МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Цифровое телерадиовещание**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телевидения и управления (ТУ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	132	132	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 60376

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. является изучение основ проектирования и конструирования электронных средств СВЧ устройств.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основ, проектирования и конструирования СВЧ электронных средств с учётом требований электромагнитной совместимости.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.12.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Знает приемы, способы и методы применения вычислительной техники при выполнении функции сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных	Обладает приёмами, способами и методами применения вычислительной техники при выполнении функции сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных для конструирования и производства электронных средств.
	ОПК-4.2. Умеет работать с информацией в глобальных компьютерных сетях	Работает с информацией с использованием компьютерной сети.
	ОПК-4.3. Владеет практическими навыками решения задач профессиональной деятельности с использованием информационных технологий	Обладает практическими навыками решения задач профессиональной деятельности с использованием информационных технологий при конструировании и развитии технологии производства электронных средств.
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 60376

ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ПКР-3.1. Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы видеокоммуникационного оборудования	Обладает знаниями основ сетевых технологий, нормативно-технической документации, требований технических регламентов и стандартов по качественным показателям работы электронных средств видеокоммуникационного оборудования.
	ПКР-3.2. Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих	Работает с программным обеспечением, используемым при обработке видеоинформации электронными средствами.
	ПКР-3.3. Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг видеосвязи, контроля их качества	Способен качественно анализировать оперативную информацию о запланированных и аварийных работах, связанных с неисправностью электронных средств и прерыванием предоставления услуг видеосвязи, контроля их качества.
ПКР-23. Способен осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам	ПКР-23.1. Знает принципы системного подхода в проектировании видеоинформационных систем	Понимает принципы системного подхода в проектировании электронных средств для видеоинформационных систем.
	ПКР-23.2. Знает современные технические решения создания объектов и систем видеосвязи и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение	Обладает знаниями современных технических решений для создания электронных средств видеосвязи и ее компонентов, а также программного обеспечения для этого.
	ПКР-23.3. Владеет навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами	Обладает навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами для электронных средств.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Согласована на портале № 60376

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	132	132
Подготовка к зачету	54	54
Подготовка к тестированию	18	18
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	24	24
Написание отчета по лабораторной работе	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Введение в основы конструирования и технологии производства СВЧ электронных средств	2	-	-	6	8	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
2 Основные принципы и законы.	2	4	-	10	16	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
3 Линии передачи СВЧ	2	2	4	28	36	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
4 Элементы и узлы СВЧ тракта	2	2	4	24	32	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
5 Основы конструирования электромагнитных экранов	2	2	-	16	20	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
6 Электронные приборы СВЧ	2	2	4	32	40	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
7 Особенности проектирования и конструирования интегральных СВЧ схем	2	2	-	10	14	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
8 Автоматизация проектирования СВЧ-устройств	4	4	-	6	14	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
Итого за семестр	18	18	12	132	180	
Итого	18	18	12	132	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Согласована на портале № 60376

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение в основы конструирования и технологии производства СВЧ электронных средств	Техника СВЧ и её применение. Колебания электромагнитных волн. Экранирование электронных средств.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
2 Основные принципы и законы.	Основные принципы электродинамики. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Волновые уравнения. Характеристики электромагнитных волн. Основы теории электрических цепей СВЧ. Матричное описание СВЧ-устройств.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
3 Линии передачи СВЧ	Требования к линиям передачи. Круглые и прямоугольные волноводы. Коаксиальные и полосковые линии передачи. Материалы для линий передачи.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
4 Элементы и узлы СВЧ тракта	Согласование СВЧ-тракта. Согласованная нагрузка. Аттенюаторы. Фазовращатели. Направленные ответвители. Разветвители. Детекторы и смесители. Управляемые СВЧ электронные устройства. Конструктивные и технологические особенности СВЧ-устройств.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
5 Основы конструирования электромагнитных экранов	Материалы для экранов. Экранирование полупространства однородным бесконечно плоским электромагнитным экраном. Экранирование полого корпуса с одной или группой апертур. Учёт заполнения элементами узлами электронных средств экранирующего корпуса.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
6 Электронные приборы СВЧ	Усилители и генераторы на электровакуумных и полупроводниковых СВЧ приборах. Генераторы на клистронах и магнетронах.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	

