

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4, 5**

Семестр: **8, 9, 10**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности   | 8 семестр | 9 семестр | 10 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------------------------|-----------|-----------|------------|-------|---------|
| 1 | Лекции                      | 4         | 2         |            | 6     | часов   |
| 2 | Практические занятия        |           | 4         | 4          | 8     | часов   |
| 3 | Лабораторные работы         |           | 8         | 4          | 12    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий    | 4         | 14        | 8          | 26    | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа      | 32        | 22        | 55         | 109   | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)        | 36        | 36        | 63         | 135   | часов   |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена |           |           | 9          | 9     | часов   |
| 8 | Общая трудоемкость          | 36        | 36        | 72         | 144   | часов   |
|   |                             | 1.0       | 3.0       |            | 4.0   | З.Е     |

Контрольные работы: 10 семестр - 1

Экзамен: 10 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

зав.кафедрой РЗИ каф. РЗИ \_\_\_\_\_ А. С. Задорин

Заведующий обеспечивающей каф.  
РЗИ

\_\_\_\_\_ А. С. Задорин

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

Декан ЗиВФ \_\_\_\_\_ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

Эксперт:

профессор каф. СВЧиКР ТУСУР \_\_\_\_\_ А. Е. Мандель

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

направлены на изучение методологии измерения параметров СВЧ устройств.

### 1.2. Задачи дисциплины

- 1) Изучение физических основ техники СВЧ.
- 2) Изучение соответствующих пакетов прикладных программ.
- 3) Получение навыков практического проектирования элементов и узлов РЭС СВЧ.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ» (Б1.В.ОД.15) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Устройства сверхвысокой частоты и антенны, Метрология и радиоизмерения.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-8 способностью использовать нормативные документы в своей деятельности;
- ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;
- ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** 1. возможности реализации СВЧ устройств на основе распределенных систем; 2. основные пакеты прикладных программ для проектирования СВЧ устройств.
- **уметь** применять полученные знания для решения конкретных задач, проектировать устройства по заданному техническому заданию руководствуясь нормативно-технической документацией.
- **владеть** методами измерений параметров СВЧ устройств, способностью оценки результатов своей деятельности, способностью корректировки своих результатов для достижения поставленной цели

## 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  |           |            |
|--|-------------|-----------|-----------|------------|
|  |             | 8 семестр | 9 семестр | 10 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                 | 26          | 4         | 14        | 8          |
| Лекции                                     | 6           | 4         | 2         |            |
| Практические занятия                       | 8           |           | 4         | 4          |
| Лабораторные работы                        | 12          |           | 8         | 4          |
| Самостоятельная работа (всего)             | 109         | 32        | 22        | 55         |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 51          | 16        | 6         | 29         |
| Подготовка к лабораторным работам          | 8           | 8         |           |            |
| Проработка лекционного материала           | 16          | 8         | 8         |            |
| Подготовка к практическим занятиям,        | 8           |           | 8         |            |

|                              |     |     |     |    |
|------------------------------|-----|-----|-----|----|
| семинарам                    |     |     |     |    |
| Выполнение контрольных работ | 26  |     |     | 26 |
| Всего (без экзамена)         | 135 | 36  | 36  | 63 |
| Подготовка и сдача экзамена  | 9   |     |     | 9  |
| Общая трудоемкость ч         | 144 | 36  | 36  | 72 |
| Зачетные Единицы             | 4.0 | 1.0 | 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 | Семинары | Лабораторные работы | Экспериментальные работы | Всего (без учета экзамена) | Коды              |
|--|--------|----------|---------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|
| 8 семестр                                |        |          |                     |                          |                            |                   |
| 1 Пассивные микроволновые устройства СВЧ | 4      | 0        | 4                   | 32                       | 40                         | ОПК-8, ПК-1, ПК-6 |
| Итого за семестр                         | 4      | 0        | 4                   | 32                       | 40                         |                   |
| 9 семестр                                |        |          |                     |                          |                            |                   |
| 2 Активные микроволновые устройства СВЧ  | 2      | 4        | 8                   | 22                       | 36                         | ОПК-8, ПК-1, ПК-6 |
| Итого за семестр                         | 2      | 4        | 8                   | 22                       | 36                         |                   |
| 10 семестр                               |        |          |                     |                          |                            |                   |
| 3 Антенны СВЧ в интегральном исполнении  | 0      | 4        | 4                   | 55                       | 63                         | ОПК-8, ПК-1, ПК-6 |
| Итого за семестр                         | 0      | 4        | 4                   | 55                       | 63                         |                   |
| Итого                                    | 6      | 8        | 16                  | 109                      | 139                        |                   |

