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

Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Лабораторные работы	16	16	часов
3	Всего аудиторных занятий	40	40	часов
4	Из них в интерактивной форме	13	13	часов
5	Самостоятельная работа	68	68	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале №

19035

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «24» января 2017 года, протокол № 4.

Разработчик:

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

Заведующий обеспечивающей каф. РЗИ _____ А. С. Задорин

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

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперт:

профессор каф. СВЧиКР ТУСУР _____ А. Е. Мандель

Согласована на портале №

19035

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с современными измерительными приборами диапазона СВЧ, методологией их использования и местом измерительной техники в радиоэлектронике СВЧ.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей преподавания дисциплины является: изучение сигналов и устройств СВЧ как объектов измерения, классификации измерительных устройств и систем СВЧ, изучение структуры, устройства, функций и параметров эффективности измерительных приборов и систем СВЧ, приобретение навыков управления измерительными приборами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ» (Б1.В.ДВ.11.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-8 способностью использовать нормативные документы в своей деятельности;

– ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** сигналы и устройства СВЧ как объект измерений, структуру и устройство измерительных приборов, методы и технологии проведения калибровок и измерений на СВЧ.

– **уметь** организовывать измерительный процесс и метрологическое обеспечение на производстве радиоэлектронной продукции.

– **владеть** современными инструментальными средствами для измерений на СВЧ.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	40	40
Лекции	24	24
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	13	13
Самостоятельная работа (всего)	68	68
Оформление отчетов по лабораторным работам	44	44
Проработка лекционного материала	24	24
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

Согласована на портале №

19035

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	Торные	ятельн	в (без	ируемые ком
7 семестр					
1 Среды распространения сигналов СВЧ. Параметры цепей. Классификация измерителей.	4	4	15	23	ОПК-8, ПК-1, ПК-6
2 Измерение мощности	4	4	15	23	ПК-1, ПК-6
3 Скалярные анализаторы цепей	2	0	4	6	ПК-1, ПК-6
4 Векторные анализаторы цепей	10	8	15	33	ПК-1, ПК-6
5 Анализаторы спектра	2	0	15	17	ПК-1, ПК-6
6 Измерение коэффициента шума	2	0	4	6	ПК-1, ПК-6
Итого за семестр	24	16	68	108	
Итого	24	16	68	108	

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	мируемые компетен
7 семестр			
1 Среды распространения сигналов СВЧ. Параметры цепей. Классификация измерителей.	Волноводные, коаксиальные, микрополосковые СВЧ тракты.Параметры линии передачи. Параметры четырёхполюсников. Параметры рассеяния. Нелинейные параметры.Измерители параметров цепей и сигналов.	4	ОПК-8
	Итого	4	
2 Измерение мощности	Определение мощности СВЧ сигнала. Детекторы мощности.Структура и устройство измерителя мощности. Методология использования прибора. Цифровая индикация. Автоматизация и калибровка прибора. Погрешности измерений.	4	ПК-1, ПК-6
	Итого	4	
3 Скалярные анализаторы цепей	Выполняемые функции и структурная схема САЦ. Панорамный генератор зондирующих сигналов – синтезатор частот. Устройства сепарации волн. Широкополосный детекторный приемник. Виды ошибок прибора. Калибровка прибора. Применение цифровой обработки сигналов	2	ПК-1, ПК-6

Согласована на портале №

19035

	Итого	2	
4 Векторные анализаторы цепей	Выполняемые функции и структурная схема ВАЦ. Сепарация волн. Супергетеродинный приемник, гетеродины и узкополосное детектирование. Измерение фазы, проблема локализации отсчета фазы. Тестирование нелинейных цепей. Системы измерительной калибровки и коррекции. Верификация прибора. Управление ВАЦ. Показатели эффективности ВАЦ. Виды тестируемых устройств и методические особенности тестирования.	10	ПК-1, ПК-6
	Итого	10	
5 Анализаторы спектра	Цель аппаратного спектрального анализа. Теоретические предпосылки: параллельный и последовательный анализ, текущий спектр, мгновенный спектр, искажающее действие реального фильтра, разрешающая способность последовательного анализа. Классификация анализируемых сигналов. Структура АС: структурная схема, первый гетеродин, дисплей, радиочастотный аттенюатор, преселектор, частотный план, тракт ПЧ с регулируемым усилением, фильтр последней ПЧ, детектор огибающей. Эффективность АС. Методические особенности применения АС.	2	ПК-1, ПК-6
	Итого	2	
6 Измерение коэффициента шума	Теоретические предпосылки, связанные с понятием «коэффициент шума». Методы измерения коэффициента шума. Генераторы шума. Измерение шумовой температуры с помощью низкотемпературных генераторов шума. Измерение коэффициента шума транзисторов. Эффективность измерителя коэффициента шума. Методология использования измерителя коэффициента шума.	2	ПК-1, ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		24	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и

