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): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2016 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 занятия	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 № 12146

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

Разработчики:

доцент каф. СВЧиКР _____ Фатеев А. В.

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ Шарангович С. Н.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

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

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

Согласована на портале № 12146

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовка специалистов в области создания и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в радиоэлектронных системах и комплексах различного назначения

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: Основы теории цепей, Электродинамика.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** физические основы построения и функционирования устройств СВЧ и антенн

– **уметь** выполнять расчеты, связанные с определением параметров устройств СВЧ и антенн;

– **владеть** методами расчёта параметров и характеристик устройств СВЧ и антенн, основами их разработки и проектирования.

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 занятия	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

Согласована на портале № 12146

Всего (без экзамена)	180	108	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость ч	216	144	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	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-3
2 Устройства СВЧ	14	6	8	16	0	44	ПК-3
3 Антенны	14	6	8	16	0	44	ПК-3
4 Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ и антенн	4	4	0	3	0	11	ПК-3, ПК-5
Итого за семестр	36	18	16	38	0	108	
7 семестр							
5 Автоматизированное проетирование устройств СВЧ и антенн	0	17	0	47	0	64	ПК-3, ПК-5
Итого за семестр	0	17	0	47	0	64	
Итого	36	35	16	85	0	172	

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	4	ПК-3

Согласована на портале № 12146

	параметры и характеристики.		
	Итого	4	
2 Устройства 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.	14	ПК-3
	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-3
	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-3, ПК-5
	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 представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Основы теории цепей	+	+			
2 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

Согласована на портале № 12146

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

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПК-3	+	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе
ПК-5	+	+		+	+	Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), 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.

Согласована на портале № 12146

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

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

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Содержание практических занятий	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-3, ПК-5
	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-3

Согласована на портале № 12146

	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-3
	Итого	6	
3 Антенны	Характеристики и параметры передающих и приёмных антенн. Электрически малые излучатели. Симметричные и несимметричные вибраторы, антенны бегущих волн. Симметричные и несимметричные вибраторы, антенны бегущих волн	6	ПК-3
	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-3, ПК-5
	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-3	Компонент своевременности, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 12146

	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Устройства СВЧ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-3	Компонент своевременности, 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-3	Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	16		
4 Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ и антенн	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-3, ПК-5	Компонент своевременности, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		38		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
7 семестр				
5 Автоматизированное проетирование устройств СВЧ и антенн	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	47	ПК-3, ПК-5	Отчет по курсовой работе
	Итого	47		
Итого за семестр		47		
Итого		121		

10. Курсовая работа (проект)

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

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

Содержание курсовой работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 12146

7 семестр		
Курсовой проект	8	ПК-3, ПК-5
Итого за семестр	8	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

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

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 начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
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				
Компонент своевременности	5	5	4	14
Опрос на занятиях	4	8	10	22
Отчет по лабораторной работе		10	24	34
Итого максимум за период	9	23	38	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	9	32	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

Согласована на портале № 12146

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2794, дата обращения: 01.02.2017.

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: 01.02.2017.

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: 01.02.2017.

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: 01.02.2017.

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: 01.02.2017.

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: 01.02.2017.

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: 01.02.2017.

6. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А.

Согласована на портале № 12146

Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3700, дата обращения: 01.02.2017.

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: 01.02.2017.

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. 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.

Согласована на портале № 12146

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.

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:

Согласована на портале № 12146

– 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 № 12146

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): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- доцент каф. СВЧиКР Фатеев А. В.

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

Томск 2017

Согласована на портале № 12146

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-3	способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	Должен знать физические основы построения и функционирования устройств СВЧ и антенн; Должен уметь выполнять расчеты, связанные с определением параметров устройств СВЧ и антенн;; Должен владеть методами расчёта параметров и характеристик устройств СВЧ и антенн, основами их разработки и проектирования.;
ПК-5	способностью использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (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-3

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

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

Согласована на портале № 12146

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;	решать задачи анализа и расчёта характеристик устройств СВЧ и антенн; разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники устройств СВЧ и антенн для радиоэлектронных систем и комплексов;	навыками разработки типовых устройств СВЧ и антенн
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лабораторные занятия; • 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; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • 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 электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных	• свободно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных	• владеет навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

Согласована на портале № 12146

	программ;	программ;	
Хорошо (базовый уровень)	• Имеет представление об основных принципах проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	• самостоятельно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	• частично владеет навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Даёт определения основным принципам проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	• показывет недостаточные навыки разработки и проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	• демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

2.2 Компетенция ПК-5

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 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 для радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения;	осуществлять с учётом технико-экономической оптимизации схемотехническое проектирование разрабатываемых устройств СВЧ и антенн с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ;	навыками разработки типовых устройств СВЧ и антенн
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета; • Контроль	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета; • Контроль	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);

Согласована на портале № 12146

	самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

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

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.

Согласована на портале № 12146

– 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 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

Согласована на портале № 12146

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. 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. 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 антенн 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

Согласована на портале № 12146

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, 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.: Радио-техника, 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:

Согласована на портале № 12146

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.

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 № 12146