по практическим работам) [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2795, свободный.
2. Антенны и устройства СВЧ: Учебно-методическое пособие по курсовой работе для студентов, обучающихся по направлениям подготовки специалистов 210601.65 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Гошин Г. Г., Буянов Ю. И., Фатеев А. В. - 2013. 77 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3745, свободный.
3. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2013. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3699, свободный.
4. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3700, свободный.
5. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3723, свободный.
6. Исследование диэлектрических антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3722, свободный.
7. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7, свободный.

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

1. http://www.cst.com
2. http://www.keysight.com

Согласована на портале № 8667

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная лаборатория (328) оборудована необходимыми установками и приборами для проведения лабораторных работ по дисциплинам, обеспечиваемым кафедрой СВЧиКР с вы-ходом в Internet:

Измерительное и презентационное оборудование фирм Микран, Agilent, Advantest, Planar, InFocus

## 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## 15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 8667

**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

# Антенны

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:

- доцент каф. СВЧиКР Фатеев А. В.

Зачет: 5 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 8667

## 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 |
|---|---|---|
| ПК-5 | способностью использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн | Должен знать принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых антенн для радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения; физическую сущность волновых процессов, происходящих в антенн, их математическое описание; ;<br>Должен уметь осуществлять с учётом технико-экономической оптимизации схемотехническое проектирование разрабатываемых антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ; проводить натурный эксперимент по измерению основных параметров и характеристик антенн; решать задачи анализа и расчёта характеристик антенн; разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники антенн для радиоэлектронных систем и комплексов; выбирать антенны с учётом требований миниатюризации, электромагнитной совместимости и технологичности;;<br>Должен владеть первичными навыками настройки и регулировки антенн при их производстве, установке и технической эксплуатации; навыками разработки типовых антенн.; |
| ПК-3 | способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ | |

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 | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |

Согласована на портале № 8667

| | | | |
|---|---|---|---|
| | применимости | проблем | |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-5

ПК-5: способностью использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн.

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 | принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых антенн для радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения; | осуществлять с учётом технико-экономической оптимизации схемотехническое проектирование разрабатываемых антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ; | навыками разработки типовых антенн. |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Интерактивные практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Зачет;<br>• Конспект | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Защита курсовых проектов (работ); | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Защита курсовых проектов (работ); |

Согласована на портале № 8667

| | | | |
|---|---|---|---|
| | самоподготовки;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Зачет;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; | • Зачет;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Зачет;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; | • Зачет;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Зачет;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; |

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) | • основные принципы схемотехнического моделирования антенн; | • самостоятельно осваивать пакеты прикладных программ схемотехнического моделирования антенн; | • владеет первичными навыками работы в пакетах прикладных программ для схемотехнического моделирования антенн; |
| Хорошо (базовый уровень) | • имеет представление об основных принципах схемотехнического моделирования антенн; | • свободно использовать пакеты прикладных программ схемотехнического моделирования антенн; | • частично владеет первичными навыками работы в пакетах прикладных программ для схемотехнического моделирования антенн; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • даёт определения основным принципам схемотехнического моделированияантенн; | • показывает неполное, недостаточное умение использование пакетов прикладных программ схемотехнического моделирования антенн; | • демонстрирует неполное владение первичными навыками работы в пакетах прикладных программ для схемотехнического моделирования антенн; |

**2.2 Компетенция ПК-3**

ПК-3: способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

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 | физическую сущность волновых процессов, происходящих в антенн, их математическое описание; | решать задачи анализа и расчёта характеристик антенн; разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники антенн для радиоэлектронных | навыками разработки типовых антенн. |

Согласована на портале № 8667

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | систем и комплексов; | |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Интерактивные практические занятия;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Интерактивные практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Зачет;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Зачет;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Защита курсовых проектов (работ);<br>• Зачет;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Зачет;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Защита курсовых проектов (работ);<br>• Зачет;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Зачет;<br>• Курсовое проектирование / Курсовая работа; |

