Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ П.Е. Троян

«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Устройства сверхвысокой частоты и антенны»

Уровень основной образовательной программы Бакалавриат

Направление подготовки 11.03.01 – Радиотехника

Профиль «Радиотехнические средства передачи, приёма и обработки сигналов»

Форма обучения заочная

Факультет Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)

Кафедра Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

Курс 4, 5 **Семестр 7, 9, 10**

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	9 семестр	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	8			**8**	часов
2	Практические занятия	4	6	2	**12**	часов
3	Лабораторные работы		8	4	**12**	часов
4	Всего аудиторных занятий	12	14	6	**32**	часов
5	Самостоятельная работа	60	22	57	**139**	часов
6	Всего (без экзамена)	72	36	63	**171**	часов
7	Подготовка и сдача экзамена			9	**9**	часов
8	Общая трудоемкость	72	36	72	**180**	часов
		2.0	1.0	2.0	**5.0**	З.Е

Контрольная работа: **10** семестр
Экзамен: **10** семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16778

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от « 9 » 2 2017 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника (уровень бакалавриата)», утверждённого 06 03 2015 г. № 179, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СВЧиКР «9» февраля 2017 г., протокол № 6.

Разработчик профессор каф. СВЧиКР _____ Гошин Г.Г.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом и выпускающей кафедрой.

Декан ЗиВФ _____ Осипов И. В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой ТОР _____ Гельцер А.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

ТУСУР, каф. ТОР доцент _____ С.И. Богомолов
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

ТУСУР, каф. СВЧиКР профессор _____ А.Е. Мандель
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

Согласована на портале № 16778

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины «Устройства СВЧ и антенны» является подготовка бакалавров в области разработки и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах.

Задачами дисциплины являются изучение:

- основных типов фидерных линий, устройств СВЧ и антенн, их параметров и характеристик;
- конструкций элементов фидерного тракта, устройств СВЧ и антенн;
- способов согласования устройств СВЧ и антенн в фидерном тракте;
- описания устройств СВЧ посредством матричного аппарата;
- методов расчёта основных типов антенн.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Б1.В.ОД.7 – обязательная дисциплина вариативной части.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (**ОПК-3**);
- готовностью выполнять расчёт и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (**ПК-6**).

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- основные методы решения задач анализа и расчёта параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн (ОПК-3);

уметь:

- в соответствии с техническим заданием выполнять расчёт и математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-6);

владеть:

- основными методами расчёта, математического моделирования и экспериментальных исследований параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн (ОПК-3, ПК-6).

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **5** зачётных единиц и представлена в таблице.

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры		
		7 семестр	9 семестр	10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	**32**	**12**	**14**	**6**
Лекции	8	8		
Практические занятия	12	4	6	2
Лабораторные работы	12		8	4

Согласована на портале № 16778

Самостоятельная работа (всего)	**139**	**60**	**22**	**57**
Всего (без экзамена)	**171**	**72**	**36**	**63**
Подготовка и сдача экзамена	9			9
Общая трудоемкость ч	**180**	**72**	**36**	**72**
Зачетные Единицы	**5.0**	**2.0**	**3.0**	

5.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лек-ции	Лаб. работы	Практ. занятия	СРС	Всего часов (без экз.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	**Линии передачи и устройства СВЧ**	4	4	6	69	**83**	ОПК-3, ПК-6
2	**Антенны**	4	8	6	70	**88**	ОПК-3, ПК-6
Итого		**8**	**12**	**12**	**139**	**171**	

5.2. Содержание разделов лекционного курса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудо-ёмкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
	Линии передачи и устройства СВЧ		**4**	ОПК-3
1	Линии передачи	Основы теории. Коаксиальные, волноводные и полосковые линии, типы волн; технические параметры и характеристики, согласование с нагрузкой.	2	
2	Устройства СВЧ	Многополюсники СВЧ и волновые матрицы, их свойства. Каскадные соединения Пассивные устройства СВЧ: нагрузки согласованные, аттенюаторы, фазовращатели, ферритовые циркуляторы, направленные ответвители.	2	
	Антенны		**4**	ОПК-3
3	Основы теории и техники антенн.	Классификация антенн. Зоны излучения. Параметры и характеристики передающих и приёмных антенн, инженерные методы расчёта. Особенности антенн различного назначения и диапазонов.	2	
4	Вибраторные и апертурные антенны	Вибраторные антенны: линейный, петлеобразный, штыревой, схемы их возбуждения, способы расширения рабочего диапазона, применения. Апертурные антенны: волноводные и рупорные, линзовые и зеркальные, их разновидности. Внешняя и внутренняя задачи анализа апертурных антенн и методы расчёта. Конструкции и характеристики, применения.	2	

