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

Антенны и устройства сверхвысокой частоты

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль): **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекции	44	44	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	18	18	часов
Всего аудиторных занятий	96	96	часов
Из них в интерактивной форме	14	14	часов
Самостоятельная работа	84	84	часов
Всего (без экзамена)	180	180	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	216	216	часов
	6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Согласована на портале № 10358

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6/2016 от «_3_» _____11_____ 2016 г.

Томск 2017

Согласована на портале № 10358

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования , утвержденного 2016-09-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. КИПР каф. КИПР _____ Шостак А. С.

Заведующий обеспечивающей каф.
КИПР _____ Карабан В. М.

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

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф.
КИПР _____ Карабан В. М.

Эксперты:

профессор каф. КИПР каф. КИПР _____ Масалов Е. В.

Согласована на портале № 10358

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

дать студентам теоретическую базу для изучения принципов действия, методов анализа, способов построения и основ эксплуатации антенн и СВЧ устройств, применяемых в ГА.

1.2. Задачи дисциплины

– привить способность к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности;

– готовность к участию в выполнении научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок транспортного радиооборудования, способность решения проблем монтажа и наладки авиационного радиоэлектронного оборудования

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Антенны и устройства сверхвысокой частоты» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Формирование и передача сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированные системы управления воздушным движением, Научно-исследовательская работа, Прием и обработка сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-21 способностью к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** принципы действия и характеристики антенн и СВЧ устройств, область их применения, способы формирования необходимых распределений полей излучения, основы антенных измерений; инженерные методы расчета излучающих систем и устройств СВЧ.

– **уметь** работать с научно-технической литературой и измерительной аппаратурой при исследовании характеристик антенн и СВЧ устройств; оценивать соответствие эксплуатируемых устройств современному развитию техники; ориентироваться в современных представлениях о методах расчетах излучающих устройств и фидеров, принципах их работы.

– **владеть** навыками анализа процессов в антенных системах, и технически грамотно эксплуатировать излучающие системы и фидерные тракты.

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
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	96	96
Лекции	44	44
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	18	18
Из них в интерактивной форме	14	14
Самостоятельная работа (всего)	84	84

Согласована на портале № 10358

Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18
Проработка лекционного материала	26	26
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	40	40
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	216	216
Зачетные Единицы Трудоемкости	6.0	6.0

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
1	Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	6	4	0	16	0	26	ПК-21
2	Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	6	12	4	32	0	54	ПК-21
3	Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	5	2	4	9	0	20	ПК-21
4	Интегральные схемы СВЧ . Генераторы. Усилители. Фильтры. Линии задержки. Устройства на коммутационных диодах. Управляющие устройства СВЧ.	5	0	0	3	0	8	ПК-21

Согласована на портале № 10358

	Устройства на ферритах.							
5	Основные характеристики передающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.	6	0	4	6	0	16	ПК-21
6	Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые ан-тенны.	8	0	4	12	0	24	ПК-21
7	Антенны СВЧ. Излучающие раскрывы и решетки. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	8	0	0	6	0	14	ПК-21
	Итого	44	18	16	84	18	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	6	ПК-21
	Итого	6	
2 Теория направляемых волн.	Прямоугольный волновод. Круглый	6	ПК-21

Согласована на портале № 10358

Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямоугольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.		
	Итого	6	
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ, Переходы между линиями передачи СВЧ.	5	ПК-21
	Итого	5	
4 Интегральные схемы СВЧ . Генераторы. Усилители. Фильтры. Линии задержки. Устройства на коммутационных диодах. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на ферритах.	Генераторы. Усилители. Фильтры. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на коммутационных диодах. Устройства на ферритах. Линии задержки СВЧ.	5	ПК-21
	Итого	5	
5 Основные характеристики пере-дающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Вектор-ная комплексная диаграмма направленности. Вторичные пара-метры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.	Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме.	6	ПК-21
	Итого	6	
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые ан-тенны.	Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые антенны	8	ПК-21
	Итого	8	
7 Антенны СВЧ. Излучающие раскрывы и решетки. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	Излучающие раскрывы и решетки. Апертурные антенны. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. СВЧ-антенны бегущей волны. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов.	8	ПК-21

Согласована на портале № 10358

	Электромагнитная совместимость антенн.		
	Итого	8	
Итого за семестр		44	

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	6	7
Предшествующие дисциплины								
1	Формирование и передача сигналов				+			+
Последующие дисциплины								
1	Автоматизированные системы управления воздушным движением		+					+
2	Научно-исследовательская работа		+			+		
3	Прием и обработка сигналов	+	+					

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

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

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 10358

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПК-21	+	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе, Отчет по практике