### 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   | Грунтовые, или другие | Компьютерные |
|--|---|-----------------------|--------------|
| 8 семестр                                |   |                       |              |
| 1 Пассивные микроволновые устройства СВЧ | - линии передач СВЧ;- элементы и узлы интегральных схем СВЧ;- устройства СВЧ.   | 4                     |              |
|  | Итого   | 4                     |              |
| Итого за семестр                         |   | 4                     |              |
| 9 семестр                                |   |                       |              |
| 2 Активные микроволновые устройства СВЧ  | - физические основы генераторов на диодах Ганна;- проектирование диодных автогенераторов СВЧ;- усилители мощности на полевых транзисторах СВЧ;- параметрические усилители;- Транзисторные усилители СВЧ;- диодные преобразователи | 2                     |              |

|                  |          |   |  |
|------------------|----------|---|--|
|                  | частоты. |   |  |
|                  | Итого    | 2 |  |
| Итого за семестр |          | 2 |  |
| Итого            |          | 6 |  |

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин                      | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |
|---|---|---|---|
|   | 1   | 2 | 3 |
| Предшествующие дисциплины                   |   |   |   |
| 1 Устройства сверхвысокой частоты и антенны | +   |   |   |
| 2 Метрология и радиоизмерения               | +   |   |   |

### 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

| Компетенции | Виды занятий |            |        |       | Формы контроля                        |
|-------------|--------------|------------|--------|-------|---------------------------------------|
|             | Лекции       | Исчисление | Работы | Тесты |                                       |
| ОПК-8       |              |            | +      | +     | Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| ПК-1        |              |            | +      | +     | Контрольная работа, Опрос на занятиях |
| ПК-6        |              |            | +      | +     | Контрольная работа, Опрос на занятиях |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов                        | Наименование лабораторных работ  | О | М | С | М | Б | К |
|--|--|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр                                |  |   |   |   |   |   |   |
| 1 Пассивные микроволновые устройства СВЧ | Лабораторный практикум «Расчет первичных и вторичных параметров микрополосковых линий передачи: - отрезок длиной L микрополосковой линии; - отрезок длиной L щелевой линии; - отрезок длиной L копланарной линии». | 4 |   |   |   |   |   |
|  | Итого  | 4 |   |   |   |   |   |

|  |  |    |                   |
|--|--|----|-------------------|
| Итого за семестр                           |  | 4  |                   |
| 9 семестр                                  |  |    |                   |
| 2 Активные микроэлектронные устройства СВЧ | Лабораторный практикум «Реализация L, C, R на основе полосковой линии передаче (МПЛ) с применением систем автоматизированного проектирования (САПР)» | 8  | ОПК-8, ПК-1, ПК-6 |
|  | Итого  | 8  |                   |
| Итого за семестр                           |  | 8  |                   |
| 10 семестр                                 |  |    |                   |
| 3 Антенны СВЧ в интегральном исполнении    | Лабораторный практикум «Расчет делителя и сумматора мощности на МПЛ с применением систем автоматизированного проектирования (САПР)»                  | 4  |                   |
|  | Итого  | 4  |                   |
| Итого за семестр                           |  | 4  |                   |
| Итого                                      |  | 16 |                   |

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов                          | Наименование практических занятий (семинаров)  | Груд<br>о емк<br>ость,<br>ч | миру<br>емые | комп<br>етен |
|--|--|-----------------------------|--------------|--------------|
| 9 семестр                                  |  |                             |              |              |
| 2 Активные микроэлектронные устройства СВЧ | - физические основы генераторов на диодах Ганна;- проектирование диодных автогенераторов СВЧ;- усилители мощности на полевых транзисторах СВЧ;- параметрические усилители;- Транзисторные усилители СВЧ;- диодные преобразователи частоты. | 4                           |              |              |
|  | Итого  | 4                           |              |              |
| Итого за семестр                           |  | 4                           |              |              |
| 10 семестр                                 |  |                             |              |              |
| 3 Антенны СВЧ в интегральном исполнении    | - плоскостные излучатели- активные фазированные антенные решетки- интеграция излучающих элементов в послоную, объемную и др. системы.  | 4                           |              |              |
|  | Итого  | 4                           |              |              |
| Итого за семестр                           |  | 4                           |              |              |
| Итого                                      |  | 8                           |              |              |