Согласована на портале №

19035

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	6
Предшествующие дисциплины						
1 Устройства сверхвысокой частоты и антенны	+	+	+	+	+	+
2 Метрология и радиоизмерения	+	+	+	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-8	+		+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-1	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-6	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

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

Методы	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
7 семестр			
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	8	5	13
Итого за семестр:	8	5	13
Итого	8	5	13

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Формы контроля
7 семестр			
1 Среды распространения сигналов СВЧ. Параметры цепей. Классификация измерителей.	Скалярный анализатор цепей.	4	ПК-1, ПК-6
	Итого	4	
2 Измерение мощности	Векторные анализаторы цепей (ВАЦ). Измерение S-параметров.	4	ПК-1, ПК-6
	Итого	4	
4 Векторные анализаторы цепей	ВАЦ. Встраивание и исключение	4	ПК-1, ПК-

Согласована на портале №

19035

	цепей. Моделирование согласующих цепей.		6
	ВАЦ. Измерение нелинейных характеристик цепей.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость,	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Среды распространения сигналов СВЧ. Параметры цепей. Классификация измерителей.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-8, ПК-1, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	11		
	Итого	15		
2 Измерение мощности	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	11		
	Итого	15		
3 Скалярные анализаторы цепей	Проработка лекционного материала	4	ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Итого	4		
4 Векторные анализаторы цепей	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	11		
	Итого	15		
5 Анализаторы спектра	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	11		
	Итого	15		
6 Измерение коэффициента шума	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Итого	4		
Итого за семестр		68		
Итого		68		

Согласована на портале №

19035

9.1. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Волноводные, коаксиальные, микрополосковые СВЧ тракты.
2. Параметры линии передачи. Параметры четырёхполюсников. Параметры рассеяния. Нелинейные параметры.
3. Измерители параметров цепей и сигналов.
4. Выполняемые функции и структурная схема САЦ. Панорамный генератор зондирующих сигналов – синтезатор частот. Устройства сепарации волн. Широкополосный детекторный приемник. Виды ошибок прибора. Калибровка прибора. Применение цифровой обработки сигналов
5. Выполняемые функции и структурная схема ВАЦ. Сепарация волн. Супергетеродинный приемник, гетеродины и узкополосное детектирование. Измерение фазы, проблема локализации отсчета фазы. Тестирование нелинейных цепей. Системы измерительной калибровки и коррекции. Верификация прибора. Управление ВАЦ. Показатели эффективности ВАЦ. Виды тестируемых устройств и методические особенности тестирования.
6. Теоретические предпосылки, связанные с понятием «коэффициент шума». Методы измерения коэффициента шума. Генераторы шума. Измерение шумовой температуры с помощью низкотемпературных генераторов шума. Измерение коэффициента шума транзисторов. Эффективность измерителя коэффициента шума. Методология использования измерителя коэффициента шума.
7. Определение мощности СВЧ сигнала. Детекторы мощности.
8. Структура и устройство измерителя мощности. Методология использования прибора. Цифровая индикация. Автоматизация и калибровка прибора. Погрешности измерений.
9. Цель аппаратного спектрального анализа. Теоретические предпосылки: параллельный и последовательный анализ, текущий спектр, мгновенный спектр, искажающее действие реального фильтра, разрешающая способность последовательного анализа. Классификация анализируемых сигналов. Структура АС: структурная схема, первый гетеродин, дисплей, радиочастотный аттенюатор, преселектор, частотный план, тракт ПЧ с регулируемым усилением, фильтр последней ПЧ, детектор огибающей. Эффективность АС. Методические особенности применения АС.