Согласована на портале № 16778

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин			
		1	2	3	4
Предшествующие дисциплины					
1	Основы теории цепей	+	+	-	-
2	Электродинамика и распространение радиоволн	+	+	+	-
Последующие дисциплины					
1	Проектирование радиотехнических систем	+	+	+	+

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

Компетенции	Л	ЛР	П	СРС	Формы контроля
ОПК-3	+	-	-	+	Опрос на лекциях, контрольная работа. Экзамен.
ПК-6	-	+	+	+	Опрос на лабораторных работах и практических занятиях. Своевременное выполнение заданий по практическим занятиям, защита отчёта по лабораторным работам. Контрольная работа.

Л – лекция, ЛР – лабораторная работа, П – практика, СРС – самостоятельная работа студента.

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ. ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Не предусмотрено учебным планом

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (12часов)

№ раздела дисциплины	Возможные наименования лабораторных работ	Трудоёмкость (час.)	ОК, ПК
2	Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах	4	ПК-6
2	Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности	4	ПК-6
2	Исследование коэффициента усиления рупорных антенн	4	ПК-6
2	Исследование диэлектрических антенн	4	ПК-6

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (12 часов)

№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (по 2 час.)	Трудоёмкость (час.)	ОПК, ПК
1	Расчёт параметров коаксиальных линий и волноводов	2	ОПК-3, ПК-6
1	Расчёт нагруженных отрезков фидеров	2	
1	Согласование фидеров с нагрузкой	2	
2	Расчёт параметров и характеристик антенн	2	
3	Расчёт вибраторных антенн	2	

Согласована на портале № 16778

3	Расчёт апертурных антенн	2	

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (139 часов)

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-ёмкость (час.)	Компетен-ции	Контроль выполнения работы
1.	1 - 4	Проработка лекционного материала и вопросов, вынесенных на изучение.	90	ОПК-3,	Конспекты, опросы, контрольная работа.
2.	1-4	Подготовка к практическим занятиям, лабораторной и контрольной работам.	49	ОПК-3, ПК-6	Проверка домашних заданий, отчётов по лабораторным и контрольной работам.
Всего			**139**		

Наименование контрольных работ:

1. Линии передачи СВЧ.
2. Устройства СВЧ.
3. Апертурные антенны.

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрено учебным планом

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Не предусмотрено учебным планом

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

12.1. Основная литература

1. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Замотринский В. А., Шангина Л. И. – Томск: ТУСУР, 2012. – 223 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/712**
2. Гошин Г.Г. Антенны: [Электронный ресурс] Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. 2012, – 145 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/2794**
3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с. (10 экз.)

12.2. Дополнительная литература

4. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (20 экз.)
5. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 32с. (18 экз.)
6. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (21 экз.)
7. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов/ Ю.В. Пименов и др. – М.: Радио и связь, 2002. – 536 с. (22 экз.)
8. Сверхширокополосные микроволновые устройства/ под ред. А. П. Креницкого, В. П. Мещанова. – М.: Радио и связь, 2001. – 560 с. (33 экз.)
9. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. – М.: Связь, 1977. – 440с. (19 экз.)
10. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.1. – М.: Связь, 1977. – 384с. (25 экз.)
11. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.2. – М.: Связь, 1977. – 288с. (26 экз.)

Согласована на портале № 16778

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1 Обязательные учебно-методические пособия:

12. Гошин Г.Г. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие (учебно-методическое пособие по практическим занятиям). – Томск: ТУСУР, – 2012, – 237с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/2795**
13. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) / Гошин Г.Г., Замотринский В. А., Шангина Л. И. Томск: ТУСУР, – 2012. – 163 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/715**
14. Скалярный анализатор параметров цепей Р2М [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе/ Г.Г. Гошин, А.В. Фатеев. – Томск: ТУСУР – 2013 – 47 с. – Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3729**
15. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г. Фатеев А.В., Шангина Л.И.– Томск: ТУСУР, 2013. – 28 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3699**
16. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 18 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3700**
17. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 27 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3723**
18. Исследование диэлектрических антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 23 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3722**
19. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе // Падусова Е. В., Соколова Ж. М., Никифоров А.Н., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 27 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3730**
20. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Г. Г. Гошин – Томск: ТУСУР, 2010. – 42 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/7**

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. Springer Journals – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer. [Электронный ресурс]. URL: http://link.springer.com/

