МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Устройства СВЧ и антенны

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.02 Специальные радиотехнические системы**
Направленность (профиль): **Средства и комплексы радиоэлектронной борьбы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36		36	часов
2	Практические занятия	18	17	35	часов
3	Лабораторные работы	16		16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)		8	8	часов
5	Всего аудиторных занятий	70	25	95	часов
6	Самостоятельная работа	38	47	85	часов
7	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
9	Общая трудоемкость	144	72	216	часов
		4.0	2.0	6.0	З.Е

Экзамен: 6 семестр
Курсовая работа (проект): 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22409

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от «26» 10 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.02 Специальные радиотехнические системы, утвержденного 11 августа 2016 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. СВЧиКР	_____	А. В. Фатеев
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

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

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

профессор ТУСУР, каф. СВЧиКР	_____	А. Е. Мандель
старший преподаватель ТУСУР, каф. РТС	_____	Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 22409

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовка специалистов в области создания и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в специальных радиотехнических системах

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение студентами:

– • основных типов фидерных линий, устройств СВЧ, классов антенн, их параметров и характеристик;

– • основных конструкций устройств СВЧ и антенн;

– • различных способов согласования устройств СВЧ и антенн;

– • методов измерений основных параметров и характеристик устройств СВЧ и антенн.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Устройства СВЧ и антенны» (Б1.Б.23) относится к блоку 1 (базовая часть).

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-15 способностью проводить оптимизацию параметров радиотехнических систем (устройств) с использованием различных методов исследований;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** физическую сущность волновых процессов, происходящих в устройствах СВЧ и антеннах, их математическое описание

– **уметь** проводить оптимизацию параметров устройств СВЧ и антенн с использованием различных методов исследований характеристик устройств СВЧ и антенн;

– **владеть** методами исследований по оптимизации параметров устройств СВЧ и антенн

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		6 семестр	7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	95	70	25
Лекции	36	36	
Практические занятия	35	18	17
Лабораторные работы	16	16	
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8		8
Самостоятельная работа (всего)	85	38	47
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16	
Проработка лекционного материала	10	10	
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	59	12	47
Всего (без экзамена)	180	108	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36	

Согласована на портале № 22409

Общая трудоемкость ч	216	144	72
Зачетные Единицы	6.0	4.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр							
1 Линии передачи	4	2	0	3	0	9	ПК-15
2 Устройства СВЧ	14	6	8	16	0	44	ПК-15
3 Антенны	14	6	8	16	0	44	ПК-15
4 Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ и антенн	4	4	0	3	0	11	ПК-15
Итого за семестр	36	18	16	38	0	108	
7 семестр							
5 Автоматизированное проетирование устройств СВЧ и антенн	0	17	0	47	8	64	ПК-15
Итого за семестр	0	17	0	47	8	72	
Итого	36	35	16	85	8	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Линии передачи	Основные типы фидерных линий (двухпроводные, коаксиальные, полосковые, щелевые, волноводные, диэлектрические, с поверхностной волной, волоконно-оптические), их параметры и характеристики.	4	ПК-15
	Итого	4	
2 Устройства СВЧ	Пассивные устройства фидерных трак-	14	ПК-15

Согласована на портале № 22409

	тов СВЧ (реактивные и согласованные нагрузки, переходы, аттенюаторы, фазовращатели, фильтры, вентили, циркуляторы, делители, направленные ответвители, резонаторы, управляемые устройства). Их технические параметры и характеристики, методы расчёта, конструкции, назначения. Принцип декомпозиции анализа сложных устройств. Каскадное соединение базовых элементов многополюсников.		
	Итого	14	
3 Антенны	Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн. Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны. Вибраторные антенны. Апертурные антенны	14	ПК-15
	Итого	14	
4 Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ и антенн	Основы автоматизированного проектирования разрабатываемых СВЧ устройств и антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования	4	ПК-15
	Итого	4	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Электродинамика	+		+		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 22409

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПК-15	+	+	+		+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе

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	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Устройства СВЧ	Исследование электрических параметров и характеристик устройств СВЧ	8	ПК-15
	Итого	8	
3 Антенны	Исследование антенн по измерениям поля в дальней и ближней зонах.	8	ПК-15
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