9.2. Темы лабораторных работ

10. Определение мощности СВЧ сигнала. Детекторы мощности.
11. Структура и устройство измерителя мощности. Методология использования прибора. Цифровая индикация. Автоматизация и калибровка прибора. Погрешности измерений.

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

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				
Опрос на занятиях	10	10	10	30
Отчет по лабораторной работе	20	20	30	70
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Согласована на портале №

19035

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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

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

12.2. Дополнительная литература

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

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Соколова, Жанна Моисеевна. Основы СВЧ электроники: Сборник задач, вопросов и упражнений / Соколова Ж. М. - 2012. 123 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/2797
2. Шостак А.С. Прием и обработка сигналов: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов (СРС) / Шостак А. С. - 2012. 19 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/180
3. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Руководство к лабораторным работам / Глазов Г. Н., Ульянов В. Н. - 2010. 16 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/1109

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.

Согласована на портале №

19035

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. №407 Состав оборудования: Учебная мебель; Широкоформатный плазменный экран – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 12 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 4 этаж, ауд. 407. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 12 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

Согласована на портале №

19035

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

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

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

Согласована на портале №

19035

– 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 №

19035

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

Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:
- зав.кафедрой РЗИ каф. РЗИ А. С. Задорин

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале №

19035

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-6	готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Должен знать сигналы и устройства СВЧ как объект измерений, структуру и устройство измерительных приборов, методы и технологии проведения калибровок и измерений на СВЧ.; Должен уметь организовывать измерительный процесс и метрологическое обеспечение на производстве радиоэлектронной продукции.; Должен владеть современными инструментальными средствами для измерений на СВЧ.;
ПК-1	способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	
ОПК-8	способностью использовать нормативные документы в своей деятельности	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-6

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале №

19035

компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные этапы проектирования и создания систем автоматизированных измерений на СВЧ, программные проектирования данных систем;	применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования систем автоматизированных измерений на СВЧ;	методами расчета основных параметров устройств и систем систем автоматизированных измерений на СВЧ в типовых режимах;
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

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)	• свободно знать основные этапы проектирования и создания систем автоматизированных измерений на СВЧ, принципы выбора конструкторских решений и обеспечения надежности;;	• свободно применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и создания систем автоматизированных измерений на СВЧ;;	• свободно методами расчета основных параметров систем автоматизированных измерений на СВЧ в типовых режимах;;
Хорошо (базовый уровень)	• уверенно знать основные этапы проектирования и создания проектирования и создания систем автоматизированных измерений на СВЧ, принципы выбора конструкторских решений и обеспечения надежности;;	• уверенно применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и создания систем автоматизированных измерений на СВЧ;;	• уверенно методами расчета основных параметров устройств и систем систем автоматизированных измерений на СВЧ в типовых режимах;;

Согласована на портале №

19035

Удовлетворительно (пороговый уровень)	• способен ориентироваться в основных этапах проектирования и создания систем автоматизированных измерений на СВЧ, принципах выбора конструкторских решений и обеспечения и обеспечения надежности;	• способен ориентироваться в компьютерных системах и пакетах прикладных программ для проектирования и создания систем автоматизированных измерений на СВЧ;;	• способен ориентироваться в методах расчета основных параметров систем автоматизированных измерений на СВЧ в типовых режимах;;

2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники;	применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств;	типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем;
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

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)	• свободно стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на	• свободно компьютерные системы и пакеты прикладных программ для	• свободно типовыми программными средствами для автоматизации

Согласована на портале №

19035

	решение научных и проектных задач радиоэлектроники;	проектирования и исследования радиотехнических устройств;;	проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем;;
Хорошо (базовый уровень)	• уверенно технологию работы на персональном компьютере в современных операционных средах, основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных;;	• уверенно компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств;;	• уверенно типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• способен ориентироваться в типовых информационных объектах, типовые алгоритах обработки данных;;	• способен ориентироваться в пакетах прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств;;	• способен ориентироваться в средствах автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем;;

2.3 Компетенция ОПК-8

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	элементы начертательной геометрии и инженерной графики, геометрическое моделирование, программные средства компьютерной графики;	представлять технические решения с использованием средств компьютерной графики и геометрического моделирования	современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации;
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале №

19035

	• Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;	
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• свободно элементы систем автоматизированных измерений на СВЧ;;	• свободно применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования систем автоматизированных измерений на СВЧ;;	• свободно моделями активных приборов, используемых в системах автоматизированных измерений на СВЧ;;
Хорошо (базовый уровень)	• уверенно свободно элементы систем автоматизированных измерений на СВЧ; ;	• уверенно применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования систем автоматизированных измерений на СВЧ;;	• уверенно моделями активных приборов, используемых в системах автоматизированных измерений на СВЧ;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• способен ориентироваться в элементах систем автоматизированных измерений на СВЧ;	• способен ориентироваться в пакетах прикладных программ для проектирования и исследования систем автоматизированных измерений на СВЧ;;	• способен ориентироваться в моделях активных приборов, используемых в системах автоматизированных измерений на СВЧ;;

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

- ЗАЧЕТНЫЕ ВОПРОСЫ
- 1.Частоты и длины волн диапазона СВЧ
- 2. Особенности диапазона СВЧ
- 3. РТС, работающие в диапазоне СВЧ
- 4. Особенности измерений на СВЧ
- 5. Портовое представление цепей на СВЧ
- 6. Классификация линий передачи
- 7. Что рассматривает электродинамика линий передачи (что такое моды, электриче-ские и магнитные волны, критические длины волн, длина волны в линии, фазовая скорость, дисперсия?)
- 8. Что такое коаксиал?

Согласована на портале №

19035

– 9. Что такое эквивалентная ЛП?
– 10. Схема двухпроводной эквивалентной ЛП
– 11. Схема эквивалентной ЛП с генератором и нагрузкой (отсчет координаты?)
– 12. Волновые уравнения эквивалентной ЛП (ур-ния Гельмгольца)
– 13. Что такое полное напряжение в эквивалентной ЛП?
– 14. Что такое падающие и отраженные волны в эквивалентной ЛП?
– 15. Что такое вторичные параметры в эквивалентной ЛП?
– 16. Перечислить вторичные параметры эквивалентной ЛП.
– 17. Записать комплексную амплитуду падающей волны во времени
– 18. Записать комплексную амплитуду отраженной волны во времени
– 19. Что такое коэффициенты в эквивалентной ЛП?
– 20. Как связаны фазовая скорость в эквивалентной ЛП с коэффициентом ?
– 21. Что такое коэффициент отражения и его модуль?
– 22. Что такое ЛП без потерь?
– 23. Что такое волновое сопротивление ЛП?
– 24. Как связаны коэффициент отражения и нагрузка ЛП?
– 25. Распределение амплитуд напряжения и тока вдоль нагруженной линии
– 26. Что такое КСВ? (диапазон значений КСВ)
– 27. Как связаны КСВ и ?
– 28. Режимы работы ЛП без потерь
– 29. Канонические нагрузки эквивалентной ЛП
– 30. Согласованная нагрузка
– 31. Граничные условия при холостом ходе эквивалентной ЛП
– 32. Граничные условия при КЗ эквивалентной ЛП
– 33.? Чему равен коэффициент отражения при нагрузке ЛП на емкость
– 34. Чему равен коэффициент отражения при нагрузке ЛП на индуктивность?
– 35. Что такое классические матрицы линейных цепей?
– 36. Мотивы введения параметров рассеяния на СВЧ
– 37. Что такое нормированные падающие и отраженные волны в эквивалентной ЛП?
– 38. Матричная запись линейных соотношений цепи с матрицей рассеяния
– 39. Смысл S-параметров двухпортовой цепи
– 40. Измерение параметров рассеяния
– 41. Преимущества параметров рассеяния
– 42. В чем разница топологических и сигнальных графов?
– 43. Что такое потоковый граф?
– 44. Термины потокового графа: переменные, ветви, узлы, сток, исток, множитель вет-ви, петля, петля первого порядка, второго порядка и т.д.
– 45. Что такое решение потокового графа?
– 46. Потоковый граф двухпортовой цепи
– 47. Что такое панорамный генератор СВЧ-сигналов?
– 48. Что такое синтезатор частот?
– 49. Что такое делитель мощности?
– 50. Что такое сепарация волн?
– 51. Что такое направленный ответвитель?
– 52. Что такое аттенюатор?
– 53. Что такое анализатор цепей СВЧ?
– 54. Принцип зондирования в анализаторе цепей
– 55. Классический рефлектометр
– 56. Аппаратный анализ однопортовой цепи
– 57. Два способа двустороннего зондирования двухпортовой цепи
– 58. Скелетная схема анализатора цепей