Согласована на портале № 16778

2. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина». [Электронный ресурс]. URL http://www.ph4s.ru/; (дата обращения 14.01.2017)
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. [Электронный ресурс]. URL http://elibrary.ru/defaultx.asp; (дата обращения 14.01.2017)
4. Университетская информационная система Россия. [Электронный ресурс]. URL: http://uisrussia.msu.ru/is4/-main.jsp; (дата обращения 14.01.2017)

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для проведения **занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации** используются учебные аудитории, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованные доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Для проведения **лабораторных занятий** используется учебно-исследовательская лаборатория «Микроволновая техника», расположенная по адресу 634034, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 328 РТК. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet,– 12 шт; лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5; измерительные приборы и устройства СВЧ диапазона (скалярные и векторные измерители параметров цепей, осциллографы, генераторы и приёмники, измерительные линии).

Автоматизированные рабочие места для расчёта, моделирования и экспериментального исследования устройств СВЧ и антенн расположены в лаборатории ГПО «СВЧ электроника» (ауд. 324, РТК).

Для **самостоятельной работы** используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд.337-Б. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 10 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 приёма-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 видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические

Согласована на портале № 16778

средства приёма-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Объём часов, предусмотренных учебным планом для изучения дисциплины, позволяет осветить только наиболее важные моменты и раскрыть базовые понятия при чтении лекций. Поэтому при реализации программы студенты должны работать самостоятельно как при повторении лекционного материала, так и при подготовке к лабораторным и практическим занятиям, к контрольной работе или коллоквиуму. Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на первом занятии познакомить их с основными положениями и требованиями рабочей программы, с подлежащими изучению темами, списком основной и дополнительной литературы. На лекциях необходимо обращать внимание на особенности применения рассматриваемого материала в последующих курсах, а также в будущей профессиональной деятельности.

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 приведён в приложении к рабочей программе.

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

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья 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

Согласована на портале № 16778

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.

Согласована на портале № 16778

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«УСТРОЙСТВА СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ И АНТЕННЫ»

Уровень основной образовательной программы Бакалавриат

Направление подготовки 11.03.01 – Радиотехника

Профиль «Радиотехнические средства передачи, приёма и обработки сигналов»

Форма обучения заочная

Факультет Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)

Кафедра Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

Курс 4, 5 **Семестр 7, 9, 10**

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Разработчик:

Проф. каф. СВЧ и КР Гошин Г.Г.

Контрольная работа: **10** семестр
Экзамен: **10** семестр

Согласована на портале № 16778

Томск 2017

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Устройства сверхвысокой частоты и антенны» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине «Устройства сверхвысокой частоты и антенны» используется при проведении текущего контроля успеваемости (контрольные точки) и промежуточной аттестации (зачет) студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-3	способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	**знать**: – принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах; **уметь**: – выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; **владеть**: – основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных линий, устройств СВЧ и антенн.
ПК-6	готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	**знать**: – принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах; **уметь**: – выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; **владеть**: – основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных линий, устройств СВЧ и антенн .

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	Знает факты, принципы,	Обладает диапазоном	Берет ответственность за

Согласована на портале № 16778

уровень)	процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	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 ОПК-3

ОПК-3: способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

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**
Содер-жание этапов	принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах	выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных линий, устройств СВЧ и антенн
Виды занятий	Лекции Лабораторные занятия Практические занятия. Самостоятельная работа.	Лекции Лабораторные занятия Практические занятия. Самостоятельная работа.	Лекции Лабораторные занятия Практические занятия. Самостоятельная работа..
Исполь-зуемые средства оцени-вания	Конспект Устный ответ Контрольная работа Экзамен	Контрольная работа Оформление отчетности и защита лабораторных работ; Конспект самостоятельной работы. Экзамен	Защита лабораторных работ Экзамен

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

Таблица 4 **– Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах	свободно выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных линий, устройств СВЧ и антенн
Хорошо (базовый уровень)	представление о принципах действия, основных параметрах и характеристиках, конст-	самостоятельно выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым	частично владеет основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных

Согласована на портале № 16778

	рукциях и назначении типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах	методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	линий, устройств СВЧ и антенн
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Дает определения принципов действия, основных параметров и характеристик, конструкций и назначений типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах	Показывает неполное, недостаточное умение выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Демонстрирует неполное, недостаточное владение основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных линий, устройств СВЧ и антенн

2.2 Компетенция ПК-6

ПК-6: готовность 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 5.