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 практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
7 семестр				
Мозговой штурм	2	6	6	14
Итого за семестр:	2	6	6	14
Итого	2	6	6	14

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 10358

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	Измерение параметров взаимных и невзаимных коакси-альных четырехполюсников,	4	ПК-21
	Итого	4	
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Измерение коэффициентов отражения от плоских объек-тов в свободном пространстве	4	ПК-21
	Итого	4	
5 Основные характеристики пере-дающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Век-торная комплексная диаграмма направленности. Вторичные пара-метры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.	Измерение коэффициентов отражения от плоских объек-тов в свободном пространстве	4	ПК-21
	Итого	4	
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые ан-тенны.	Исследование поляризационной характеристики антенны	4	ПК-21
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 10358

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	Линии передач в виде проволочных и коаксиальных фидеров	4	ПК-21
	Итого	4	
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	Расчет параметров прямоугольных волноводов	2	ПК-21
	Расчет параметров круглых волноводов	2	
	Расчет параметров П- и Н- волноводов	2	
	Расчет параметров полосковых волноводов	2	
	Объемные резонаторы, полосковые резонаторы	4	
	Итого	12	
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Энергетические соотношения в линиях передач	2	ПК-21
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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
7 семестр				
1 Введение. Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-21	Опрос на занятиях, Отчет по практике
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		

Согласована на портале № 10358

Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	16		
2 Теория направляемых волн. Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т - волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямо-угольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-21	Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	32		
3 Элементы устройств СВЧ. Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Повороты линий передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-21	Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
4 Интегральные схемы СВЧ . Генераторы. Усилители. Фильтры. Линии задержки. Устройства на коммутационных диодах. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на ферритах.	Проработка лекционного материала	3	ПК-21	Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе
	Итого	3		
5 Основные характеристики пере-дающих и приемных антенн . Структурная схема антенны. Век-торная комплексная диаграмма	Оформление отчетов по лабораторным работам	6	ПК-21	Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе
	Итого	6		

Согласована на портале № 10358

направленности. Вторичные пара-метры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура.				
6 Согласование антенн с фидерной линией Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые ан-тенны.	Проработка лекционного материала	2	ПК-21	Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
7 Антенны СВЧ. Излучающие раскрывы и решетки. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.	Проработка лекционного материала	6	ПК-21	Защита курсовых проектов (работ), Опрос на занятиях
	Итого	6		
Итого за семестр		84		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		120		

10. Курсовая работа

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 (час.)	Формируемые компетенции
7 семестр		

Согласована на портале № 10358

Содержание курсовой работы посвящено расчету антенн различных типов.	18	ПК-21
Итого за семестр	18	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– рупорная антенна; зеркальная параболическая антенна; антенна волновой канал; кольцевая щелевая антенна; диэлектрическая стержневая антенна; спиральная антенна с осевым излучением; резонансная волноводно-щелевая антенна с круговой поляризацией; антенная решетка; микрополосковая круглая антенна с линейной поляризацией; микрополосковая прямоугольная антенна с круговой поляризацией; спиральная антенна с осевым излучением.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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)			10	10
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по курсовой работе	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Отчет по практике	6	6	6	18
Итого максимум за период	20	20	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	40	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 10358

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 и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ: Учебное пособие / Шостак А. С. - 2012. 124 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1219, дата обращения: 16.01.2017.
2. Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. Антенны.: Учебное пособие / Шостак А. С. - 2012. 169 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1285, дата обращения: 16.01.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны / Под ред. Д.И. Воскресенского. Изд 2-е доп. и перераб. – М.: Радиотехника, 2006, 376 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. – М. : Высшая школа, 1988, 432 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и устройства СВЧ: Методическое пособие по курсовому проектированию / Шостак А. С. - 2012. 61 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1204, дата обращения: 16.01.2017.
2. Антенны и устройства СВЧ: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов / Шостак А. С. - 2012. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2268, дата обращения: 16.01.2017.
3. Техническая электродинамика, Основы электродинамики и распространение радиоволн, Антенны и устройства СВЧ: Лабораторный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 137 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1319, дата обращения: 16.01.2017.
4. Антенны и устройства СВЧ: Учебный практикум / Козлов В. Г. - 2012. 68 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1433, дата обращения: 16.01.2017.
5. Техническая электродинамика: Учебный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 159 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1320, дата обращения: 16.01.2017.

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.