Согласована на портале №

19035

– 59. Аппаратный анализ цепи как задача идентификации объекта
– 60. Аппаратный анализ цепи в частотной и во временной области
– 61. Планирование измерения по тестированию устройства анализатором цепей
– 62. Функциональные блоки анализатора цепей
– 63. Различие векторного и скалярного анализаторов цепей
– 64. Цели тестирования устройств на анализаторе цепей
– 65. Классификация тестируемых устройств
– 66. Примеры тестируемых устройств
– 67. Факторы эффективности анализаторов цепей
– 68. Аппаратный анализ цепей во временной области
– 69. Виды ошибок аппаратного анализа цепей
– 70. Модель систематических ошибок анализатора цепей
– 71. Этапы измерительной калибровки векторного анализатора цепей
– 72. Коррекция данных на основе измерительной калибровки
– 73. Что такое верификация точностей анализатора цепей

3.2 Темы лабораторных работ

– Определение мощности СВЧ сигнала. Детекторы мощности.

– Структура и устройство измерителя мощности. Методология использования прибора. Цифровая индикация. Автоматизация и калибровка прибора. Погрешности измерений.

– Выполняемые функции и структурная схема САЦ. Панорамный генератор зондирующих сигналов – синтезатор частот. Устройства сепарации волн. Широкополосный детекторный приемник. Виды ошибок прибора. Калибровка прибора. Применение цифровой обработки сигналов

– Выполняемые функции и структурная схема ВАЦ. Сепарация волн. Супергетеродинный приемник, гетеродины и узкополосное детектирование. Измерение фазы, проблема локализации отсчета фазы. Тестирование нелинейных цепей. Системы измерительной калибровки и коррекции. Верификация прибора. Управление ВАЦ. Показатели эффективности ВАЦ. Виды тестируемых устройств и методические особенности тестирования.

– Волноводные, коаксиальные, микрополосковые СВЧ тракты.

– Параметры линии передачи. Параметры четырёхполюсников. Параметры рассеяния. Нелинейные параметры.

– Измерители параметров цепей и сигналов.

– Определение мощности СВЧ сигнала. Детекторы мощности.

– Структура и устройство измерителя мощности. Методология использования прибора. Цифровая индикация. Автоматизация и калибровка прибора. Погрешности измерений.

– Цель аппаратного спектрального анализа. Теоретические предпосылки: параллельный и последовательный анализ, текущий спектр, мгновенный спектр, искажающее действие реального фильтра, разрешающая способность последовательного анализа. Классификация анализируемых сигналов. Структура АС: структурная схема, первый гетеродин, дисплей, радиочастотный аттенюатор, преселектор, частотный план, тракт ПЧ с регулируемым усилением, фильтр последней ПЧ, детектор огибающей. Эффективность АС. Методические особенности применения АС.

– Теоретические предпосылки, связанные с понятием «коэффициент шума». Методы измерения коэффициента шума. Генераторы шума. Измерение шумовой температуры с помощью низкотемпературных генераторов шума. Измерение коэффициента шума транзисторов. Эффективность измерителя коэффициента шума. Методология использования измерителя коэффициента шума.

3.3 Зачёт

– 1.Частоты и длины волн диапазона СВЧ
– 2. Особенности диапазона СВЧ
– 3. РТС, работающие в диапазоне СВЧ
– 4. Особенности измерений на СВЧ
– 5. Портовое представление цепей на СВЧ