Таблица 5- Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах	выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных линий, устройств СВЧ и антенн
Виды занятий	Лекции Лабораторные занятия Практические занятия. Самостоятельная работа.	Лекции Лабораторные занятия Практические занятия. Самостоятельная работа.	Лекции Лабораторные занятия Практические занятия. Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	Конспект Устный ответ Контрольная работа Экзамен	Контрольная работа Оформление отчетности и защита лабораторных работ; Конспект самостоятельной работы. Экзамен	Защита лабораторных работ Экзамен

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**

Согласована на портале № 16778

Отлично (высокий уровень)	принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах	свободно выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных линий, устройств СВЧ и антенн
Хорошо (базовый уровень)	представление о принципах действия, основных параметрах и характеристиках, конструкциях и назначении типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах	самостоятельно выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	частично владеет основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных линий, устройств СВЧ и антенн
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Дает определения принципов действия, основных параметров и характеристик, конструкций и назначений типовых устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах	Показывает неполное, недостаточное умение выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Демонстрирует неполное, недостаточное владение основными методами расчёта и экспериментальных исследований фидерных линий, устройств СВЧ и антенн

3. Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: 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 составе:

3.1 Наименование контрольных работ:

4. Линии передачи СВЧ.
5. Устройства СВЧ.
6. Апертурные антенны.

Содержание заданий контрольных работ приведено в учебно-методическом пособии [20].

3.2 Практические занятия по темам:

1. Расчёт параметров коаксиальных линий и волноводов
2. Расчёт нагруженных отрезков фидеров
3. Согласование фидеров с нагрузкой
4. Расчёт параметров и характеристик антенн
5. Расчёт вибраторных антенн
6. Расчёт апертурных антенн

Указания к практическим занятиям приведены в учебно-методических пособиях [12, 13].

3.3 Названия лабораторных работ:

1. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах
2. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности
3. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн
4. Исследование диэлектрических антенн

Указания к лабораторным занятиям приведены в учебно-методических пособиях [14-19].

Согласована на портале № 16778

3.4 Вопросы для проведения экзамена:

1. Линии передачи: определение; регулярные, нерегулярные, однородные, не однородные. Открытые, закрытые – их достоинства и недостатки, применения. Примеры.
2. Радиолиния: понятие, структурная схема, примеры. Достоинства и недостатки по сравнению с фидерными линиями. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях.
3. Основные параметры и характеристики фидеров: типы волн, дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, предельная и допустимая мощности, волновое сопротивление, погонные параметры.
4. Математическая модель линий передачи СВЧ. Основные требования, предъявляемые к фидерным линиям. Частотные зависимости затухания в проводниках и диэлектриках.
5. Объясните, почему обычно работают на волне одного типа, в частности основного. В каких случаях работают на волнах высших типов? В каких линиях имеет место дисперсия и в чем проявляется? Как она влияет на распространение сигналов?
6. Двухпроводная и коаксиальная линии: волна основного типа, ее длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии. Маркировка коаксиальных кабелей.
7. Полосковые и микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, ее длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля.
8. Волноводы прямоугольного сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления и стандарты. Применения.
9. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления. Применения.
10. Линии передачи с поверхностной волной. Понятие поверхностной волны, ее длина и фазовая скорость, структура поля. Примеры реализаций ЛП с поверхностной волной и применения.
11. Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия эквивалентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними.
12. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных ЛП. Резонансные сечения, значения в них напряженностей полей и сопротивлений.
13. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Режимы в ЛП и их связь с сопротивлением нагрузки.
14. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ними. Входное сопротивление отрезка фидера, значения в случае реактивных нагрузок. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения.
15. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Резонансные сечения и расстояния между ними. Поведение в них компонент напряженности электрического и магнитного полей, связь с модулем коэффициента отражения от нагрузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ.
16. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие трансформаторы, их включения в ЛП и выбор значений сопротивлений. Эквивалентные схемы, распределения напряжения, КБВ или КСВ вдоль ЛП при согласовании.
17. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, последовательное и параллельное включения их в ЛП. Эквивалентные схемы. Пояснения на круговой диаграмме Вольперта – Смита.
18. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, их реализация в волноводной технике, эквивалентные схемы.
19. Типовые элементы трактов СВЧ: эквиваленты антенн, реактивные нагрузки, четвертьволновые металлические изоляторы.
20. Типовые элементы трактов СВЧ: волноводные соединения, повороты, коаксиально-волноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый.