Согласована на портале № 60376

7 Особенности проектирования и конструирования интегральных СВЧ схем	Этапы разработки СВЧ интегральных схем. Принципы конструирования СВЧ интегральных схем. Элементы и узлы СВЧ- трактов в интегральном исполнении. Электронные устройства СВЧ-трактов в интегральном исполнении.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
8 Автоматизация проектирования СВЧ-устройств	Процесс автоматизированного проектирования СВЧ-устройств. Математическое и программное обеспечения для моделирования СВЧ-устройств. Особенности проектирования интегральных СВЧ схем.	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Основные принципы и законы.	Решение уравнений Максвелла для гармонических колебаний. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Направленные волны различных типов. Применение волновых уравнений для расчёта СВЧ устройств. Описание характеристик длинной линии. Определение входного сопротивления длинной линии с различными видами нагрузок. Применение волновых матриц.	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	4	
3 Линии передачи СВЧ	Структура полей и применение круглых и прямоугольных волноводов. Расчёт и применение коаксиальных и полосковых линий передачи.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
4 Элементы и узлы СВЧ тракта	Проектирование конструкции основных элементов СВЧ-трактов. Расчёт и проектирование согласующих устройств.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	

Согласована на портале № 60376

5 Основы конструирования электромагнитных экранов	Расчёт и проектирование экранирующего корпуса перфорированной стенкой и его заполнением элементами электронных средств.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
6 Электронные приборы СВЧ	Расчёт и проектирование генератора с внешним возбуждением на полупроводниковых элементах электронных средств.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
7 Особенности проектирования и конструирования интегральных СВЧ схем	Проектирование и конструирование ГВВ с использованием полосковых структур.	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	2	
8 Автоматизация проектирования СВЧ-устройств	Освоение программных и программно-аппаратных средств для автоматизированного проектирования СВЧ-устройств в миниатюрном исполнении.	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Линии передачи СВЧ	Расчёт и моделирование экранированной микрополосковой линии передачи.	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	4	
4 Элементы и узлы СВЧ тракта	Расчёт и моделирование экранированного корпуса с перфорированной фронтальной стенкой с заполнением корпуса элементами узлами электронных средств.	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	4	
6 Электронные приборы СВЧ	Расчёт и моделирование СВЧ генератора на полевых транзисторах.	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

Согласована на портале № 60376

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Введение в основы конструирования и технологии производства СВЧ электронных средств	Подготовка к зачету	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Тестирование
	Итого	6		
2 Основные принципы и законы.	Подготовка к зачету	8	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Тестирование
	Итого	10		
3 Линии передачи СВЧ	Подготовка к зачету	8	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	12	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Отчет по лабораторной работе
	Итого	28		
4 Элементы и узлы СВЧ тракта	Подготовка к зачету	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	12	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Отчет по лабораторной работе
	Итого	24		
5 Основы конструирования электромагнитных экранов	Подготовка к зачету	8	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Лабораторная работа
	Итого	16		

Согласована на портале № 60376

6 Электронные приборы СВЧ	Подготовка к зачету	10	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	12	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Отчет по лабораторной работе
	Итого	32		
7 Особенности проектирования и конструирования интегральных СВЧ схем	Подготовка к зачету	8	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Тестирование
	Итого	10		
8 Автоматизация проектирования СВЧ-устройств	Подготовка к зачету	4	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		132		
Итого		132		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-4	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе
ПКР-3	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе
ПКР-23	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 60376

Формы контроля	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				
Зачёт	0	0	30	30
Лабораторная работа	0	10	10	20
Тестирование	15	15	0	30
Отчет по лабораторной работе	0	10	10	20
Итого максимум за период	15	35	50	100
Нарастающим итогом	15	50	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Приборно-технологическое проектирование элементной базы мощной свч-электроники : учебно-методическое пособие / составители Р. П. Алексеев [и др.]. — Воронеж : ВГУ, 2016. — 70 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/165379.

2. Проектирование устройств СВЧ диапазона : учебное пособие. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2018 — Часть 1 — 2018. — 79 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/181402.

3. Проектирование устройств СВЧ диапазона : учебное пособие. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2018 — Часть 2 — 2018. — 80 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/181403.