### 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, | формируемые компетенции | Формы контроля                                  |
|--|---|---------------|-------------------------|---|
| <b>8 семестр</b>                         |   |               |                         |   |
| 1 Пассивные микроволновые устройства СВЧ | Проработка лекционного материала              | 8             | ОПК-8, ПК-1, ПК-6       | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|  | Подготовка к лабораторным работам             | 8             |                         |   |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 16            |                         |   |
|  | Итого   | 32            |                         |   |
| Итого за семестр                         |   | 32            |                         |   |
| <b>9 семестр</b>                         |   |               |                         |   |
| 2 Активные микроволновые устройства СВЧ  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8             | ОПК-8, ПК-1, ПК-6       | Опрос на занятиях                               |
|  | Проработка лекционного материала              | 8             |                         |   |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 6             |                         |   |
|  | Итого   | 22            |                         |   |
| Итого за семестр                         |   | 22            |                         |   |
| <b>10 семестр</b>                        |   |               |                         |   |
| 3 Антенны СВЧ в интегральном исполнении  | Выполнение контрольных работ                  | 26            | ОПК-8, ПК-1, ПК-6       | Контрольная работа, Опрос на занятиях           |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 29            |                         |   |
|  | Итого   | 55            |                         |   |
| Итого за семестр                         |   | 55            |                         |   |
|  | Подготовка и сдача экзамена                   | 9             |                         | Экзамен   |
| Итого                                    |   | 118           |                         |   |

### 9.1. Темы контрольных работ

1. - линии передач СВЧ;- элементы и узлы интегральных схем СВЧ;- устройства СВЧ;
2. - физические основы генераторов на диодах Ганна;- проектирование диодных автогенераторов СВЧ;- усилители мощности на полевых транзисторах СВЧ;- параметрические усилители;- Транзисторные усилители СВЧ;- диодные преобразователи частоты.

### 9.2. Вопросы по подготовке к лабораторным работам

3. Расчет первичных и вторичных параметров микрополосковых линий передачи

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Конспект лекций / Глазов Г. Н. - 2012. 246 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1108>, дата обращения: 27.04.2017.

### 12.2. Дополнительная литература

1. 1. Нанoeлектроника: учебное пособие для вузов / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 224 с. : ил. - (Нанотехнологии). - Библиогр. в конце частей. - ISBN 978-5-94774-914-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 81 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы СВЧ электроники: Сборник задач, вопросов и упражнений / Соколова Ж. М. - 2012. 123 с. <http://edu.tusur.ru/publications/2797>;

2. Прием и обработка сигналов: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов (СРС) / Шостак А. С. - 2012. 19 с. <http://edu.tusur.ru/publications/1809>;

3. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Руководство к лабораторным работам / Глазов Г. Н., Ульянов В. Н. - 2010. 16 с. <http://edu.tusur.ru/publications/1109> [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1109>, дата обращения: 27.04.2017.

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. <https://edu.tusur.ru/>
2. <http://www.lib.tusur.ru/category/cat/>
3. <http://www.rambler.ru/>
4. <http://www.sputnik.ru/>
5. <https://www.yandex.ru/>

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

аудитории 407, 412 кафедры РЗИ оборудованы необходимыми установками и приборами для проведения лабораторных работ по дисциплине, а также персональными компьютерами, объединенных в локальную вычислительную сеть кафедры с выходом в Internet.

### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 407. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -12 шт.

### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 307. Состав оборудования: Учебная мебель; Плазменный экран – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 12 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение.

### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

## **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеовеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### **14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов                           | Виды дополнительных оценочных средств   | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**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**

**Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4, 5**

Семестр: **8, 9, 10**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:

– зав.кафедрой РЗИ каф. РЗИ А. С. Задорин

Экзамен: 10 семестр

Томск 2017

## 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-6  | готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | Должен знать 1. возможности реализации СВЧ устройств на основе распределенных систем; 2. основные пакеты прикладных программ для проектирования СВЧ устройств.;<br>Должен уметь применять полученные знания для решения конкретных задач, проектировать устройства по заданному техническому заданию руководствуясь нормативно-технической документацией.;<br>Должен владеть методами измерений параметров СВЧ устройств, способностью оценки результатов своей деятельности, способностью корректировки своих результатов для достижения поставленной цели; |
| ПК-1  | способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ                          |  |
| ОПК-8 | способностью использовать нормативные документы в своей деятельности   |  |