Согласована на портале № 22409

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)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
5 Автоматизированное проетирование устройств СВЧ и антенн	Проектирование разрабатываемых устройств СВЧ и антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования	17	ПК-15
	Итого	17	
Итого за семестр		17	
6 семестр			
1 Линии передачи	Основные типы фидерных линий (двухпроводные, коаксиальные, полосковые, щелевые, волноводные, диэлектрические, с поверхностной волной, волоконно-оптические), их пара-метры и характеристики. Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой. Круговая диаграмма полных сопротивлений и проводимостей. Способы узкополосного и широкополосного согласования, реактивные согласующие цепи и элементы.	2	ПК-15
	Итого	2	
2 Устройства СВЧ	Математическая модель линий передачи СВЧ. Волновой и классический подходы. Матричное описание и методы расчёта пассивных устройств СВЧ. Пассивные устройства фидерных трактов СВЧ (реактивные и согласованные нагрузки, переходы, аттенюаторы, фазовращатели, фильтры, вентили, циркуляторы, делители, направленные ответвители, резонаторы, управляемые устройства). Их технические параметры и характеристики, методы расчёта, конструкции, назначения. Принцип декомпозиции анализа сложных устройств. Каскадное соединение базовых элементов многополюсников.	6	ПК-15
	Итого	6	
3 Антенны	Характеристики и параметры передаю-	6	ПК-15

Согласована на портале № 22409

	щих и приёмных антенн. Электрически малые излучатели. Симметричные и несимметричные вибраторы, антенны бегущих волн. Симметричные и несимметричные вибраторы, антенны бегущих волн		
	Итого	6	
4 Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ и антенн	Основы автоматизированного проектирования разрабатываемых СВЧ устройств и антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования	4	ПК-15
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		35	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Линии передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-15	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Устройства СВЧ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-15	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	16		
3 Антенны	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-15	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по	8		

Согласована на портале № 22409

	лабораторным работам			
	Итого	16		
4 Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ и антенн	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-15	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		38		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
7 семестр				
5 Автоматизированное проетирование устройств СВЧ и антенн	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	47	ПК-15	Отчет по курсовой работе
	Итого	47		
Итого за семестр		47		
Итого		121		

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр		
Курсовой проект	8	
Итого за семестр	8	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

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

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с	Максимальный балл за период	Максимальный балл за период	Всего за семестр

Согласована на портале № 22409

	начала семестра	между 1КТ и 2КТ	между 2КТ и на конец семестра	
7 семестр				
Защита курсовых проектов (работ)			40	40
Опрос на занятиях	5	10	15	30
Отчет по курсовой работе	10	10	10	30
Итого максимум за период	15	20	65	100
Нарастающим итогом	15	35	100	100
6 семестр				
Опрос на занятиях	8	12	16	36
Отчет по лабораторной работе		10	24	34
Итого максимум за период	8	22	40	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	8	30	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 22409

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2794, дата обращения: 26.10.2017.
2. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов: Учебное пособие / Соколова Ж. М. - 2012. 283 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/634, дата обращения: 26.10.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями для практических работ / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2795, дата обращения: 26.10.2017.
2. Антенны и устройства СВЧ: Учебно-методическое пособие по курсовой работе для студентов, обучающихся по направлениям подготовки специалистов 210601.65 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Гошин Г. Г., Буянов Ю. И., Фатеев А. В. - 2013. 77 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3745, дата обращения: 26.10.2017.
3. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7, дата обращения: 26.10.2017.
4. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3730, дата обращения: 26.10.2017.
5. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЛНОВОДНОГО ТРАКТА И СОГЛАСОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ НАГРУЗОК: Руководство к лабораторной работе / Соколова Ж. М. - 2011. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/132, дата обращения: 26.10.2017.
6. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3700, дата обращения: 26.10.2017.
7. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2013. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3699, дата обращения: 26.10.2017.

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;

Согласована на портале № 22409

– в печатной форме.

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

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 50, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

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, 3 этаж, ауд. 328. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры-14 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты прикладных программ.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 328. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры-14 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты прикладных программ. Лабораторные установки в составе необходимых объектов исследования и измерительной аппаратуры.

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. 324. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры - 6 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 видеоувеличителей 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.