Согласована на портале № 16778

21. Объемный резонатор: устройство, разновидности, применения. Сравнение с колебательным контуром. Включение в тракт, связь с внешними цепями.
22. Объемные резонаторы: типы колебаний, резонансные длины волн, добротности. Устройство и применение коаксиального резонатора.
23. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Классификация управляющих устройств. Механические аттенюаторы и фазовращатели.
24. Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический подходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны.
25. Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения.
26. Матрицы сопротивлений и проводимостей: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения.
27. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл ее элементов.
28. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативности; понятия, математические формулировки, необходимость учета.
29. Недиссипативный четырехполюсник: матрицы сопротивлений и рассеяния. Реактивный многополюсник.
30. Ферриты и их свойства. Невзаимные устройства на основе эффекта Фарадея и с поперечно-подмагниченным ферритом (вентили). Фазовращатели.
31. Циркулятор: понятие, матрицы рассеяния, устройство, назначение и применения.
32. Направленный ответвитель: понятие, матрица рассеяния, устройство, назначение и применения.

33. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей
34. Назначение и классификация антенн, понятия, определения.
35. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн.
36. Амплитудная ДН, ее форма и ширина, графическое изображение.
37. Теорема о перемножении ДН однотипных облучателей.
38. Фазовая диаграмма антенны. Фазовый центр и центр излучения.
39. Мощность и сопротивление излучения антенны.
40. Входное сопротивление антенны, связь с сопротивлением излучения.
41. Электрическая прочность. Предельная и допустимая мощности.
42. Поляризация, ее виды, необходимость учета при приеме.
43. КНД, КПД и КУ антенны, определения, взаимосвязи.
44. Действующая длина и диапазон рабочих частот антенны.
45. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании антенн.
46. Принципы построения сверхширокополосных антенн.
47. Фундаментальные ограничения в области антенн.
48. Приемные антенны. Эквивалентная схема. Формулы Неймана для ЭДС.
49. Приемные антенны. Условия приема максимальной мощности.
50. Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приемных антенн.
51. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны.
52. Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути ее снижения.
53. Особенности работы антенн на низких и высоких частотах.
54. Энергетические соотношения в приемных антеннах на СВЧ в согласованном и рассогласованном режимах.
55. Формула идеальной радиопередачи с пояснениями.
56. Общие свойства антенн малых электрических размеров. Элементарные излучатели линейной и круговой поляризации.
57. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, КНД.
58. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, действующая длина, эффект укорочения длины вибратора, входное сопротивление.
59. Конструкции симметричных линейных вибраторных антенн. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий. Применения.
60. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Способы питания посредством двух-проводной и коаксиальной линий, ДН, применения.
61. Конструкции несимметричных вибраторов. Способы возбуждения, ДН, применения.

Методические материалы для подготовки к экзамену приведены в [1, 2].

Согласована на портале № 16778

4. Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

4.1. Основная литература

1. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Замотринский В. А., Шангина Л. И. – Томск: ТУСУР, 2012. – 223 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/712**
2. Гошин Г.Г. Антенны: [Электронный ресурс] Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. 2012, – 145 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/2794**
3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с. (10 экз.)

4.2. Дополнительная литература

4. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (20 экз.)
5. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 32с. (18 экз.)
6. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (21 экз.)
7. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов/ Ю.В. Пименов и др. – М.: Радио и связь, 2002. – 536 с. (22 экз.)
8. Сверхширокополосные микроволновые устройства/ под ред. А. П. Креницкого, В. П. Мещанова. – М.: Радио и связь, 2001. – 560 с. (33 экз.)
9. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. – М.: Связь, 1977. – 440с. (19 экз.)
10. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.1. – М.: Связь, 1977. – 384с. (25 экз.)
11. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.2. – М.: Связь, 1977. – 288с. (26 экз.)

12.3 Обязательные учебно-методические пособия:

12. Гошин Г.Г. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие (учебно-методическое пособие по практическим занятиям). – Томск: ТУСУР, – 2012, – 237с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/2795**
13. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) / Гошин Г.Г., Замотринский В. А., Шангина Л. И. Томск: ТУСУР, – 2012. – 163 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/715**
14. Скалярный анализатор параметров цепей Р2М [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе/ Г.Г. Гошин, А.В. Фатеев. – Томск: ТУСУР – 2013 – 47 с. – Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3729**
15. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г. Фатеев А.В., Шангина Л.И.– Томск: ТУСУР, 2013. – 28 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3699**
16. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 18 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3700**
17. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 27 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3723**
18. Исследование диэлектрических антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 23 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3722**
19. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе // Падусова Е. В., Соколова Ж. М., Никифоров А.Н., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 27 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/3730**
20. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Г. Г. Гошин – Томск: ТУСУР, 2010. – 42 с. Режим доступа: **http://edu.tusur.ru/training/publications/7**

Согласована на портале № 16778

Согласована на портале № 16778