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 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-6

ПК-6: готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

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                | Знает: - методы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием.                              | Выбирать схемотехническую реализацию микроволновых устройств.   | Навыками использования средств автоматизированного проектирования микроволновых устройств и антенн.         |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> </ul>  |

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)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• обосновывает алгоритмы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет грамотно выражать и доказывать положения с использованием аргументов в области расчета и проектирования радиотехнических систем;</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• уверенно владеет методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимает связи между различными современными программами компьютерного проектирования радиотехнических систем;</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно проводит расчеты и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;</li> </ul>          |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает основные средства автоматизации проектирования</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении;</li> </ul>  |

|  |  |                |  |
|--|--|----------------|--|
|  | деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.; | простых задач; |  |
|--|--|----------------|--|

## 2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных 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                | Основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и антенн   | Самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов               | Методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и антенн, основами их разработки и проектирования |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>           |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> </ul>  |

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) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;</li> </ul>  |
| Хорошо (базовый уровень)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельно выполнять моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов программ;</li> </ul> |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Удовлетворительный (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении;</li> </ul> |
|--|--|---|---|

### 2.3 Компетенция ОПК-8

ОПК-8: способностью использовать нормативные документы в своей деятельности.

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                | Знать нормативные документы по своей деятельности.  | Уметь анализировать нормативные документы в своей деятельности.   | Применять нормативные документы в своей деятельности.   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> </ul>  |

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)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отлично знать нормативные документы по своей деятельности;</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализировать нормативные документы в своей деятельности;</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Свободно ориентироваться в применении нормативных документов в своей деятельности;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать нормативные документы по своей деятельности;</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализировать нормативные документы в своей деятельности;</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Применять нормативные документы в своей деятельности;</li> </ul>                              |
| Удовлетворительный (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ориентироваться в нормативных документах по своей деятельности;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализировать под руководством нормативные документы в своей деятельности;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Применять под руководством нормативные документы в своей деятельности;</li> </ul>             |

### 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 Темы опросов на занятиях

- линии передач СВЧ;- элементы и узлы интегральных схем СВЧ;- устройства СВЧ;
- физические основы генераторов на диодах Ганна;- проектирование диодных автогенераторов СВЧ;- усилители мощности на полевых транзисторах СВЧ;- параметрические усилители;- Транзисторные усилители СВЧ;- диодные преобразователи частоты.

### 3.2 Темы контрольных работ

- - линии передач СВЧ;
- - элементы и узлы интегральных схем СВЧ;
- - устройства СВЧ.
- - физические основы генераторов на диодах Ганна;
- - проектирование диодных автогенераторов СВЧ;
- - усилители мощности на полевых транзисторах СВЧ;
- - параметрические усилители;
- - Транзисторные усилители СВЧ;
- - диодные преобразователи частоты.
- - плоскостные излучатели
- - активные фазированные антенные решетки
- - интеграция излучающих элементов в послонную, объемную и др. системы.

### 3.3 Экзаменационные вопросы

- 1. Частоты и длины волн диапазона СВЧ
- 2. Особенности диапазона СВЧ
- 3. РТС, работающие в диапазоне СВЧ
- 4. Особенности измерений на СВЧ
- 5. Портовое представление цепей на СВЧ
- 6. Классификация линий передачи
- 7. Что рассматривает электродинамика линий передачи (что такое моды, электрические и магнитные волны, критические длины волн, длина волны в линии, фазовая скорость, дисперсия?)
- 8. Что такое коаксиал?
- 9. Что такое эквивалентная ЛПП?
- 10. Схема двухпроводной эквивалентной ЛПП
- 11. Схема эквивалентной ЛПП с генератором и нагрузкой (отсчет координаты?)
- 12. Волновые уравнения эквивалентной ЛПП (ур-ния Гельмгольца)
- 13. Что такое полное напряжение в эквивалентной ЛПП?
- 14. Что такое падающие и отраженные волны в эквивалентной ЛПП?
- 15. Что такое вторичные параметры в эквивалентной ЛПП?
- 16. Перечислить вторичные параметры эквивалентной ЛПП.
- 17. Записать комплексную амплитуду падающей волны во времени
- 18. Записать комплексную амплитуду отраженной волны во времени
- 19. Что такое коэффициенты в эквивалентной ЛПП?
- 20. Как связаны фазовая скорость в эквивалентной ЛПП с коэффициентом ?
- 21. Что такое коэффициент отражения и его модуль?
- 22. Что такое ЛПП без потерь?
- 23. Что такое волновое сопротивление ЛПП?
- 24. Как связаны коэффициент отражения и нагрузка ЛПП?
- 25. Распределение амплитуд напряжения и тока вдоль нагруженной линии
- 26. Что такое КСВ? (диапазон значений КСВ)
- 27. Как связаны КСВ и ?
- 28. Режимы работы ЛПП без потерь
- 29. Канонические нагрузки эквивалентной ЛПП
- 30. Согласованная нагрузка