Согласована на портале № 22409

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.

Согласована на портале № 22409

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Устройства СВЧ и антенны

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.02 Специальные радиотехнические системы**
Направленность (профиль): **Средства и комплексы радиоэлектронной борьбы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2018 года

Разработчик:
- доцент каф. СВЧиКР А. В. Фатеев

Экзамен: 6 семестр
Курсовая работа (проект): 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22409

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-15	способностью проводить оптимизацию параметров радиотехнических систем (устройств) с использованием различных методов исследований	Должен знать физическую сущность волновых процессов, происходящих в устройствах СВЧ и антеннах, их математическое описание; Должен уметь проводить оптимизацию параметров устройств СВЧ и антенн с использованием различных методов исследований характеристик устройств СВЧ и антенн;; Должен владеть методами исследований по оптимизации параметров 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 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-15

ПК-15: способностью проводить оптимизацию параметров радиотехнических систем (устройств) с использованием различных методов исследований.

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

Согласована на портале № 22409

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	физическую сущность волновых процессов, происходящих в устройствах СВЧ и антеннах, их математическое описание	проводить оптимизацию параметров устройств СВЧ и антенн с использованием различных методов исследований характеристик устройств СВЧ и антенн;	методами исследований по оптимизации параметров устройств СВЧ и антенн
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

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)	• Знает основные принципы проектирования конструкции устройств СВЧ и антенн с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;	• свободно разрабатывать и проектировать конструкции устройств СВЧ и антенн с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;	• владеет навыками проектирования конструкций устройств СВЧ и антенн с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;
Хорошо (базовый уровень)	• Имеет представление об основных принципах проектирования конструкции устройств СВЧ и антенн с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;	• самостоятельно разрабатывать и проектировать конструкции устройств СВЧ и антенн с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;	• частично владеет навыками проектирования конструкций устройств СВЧ и антенн с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;
Удовлетворительно (пороговый	• Даёт определения основным принципам	• показывет недостаточные навыки разра-	• демонстрирует неполное, недостаточное

Согласована на портале № 22409

уровень)	проектирования конструкции устройств СВЧ и антенн с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;	ботки и проектирования конструкции устройств СВЧ и антенн с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;	владение навыками проектирования конструкций устройств СВЧ и антенн с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы опросов на занятиях

– Основные типы фидерных линий (двухпроводные, коаксиальные, полосковые, щелевые, волноводные, диэлектрические, с поверхностной волной, волоконно-оптические), их параметры и характеристики.

– Пассивные устройства фидерных трактов СВЧ (реактивные и согласованные нагрузки, переходы, аттенюаторы, фазовращатели, фильтры, вентили, циркуляторы, делители, направленные ответвители, резонаторы, управляемые устройства). Их технические параметры и характеристики, методы расчёта, конструкции, назначения. Принцип декомпозиции анализа сложных устройств. Каскадное соединение базовых элементов многополюсников.

– Технические параметры и характеристики передающих и приёмных антенн. Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны. Вибраторные антенны. Апертурные антенны

– Основы автоматизированного проектирования разрабатываемых СВЧ устройств и антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования

3.2 Экзаменационные вопросы

– Вопрос №1

– 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 пара-метры. 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 фаз-вая скорость, волновое со-противление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии. Мар-кировка коаксиальных ка-белей. 7. Полосковые и микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, ее длина и фазовая ско-рость, 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 мощ-ность. Технология изготовления и стандарты. Применения. 9. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна ос-новного типа, условие ее су-ществования, 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

Согласована на портале № 22409

применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия экви-валентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними. 12. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и со-отношение 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. Пове-дение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Режимы в ЛП и их связь с сопро-тивлением нагрузки. 14. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ни-ми. 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 на-грузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ. 16. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие транс-форматоры, 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, последова-тельное 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. 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 под-ходы 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. Приме-нения. 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.