Согласована на портале №

19035

– 6. Классификация линий передачи
– 7. Что рассматривает электродинамика линий передачи (что такое моды, электриче-ские и магнитные волны, критические длины волн, длина волны в линии, фазовая скорость, дисперсия?)
– 8. Что такое коаксиал?
– 9. Что такое эквивалентная ЛП?
– 10. Схема двухпроводной эквивалентной ЛП
– 11. Схема эквивалентной ЛП с генератором и нагрузкой (отсчет координаты?)
– 12. Волновые уравнения эквивалентной ЛП (ур-ния Гельмгольца)
– 13. Что такое полное напряжение в эквивалентной ЛП?
– 14. Что такое падающие и отраженные волны в эквивалентной ЛП?
– 15. Что такое вторичные параметры в эквивалентной ЛП?
– 16. Перечислить вторичные параметры эквивалентной ЛП.
– 17. Записать комплексную амплитуду падающей волны во времени
– 18. Записать комплексную амплитуду отраженной волны во времени
– 19. Что такое коэффициенты в эквивалентной ЛП?
– 20. Как связаны фазовая скорость в эквивалентной ЛП с коэффициентом ?
– 21. Что такое коэффициент отражения и его модуль?
– 22. Что такое ЛП без потерь?
– 23. Что такое волновое сопротивление ЛП?
– 24. Как связаны коэффициент отражения и нагрузка ЛП?
– 25. Распределение амплитуд напряжения и тока вдоль нагруженной линии
– 26. Что такое КСВ? (диапазон значений КСВ)
– 27. Как связаны КСВ и ?
– 28. Режимы работы ЛП без потерь
– 29. Канонические нагрузки эквивалентной ЛП
– 30. Согласованная нагрузка
– 31. Граничные условия при холостом ходе эквивалентной ЛП
– 32. Граничные условия при КЗ эквивалентной ЛП
– 33.? Чему равен коэффициент отражения при нагрузке ЛП на емкость
– 34. Чему равен коэффициент отражения при нагрузке ЛП на индуктивность?
– 35. Что такое классические матрицы линейных цепей?
– 36. Мотивы введения параметров рассеяния на СВЧ
– 37. Что такое нормированные падающие и отраженные волны в эквивалентной ЛП?
– 38. Матричная запись линейных соотношений цепи с матрицей рассеяния
– 39. Смысл S-параметров двухпортовой цепи
– 40. Измерение параметров рассеяния
– 41. Преимущества параметров рассеяния
– 42. В чем разница топологических и сигнальных графов?
– 43. Что такое потоковый граф?
– 44. Термины потокового графа: переменные, ветви, узлы, сток, исток, множитель вет-ви, петля, петля первого порядка, второго порядка и т.д.
– 45. Что такое решение потокового графа?
– 46. Потоковый граф двухпортовой цепи
– 47. Что такое панорамный генератор СВЧ-сигналов?
– 48. Что такое синтезатор частот?
– 49. Что такое делитель мощности?
– 50. Что такое сепарация волн?
– 51. Что такое направленный ответвитель?
– 52. Что такое аттенюатор?
– 53. Что такое анализатор цепей СВЧ?
– 54. Принцип зондирования в анализаторе цепей

Согласована на портале №

19035

– 55. Классический рефлектометр
– 56. Аппаратный анализ однопортовой цепи
– 57. Два способа двустороннего зондирования двухпортовой цепи
– 58. Скелетная схема анализатора цепей
– 59. Аппаратный анализ цепи как задача идентификации объекта
– 60. Аппаратный анализ цепи в частотной и во временной области
– 61. Планирование измерения по тестированию устройства анализатором цепей
– 62. Функциональные блоки анализатора цепей
– 63. Различие векторного и скалярного анализаторов цепей
– 64. Цели тестирования устройств на анализаторе цепей
– 65. Классификация тестируемых устройств
– 66. Примеры тестируемых устройств
– 67. Факторы эффективности анализаторов цепей
– 68. Аппаратный анализ цепей во временной области
– 69. Виды ошибок аппаратного анализа цепей
– 70. Модель систематических ошибок анализатора цепей
– 71. Этапы измерительной калибровки векторного анализатора цепей
– 72. Коррекция данных на основе измерительной калибровки
– 73. Что такое верификация точностей анализатора цепей

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

4.2. Дополнительная литература

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

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Соколова, Жанна Моисеевна. Основы СВЧ электроники: Сборник задач, вопросов и упражнений / Соколова Ж. М. - 2012. 123 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/2797
2. Шостак А.С. Прием и обработка сигналов: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов (СРС) / Шостак А. С. - 2012. 19 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/180
3. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Руководство к лабораторным работам / Глазов Г. Н., Ульянов В. Н. - 2010. 16 с. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/1109

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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

Согласована на портале №

19035