- 31. Граничные условия при холостом ходе эквивалентной ЛП
- 32. Граничные условия при КЗ эквивалентной ЛП
- 33.? Чему равен коэффициент отражения при нагрузке ЛП на емкость
- 34. Чему равен коэффициент отражения при нагрузке ЛП на индуктивность?
- 35. Что такое классические матрицы линейных цепей?
- 36. Мотивы введения параметров рассеяния на СВЧ
- 37. Что такое нормированные падающие и отраженные волны в эквивалентной ЛП?
- 38. Матричная запись линейных соотношений цепи с матрицей рассеяния
- 39. Смысл S-параметров двухпортовой цепи
- 40. Измерение параметров рассеяния
- 41. Преимущества параметров рассеяния
- 42. В чем разница топологических и сигнальных графов?
- 43. Что такое потоковый граф?
- 44. Термины потокового графа: переменные, ветви, узлы, сток, исток, множитель ветви, петля, петля первого порядка, второго порядка и т.д.
- 45. Что такое решение потокового графа?
- 46. Потоковый граф двухпортовой цепи
- 47. Что такое панорамный генератор СВЧ-сигналов?
- 48. Что такое синтезатор частот?
- 49. Что такое делитель мощности?
- 50. Что такое сепарация волн?
- 51. Что такое направленный ответвитель?
- 52. Что такое аттенюатор?
- 53. Что такое анализатор цепей СВЧ?
- 54. Принцип зондирования в анализаторе цепей
- 55. Классический рефлектометр
- 56. Аппаратный анализ однопортовой цепи
- 57. Два способа двустороннего зондирования двухпортовой цепи
- 58. Скелетная схема анализатора цепей
- 59. Аппаратный анализ цепи как задача идентификации объекта
- 60. Аппаратный анализ цепи в частотной и во временной области
- 61. Планирование измерения по тестированию устройства анализатором цепей
- 62. Функциональные блоки анализатора цепей
- 63. Различие векторного и скалярного анализаторов цепей
- 64. Цели тестирования устройств на анализаторе цепей
- 65. Классификация тестируемых устройств
- 66. Примеры тестируемых устройств
- 67. Факторы эффективности анализаторов цепей
- 68. Аппаратный анализ цепей во временной области
- 69. Виды ошибок аппаратного анализа цепей
- 70. Модель систематических ошибок анализатора цепей
- 71. Этапы измерительной калибровки векторного анализатора цепей
- 72. Коррекция данных на основе измерительной калибровки
- 73. Что такое верификация точностей анализатора цепей

### **3.4 Темы лабораторных работ**

- Расчет первичных и вторичных параметров микрополосковых линий передачи

### **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 формирования компетенций,

согласно п. 12 рабочей программы.

#### **4.1. Основная литература**

1. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Конспект лекций / Глазов Г. Н. - 2012. 246 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1108>, свободный.

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. 1. Нанoeлектроника: учебное пособие для вузов / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 224 с. : ил. - (Нанотехнологии). - Библиогр. в конце частей. - ISBN 978-5-94774-914-4 (наличие в библиотеке ТУСУР - 81 экз.)

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. 1. Основы СВЧ электроники: Сборник задач, вопросов и упражнений / Соколова Ж. М. - 2012. 123 с. <http://edu.tusur.ru/publications/2797>; 2. Прием и обработка сигналов: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов (СРС) / Шостак А. С. - 2012. 19 с. <http://edu.tusur.ru/publications/1809>; 3. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Руководство к лабораторным работам / Глазов Г. Н., Ульянов В. Н. - 2010. 16 с. <http://edu.tusur.ru/publications/1109> [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1109>, свободный.

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

1. <https://edu.tusur.ru/>
2. <http://www.lib.tusur.ru/category/cat/>
3. <http://www.rambler.ru/>
4. <http://www.sputnik.ru/>
5. <https://www.yandex.ru/>