- Вопрос №2
- Что такое антенна?
- 2. Определение и особенности класса линейных антенн.
- 3. Определение и особенности класса апертурных антенн.
- 4. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей
- 5. Назначение и классификация антенн, понятия, определения
- 6. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн
- 7. Амплитудная ДН, ее форма и ширина, графическое изображение
- 8. Теорема о перемножении ДН однотипных облучателей
- 9. Фазовая диаграмма антенны. Фазовый центр и центр излучения
- 10. Мощность и сопротивление излучения антенны
- 11. Входное сопротивление антенны, связь с сопротивлением излучения
- 12. Электрическая прочность. Предельная и допустимая мощности
- 13. Поляризация, ее виды, необходимость учета при приеме
- 14. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании ан-

Согласована на портале № 22409

тенн

– 15. КНД, КПД и КУ антенны, определения, взаимосвязи
– 16. Действующая длина и диапазон рабочих частот антенны
– 17. Приемные антенны. Эквивалентная схема. Формулы Неймана для ЭДС
– 18. Приемные антенны. Условия приема максимальной мощности
– 19. Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приемных антенн
– 20. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны
– 21. Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути ее снижения
– 22. Особенности работы антенн на низких и высоких частотах
– 23. Энергетические соотношения в приемных антеннах на СВЧ в согласованном и рассогласованном режимах
– 24. Формула идеальной радиопередачи с пояснениями
– 25. Понятие множителя направленности ЛНС и её элемента.
– 26. Понятие множителя направленности ЛДС и её элемента.
– 27. Понятие множителя направленности плоской апертуры и её элемента.
– 28. Как определяется угол максимума излучения ЛНС бегущей волны?
– 29. Понятие оптимального режима в ЛНС.
– 30. Влияние на ДН формы амплитудного распределения в синфазной ЛНС.
– 31. Влияние на ДН линейных и кубических фазовых искажений в ЛНС с постоянным амплитудным распределением.
– 32. Влияние на ДН квадратичных фазовых искажений в ЛНС с постоянным амплитудным распределением.
– 33. Способы подавления дифракционных максимумов
– 34. Сравнить и прокомментировать множители направленности ЛНС и ЛДС.
– 35. Множитель направленности плоских излучающих раскрывов
– 36. КНД, КИП и эффективная поверхность синфазного плоского излучающего раскрыва
– 37. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, КНД.
– 38. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, действующая длина, эффект укорочения длины вибратора, входное сопротивление.
– 39. Конструкции симметричных линейных вибраторных антенн. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий. Применения
– 40. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий, ДН, применения
– 41. Конструкции несимметричных вибраторов. Способы возбуждения, ДН, применения
– 42. Способы расширения рабочего диапазона вибраторных антенн
– 43. Щелевые излучатели. Принцип двойственности и его использование при их расчете
– 44. Цилиндрическая и коническая спиральные антенны. Режимы излучения, поляризация. Конструкции, принцип действия, их сравнительная характеристика, применения
– 45. Диэлектрические стержневые антенны. Конструкции, принцип действия, применения
– 46. Волноводные излучатели. Метод расчета. Конструкции, принцип действия, применения
– 47. Рупорные антенны. Конструкции, принцип действия, применения
– 48. Линзовые антенны на замедляющих линзах. Устройство, принцип действия, применения
– 49. Линзовые антенны на ускоряющих линзах. Устройство, принцип действия, применения
– 50. Антенна на основе линзы Люнеберга. Конструкция, принцип действия, применение
– 51. Параболические однозеркальные антенны. Апертурный метод расчета. Конструкции,

Согласована на портале № 22409

принцип действия, применения

– 52. Параболические двухзеркальные антенны Кассегрена и Грегори. Метод расчета. Конструкции, принцип действия, применения

3.3 Темы лабораторных работ

– Исследование электрических параметров и характеристик устройств СВЧ

– Исследование антенн по измерениям поля в дальней и ближней зонах.

3.4 Темы курсовых проектов (работ)

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

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

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

2. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов: Учебное пособие / Соколова Ж. М. - 2012. 283 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/634, свободный.

4.2. Дополнительная литература

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

2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями для практических работ / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2795, свободный.

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

3. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7, свободный.

4. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3730, свободный.

5. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЛНОВОДНОГО ТРАКТА И СОГЛАСОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ НАГРУЗОК: Руководство к лабораторной работе / Соколова Ж. М. - 2011. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/132, свободный.

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

Согласована на портале № 22409

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

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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

Согласована на портале № 22409