Согласована на портале № 10358

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. Пакеты прикладных программ Microsoft Office 7.0, MathCAD – 13.0, 14.0

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, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, 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,Ленина улица, д. 40, 4 этаж, ауд.405, 403. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -2 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Ленина улица, д. 40, 4 этаж, ауд. 405. Состав оборудования: Учебная мебель. Набор измерительных антенн. Панорамные измерители КСВН и ослабления типа Р-2 со сменными блоками № 3 (3,2 – 5,6 ГГц), № 4 (5.6 – 8,3 ГГц), №5 (8,15 - 12.05 ГГц); генератор сигналов высокочастотный (4,5 – 5.6 ГГц); измерительные линии – Р1-36, Р1 3; направленные детекторы коаксиальные - (3,2 – 5, 6) ГГц, (4,0 – 12, 05) ГГц и другое специализированное оборудование. комплект рупорных антенн; ферритовые вентили волноводные (5,5 – 8,3) ГГц, коаксиальные (2 – 4 ; 1,5 – 3) ГГц; комплект волноводных и коаксиальных нагрузок; аттенюаторы, переходы разъемы и др. пассивные устройства СВЧ.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 405, 403. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 5 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

Согласована на портале № 10358

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:

- 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:

Согласована на портале № 10358

– 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 № 10358

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

Антенны и устройства сверхвысокой частоты

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль): **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:
- профессор каф. КИПР каф. КИПР Шостак А. С.

Экзамен: 7 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10358

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-21	способностью к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности	Должен знать принципы действия и характеристики антенн и СВЧ устройств, область их применения, способы формирования необходимых распределений полей излучения, основы антенных измерений; инженерные методы расчета излучающих систем и устройств СВЧ. ; Должен уметь работать с научно-технической литературой и измерительной аппаратурой при исследовании характеристик антенн и СВЧ устройств; оценивать соответствие эксплуатируемых устройств современному развитию техники; ориентироваться в современных представлениях о методах расчетах излучающих устройств и фидеров, принципах их работы. ; Должен владеть навыками анализа процессов в антенных системах, и технически грамотно эксплуатировать излучающие системы и фидерные тракты. ;

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

Согласована на портале № 10358

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-21

ПК-21: способностью к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности.

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы действия и характеристики антенн и СВЧ устройств, область их применения, способы формирования необходимых распределений полей излучения, основы антенных измерений применительно к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач; инженерные методы расчета излучающих систем и устройств СВЧ для разработки новых объектов профессиональной деятельности	работать с научно-технической литературой и измерительной аппаратурой при исследовании характеристик антенн и СВЧ устройств; оценивать соответствие эксплуатируемых устройств современному развитию техники; ориентироваться в современных представлениях о методах расчетах излучающих устройств и фидеров, принципах их работы.	навыками анализа процессов в антенных системах и технически грамотно эксплуатировать излучающие системы и фидерные тракты.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);

Согласована на портале № 10358

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

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)	• 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;

3 Типовые контрольные задания

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

3.1 Темы опросов на занятиях

– Линии передачи СВЧ в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линии передачи. Математическая модель регулярной линии передачи. Режимы работы линии передачи. КПД; КБВ, КСВ. Трансформация сопротивлений в линиях передачи.

– Прямоугольный волновод. Круглый металлический волновод. Волноводы с квази -Т -

Согласована на портале № 10358

волнами. Коаксиальный волновод. Микрополосковый волновод. Диэлектрические волноводы. Резонатор на прямоугольном волноводе. Резонатор на круглом волноводе. Коаксиальный резонатор. Полосковый резонатор.

– Согласованные нагрузки. Изоляторы. Реактивные нагрузки. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ, Переходы между линиями передачи СВЧ.

– Генераторы. Усилители. Фильтры. Управляющие устройства СВЧ. Устройства на коммутационных диодах. Устройства на ферритах. Линии задержки СВЧ.

– Структурная схема антенны. Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры. Передающая антенна как четырехполюсник. Эквивалентная схема приемной антенны. Поляризационные соотношения при радиоприеме.

– Узкополосное согласование. Плавные переходы. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования. Вибраторные и щелевые антенны. Слабонаправленные и частотно-независимые антенны

– Излучающие раскрывы и решетки. Апертурные антенны. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. СВЧ- антенны бегущей волны. Особенности антенн радиорелейных линий и космической радиосвязи. Антенные решетки с обработкой сигналов. Электромагнитная совместимость антенн.