Согласована на портале № 60376

4. Седельников, Ю. Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Седельников, Д. А. Веденькин ; под редакцией Ю. Е. Седельникова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 318 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/viewer/elektromagnitnaya-sovmestimost-radioelektronnyh-sredstv-498936#page/1.

7.2. Дополнительная литература

1. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Электронные радиационные технологии : учебник для вузов / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков ; под редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 321 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490269.

2. Методология проектной деятельности инженера-конструктора : учебное пособие для вузов / А. П. Исаев [и др.] ; под редакцией А. П. Исаева, Л. В. Плотникова, Н. И. Фомина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 211 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492966.

3. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы : учебник для вузов / Ю. В. Гуляев [и др.] ; под редакцией Ю. В. Гуляева. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 460 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490268.

4. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии : учебник для вузов / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков ; под редакцией А. С. Сигова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 270 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490270.

5. Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов, С. Н. Шабунин ; под общей редакцией Ю. Е. Мительмана. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 138 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492640.

6. Тяжлов, В. С. Проектирование СВЧ-усилителей на GaAs полевых транзисторах : учебно-методическое пособие / В. С. Тяжлов. — Саратов : СГУ, 2019. — 36 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/148852.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Тисленко, В. И. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : Учебно-методическое пособие для студентов при выполнении заданий по практике и лабораторным работам [Электронный ресурс] / Тисленко В. И. — Томск: ТУСУР, 2016. — 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6547.

2. Заболоцкий, А. М. Электромагнитная совместимость: моделирование и обеспечение: Учебно-методическое пособие по практическим и самостоятельным занятиям для аспирантов [Электронный ресурс] / А. М. Заболоцкий, С. П. Куксенко. — Томск: ТУСУР, 2017. — 96 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7503.

3. Тихомиров, А. А. ЭКРАНИРОВАНИЕ УЗЛОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ : учебное пособие / А. А. Тихомиров, В. И. Ефанов. — Москва : ТУСУР, 2011. — 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/11703.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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;

Согласована на портале № 60376

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория комплексных информационных технологий в управлении: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 209 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проекционный экран;
- Магнитно-маркерная доска (трехэлементная);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Concept-II 12.0;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows XP;
- OpenOffice;
- TALGAT2016;
- nanoCAD 3.7;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория цифрового телерадиовещания: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Частотомер 43-33 - 5 шт.;
- Генератор Г3-109 - 6 шт.;
- Вольтметр В7-26 - 7 шт.;
- Макет № 1 - 5 шт.;
- Макет № 2 - 5 шт.;
- Макет № 3 - 2 шт.;

Согласована на портале № 60376

- Осциллограф G05-620 - 5 шт., Keysight - 5 шт.;
- Цифровой телевизионный передатчик - 9 шт.;
- Телевизор "Рубин" BENQ - 8 шт.;
- Анализатор сигналов IT-15T2 - 8 шт.;
- ТВ приставка - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Concept-II 12.0;
- Elcut6.0;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Octave 4.2.1;
- Scilab;
- TALGAT2016;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения

Согласована на портале № 60376

дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение в основы конструирования и технологии производства СВЧ электронных средств	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Основные принципы и законы.	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Линии передачи СВЧ	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Элементы и узлы СВЧ тракта	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Основы конструирования электромагнитных экранов	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 60376

6 Электронные приборы СВЧ	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
7 Особенности проектирования и конструирования интегральных СВЧ схем	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Автоматизация проектирования СВЧ-устройств	ОПК-4, ПКР-3, ПКР-23	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции

Согласована на портале № 60376

2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1.

Какое из определений верно? Перестраиваемые генераторы управляемые напряжением (ГУН) выполняют по схеме …	А.	ёмкостной трёхточки с контуром между коллектором и базой.
	Б.	индуктивной трёхточки с контуром между эмиттером и коллектором.
	В.	ёмкостной трёхточки с контуром между эмиттером и коллектором.
	Г.	индуктивной трёхточки с контуром между коллектором и базой.

2.

В каком режиме работает генератор с внешним возбуждением, если колебательный контур в цепи транзистора настроен на $n \geq 2$ гармонику импульсов коллекторного тока.	А.	усилитель мощности.
	Б.	автогенератор.
	В.	синтезатор частоты.
	Г.	умножитель частоты.

3.