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) | • Знает основные принципы проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; | • свободно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; | • владеет навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Имеет представление об основных принципах проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; | • самостоятельно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; | • частично владеет навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; |

Согласована на портале № 8667

| | | | |
|---|---|---|---|
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Даёт определения основным принципам проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; | • показывет недостаточные навыки разработки и проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; | • демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; |

## 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

– Параметры и характеристики антенн Вибраторные антенны Апертурные антенны Антенные решётки

### 3.2 Зачёт

– 1. Приемные антенны. Условия приема максимальной мощности. 2. Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приемных антенн. 3. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны. 4. Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути ее снижения. 5. Особенности работы антенн на низких и высоких частотах. 6. Энергетические соотношения в приемных антеннах на СВЧ в согласованном и рассогласованном режимах. 7. Формула идеальной радиопередачи с пояснениями. 8. Общие свойства антенн малых электрических размеров. Элементарные излучатели линейной и круговой поляризации. 9. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротив-ление излучения, КНД. 10. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, действующая длина, эффект укорочения длины вибратора, входное сопротивление. 11. Конструкции симметричных линейных вибраторных антенн. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий. Применения. 12. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Способы питания посредством двух-проводной и коаксиальной линий, ДН, применения. 13. Конструкции несимметричных вибраторов. Способы возбуждения, ДН, при-менения.

### 3.3 Вопросы дифференцированного зачета

– 1. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей 2. Назначение и классификация антенн, понятия, определения. 3. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн. 4. Амплитудная ДН, ее форма и ширина, графическое изображение. 5. Теорема о перемножении ДН однотипных облучателей. 6. Фазовая диаграмма антенны. Фазовый центр и центр излучения. 7. Мощность и сопротивление излучения антенны. 8. Входное сопротивление антенны, связь с сопротивлением излучения. 9. Электрическая прочность. Предельная и допустимая мощности. 10. Поляризация, ее виды, необходимость учета при приеме. 11. КНД, КПД и КУ антенны, определения, взаимосвязи. 12. Действующая длина и диапазон рабочих частот антенны. 13. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследо-вании антенн. 14. Принципы построения сверхширокополосных антенн. 15. Фундаментальные ограничения в области антенн. 16. Приемные антенны. Эквивалентная схема. Формулы Неймана для ЭДС.

### 3.4 Темы лабораторных работ

– Исследование диэлектрических антенн
– Исследование коэффициента усиления рупор-ных антенн
– Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля

Согласована на портале № 8667

в дальней и ближней зонах

– Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности

### 3.5 Темы курсовых проектов (работ)

– 1. Волноводно-щелевая антенная решётка резонансного типа 2. Волноводно-щелевая антенная решётка с частотным сканированием 3. Микрополосковая антенная решётка 4. Многолучевая микрополосковая антенная решётка 5. Параболическая зеркальная антенна РЛС обнаружения воздушных целей 6. Логопериодическая вибраторная антенна станций контроля электромагнитной обстановки

## 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. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2794, свободный.

### 4.2. Дополнительная литература

1. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радио-техника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

3. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов/ Ю.В. Пименов и др. – М.: Радио и связь, 2002. – 536 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

4. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 163 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/715, свободный.

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

1. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. (УМП по практическим работам) [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2795, свободный.

2. Антенны и устройства СВЧ: Учебно-методическое пособие по курсовой работе для студентов, обучающихся по направлениям подготовки специалистов 210601.65 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Гошин Г. Г., Буянов Ю. И., Фатеев А. В. - 2013. 77 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3745, свободный.

3. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2013. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3699, свободный.

4. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3700, свободный.

5. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3723, свободный.

6. Исследование диэлектрических антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3722, свободный.

7. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим

Согласована на портале № 8667

доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7, свободный.

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

1. http://www.cst.com
2. http://www.keysight.com

Согласована на портале № 8667