3.2 Экзаменационные вопросы

– 1. Линии передачи энергии в радиосистемах и устройствах. 2. Основные параметры линии передачи. 3. Основные типы линий передачи. 4. Влияние режима линии передачи на коэффициент полезного действия и пропускающую мощность. 5. Коэффициент отражения, определение КСВ и КБВ. 6. Трансформация сопротивлений в линиях передачи. 7. Узкополосное согласование в линиях передачи. 8. Согласованные нагрузки. 9. Изоляторы для коаксиального тракта. 10. Реактивные нагрузки. 11. Разъемы и сочленения в трактах СВЧ. 12. Повороты линий передачи. 13. Направлены ответвители. Кольцевые направленные ответвители. 14. Применение отрезков линий передачи в фильтрах СВЧ. 15. Ступенчатые переходы для широкополосного согласования активных нагрузок. 16. Плавные переходы для широкополосного согласования активных нагрузок. 17. Классификация управляющих устройств СВЧ. 18. Механические коммутаторы, фазовращатели и аттенюаторы. 19. Антенные переключатели на газовых разрядниках. 20. Коммутационные диоды СВЧ. 21. Выключатели СВЧ на коммутационных диодах. 22. Дискретные фазовращатели на коммутационных диодах. 23. Классификация ферритовых устройств СВЧ. 24. Невзаимные и управляющие устройства с ферритами. 25. Устройства на основе эффекта Фарадея. 26. Устройства с поперечно – намагниченными ферритами. 27. Ферритовые фазовращатели. 28. Поляризаторы СВЧ, их применение. 29. Назначение и классификация антенн. 30. Элементарный излучатель, диаграмма направленности. 31. Векторная комплексная диаграмма направленности антенны. 32. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны. 33. Эквивалентная схема приемной антенны. 34. Шумовая температура приемной антенны. 35. Взаимное сопротивление антенн. 36. Электрический вибратор. Распределение тока и заряда. 37. Диаграмма направленности, сопротивление излучения, КНД вибратора. 38. Теорема перемножения ДН при анализе системы одинаковых параллельных вибраторов. 39. Конструкции вибраторных антенн. 40. Турникетные антенны. 41. Щелевые антенны. 42. Полосковые и микрополосковые антенны. 43. Принципы построения частотно-независимых антенн. 44. Частотно-независимые спиральные антенны. 45. Логопериодические антенны. 46. Линейные излучающие системы (решетки), КНД решетки. 47. Антенны бегущей волны. 48. Волноводно-щелевые антенны. 49. КНД и эффективная поверхность плоского синфазного раскрыва. 50. Множитель направленности синфазного раскрыва. 51. Сканирование луча в плоском раскрыве. 52. Плоские фазированные антенные решетки (ФАР). 53. Апертурные антенны. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. 54. Активные антенны. Активные фазированные решетки (АФАР). 55. Особенности антенн летательных аппаратов. 56. Влияние подстилающей среды на работу низко расположенных антенн. 57. Метод зеркальных изображений.

3.3 Тематика практики

– Линии передач в виде проволочных и коаксиальных фидеров

– Расчет параметров прямоугольных волноводов

Согласована на портале № 10358

– Расчет параметров круглых волноводов
– Расчет параметров П- и Н- волноводов
– Расчет параметров полосковых волноводов
– Объемные резонаторы, полосковые резонаторы
– Энергетические соотношения в линиях передач

3.4 Темы лабораторных работ

– Измерение параметров взаимных и невзаимных коакси-альных четырехполюсников,
– Измерение коэффициентов отражения от плоских объек-тов в свободном пространстве
– Измерение коэффициентов отражения от плоских объек-тов в свободном пространстве
– Исследование поляризационной характеристики антенны

3.5 Темы курсовых проектов (работ)

– - рупорная антенна; - зеркальная параболическая антенна; - антенна волновой канал; - кольцевая щелевая антенна; - диэлектрическая стержневая антенна; - спиральная антенна с осевым излучением; - резонансная волноводно-щелевая антенна с круговой поляризацией; - антенная решетка; - микрополосковая круглая антенна с линейной поляризацией; - микрополосковая прямоугольная антенна с круговой поляризацией; - спиральная антенна с осевым излучением.

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 и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ: Учебное пособие / Шостак А. С. - 2012. 124 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1219, свободный.
2. Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. Антенны.: Учебное пособие / Шостак А. С. - 2012. 169 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1285, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны / Под ред. Д.И. Воскресенского. Изд 2-е доп. и перераб. – М.: Радиотехника, 2006, 376 с.. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. – М. : Высшая школа, 1988, 432 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и устройства СВЧ: Методическое пособие по курсовому проектированию / Шостак А. С. - 2012. 61 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1204, свободный.
2. Антенны и устройства СВЧ: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов / Шостак А. С. - 2012. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2268, свободный.
3. Техническая электродинамика, Основы электродинамики и распространение радиоволн, Антенны и устройства СВЧ: Лабораторный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 137 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1319, свободный.
4. Антенны и устройства СВЧ: Учебный практикум / Козлов В. Г. - 2012. 68 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1433, свободный.
5. Техническая электродинамика: Учебный практикум / Корогодов В. С., Козлов В. Г., Шостак А. С. - 2012. 159 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1320, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Пакеты прикладных программ Microsoft Office 7.0, MathCAD – 13.0, 14.0

Согласована на портале № 10358