Какое из определений верно? Синтезатор частот – это устройство, создающее колебания …	А.	от одного генератора с нестабильной частотой.
	Б.	дискретной сетки частот, синтезируемой из колебаний нескольких эталонных генераторов с высокой стабильностью частоты каждого.
	В.	синтезируемые от одного генератора.
	Г.	дискретной сетки частот, синтезируемой из колебаний одного или нескольких эталонных генераторов с высокой стабильностью частоты.

4.

Какое из определений верно? Динамическими характеристиками генератора с внешним возбуждением называются зависимости …	А.	напряжения одного из электродов активного элемента от тока соответствующего электрода в динамическом режиме.
	Б.	тока одного из электродов активного элемента от тока соответствующего электрода в динамическом режиме.
	В.	напряжения одного из электродов активного элемента от напряжения соответствующего электрода в динамическом режиме.
	Г.	тока одного из электродов активного элемента от напряжения на соответствующем электроде в динамическом режиме.

Согласована на портале № 60376

5.

Какое из определений верно? Генератором с внешним возбуждением – называется каскад радиопередатчика, преобразующий энергию источника питания в энергию …		
	А.	ВЧ колебаний при наличии нагрузки на выходе.
	Б.	НЧ колебаний при наличии внешнего возбуждения на входе.
	В.	ВЧ колебаний.
	Г.	ВЧ колебаний при наличии внешнего возбуждения на входе.

6.

Какое значение имеет коэффициент x? В выходной цепи генератора с внешним возбуждением, полезная мощность высокочастотных колебаний, передаваемых в контур $P_1 = x \cdot U_{mK} \cdot I_{K1}$, где x – коэффициент, U_{mK} – амплитуда переменного напряжения на коллекторе, I_{K1} – амплитуда тока первой гармонике		
	А.	x=1/2.
	Б.	x=1.
	В.	x=3/2.
	Г.	x=2.

7.

В каком режиме работает устройство, если колебательный контур в цепи транзистора настроен на первую гармонику импульсов коллекторного тока?		
	А.	усилитель мощности.
	Б.	автогенератор.
	В.	синтезатор частоты.
	Г.	умножитель частоты.

8.

Какое характеристическое сопротивление в вакууме для электромагнитного поля в дальней зоне?		
	А.	60π.
	Б.	347 Ом.
	В.	120π.
	Г.	367 Ом.

9.

Какое из определений верно? Электромагнитная совместимость технических средств (ТС) – это		
	А.	способность ТС функционировать и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим ТС
	Б.	способность ТС функционировать с заданным качеством.
	В.	способность ТС функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим ТС
	Г.	способность ТС не создавать недопустимых электромагнитных помех другим ТС

10.

Какое устройство или элемент конструкции устройства, предназначен для ослабления проникновения поля в определённую область?		
	А.	Фильтр синфазных помех
	Б.	Фильтр дифференциальных помех
	В.	Электромагнитный экран
	Г.	Смеситель

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Линии передачи. Разновидность. Определение.
2. Основные параметры и характеристики волноводов.
3. Математическая модель линий передачи СВЧ.
4. Полосковые и микрополосковые линии. Разновидности. Волна основного типа. Волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля.
5. Волноводы прямоугольного сечения. Типы волн, критические длины волн. Технология изготовления. Применение.
6. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Технология изготовления. Применение.
7. Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия эквивалентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними.
8. Узкополосное согласование активных нагрузок.
9. Электромагнитное экранирование. Определение. Виды экранов и их применение.
10. Генератор с внешним возбуждением. Принцип работы. Определение. Применение.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Расчёт и моделирование экранированной микрополосковой линии передачи.
2. Расчёт и моделирование экранированного корпуса с перфорированной фронтальной стенкой с заполнением корпуса элементами узлами электронных средств.

Согласована на портале № 60376

3. Расчёт и моделирование экранированного корпуса с перфорированной фронтальной стенкой с заполнением корпуса элементами узлами электронных средств.
4. Расчёт и моделирование СВЧ генератора на полевых транзисторах.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

Согласована на портале № 60376

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 60376

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 59 от «28» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ТУ	А.Н. Булдаков	Согласовано, d65c269c-f546-4509-b920-73aeef59fee4
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТУ	М.Е. Комнатнов	Разработано, ea7770b4-5518-4d2d-8b0f-320513d0c19f

Согласована на портале № 60376