

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УСТРОЙСТВА СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ И АНТЕННЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**

Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Самостоятельная работа	119	119	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
Контрольные работы	4	4	часов
Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)		4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	6	
Контрольные работы	6	2

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка бакалавров в области разработки и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных типов фидерных линий, устройств СВЧ и антенн, их параметров и характеристик.
2. Изучение конструкций элементов фидерного тракта, устройств СВЧ и антенн.
3. Изучение способов согласования устройств СВЧ и антенн в фидерном тракте.
4. Изучение описания устройств СВЧ посредством матричного аппарата.
5. Изучение методов расчёта основных типов антенн.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.О.05.02.

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-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики	Знает фундаментальные физические законы в области сверхвысоких частот
	ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области	Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в области СВЧ-устройств и антенн
	ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач	Владеет практическими навыками решения инженерных задач, связанных с разработкой и исследованием СВЧ-устройств и антенн
Профессиональные компетенции		

ПКР-2. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	ПКР-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем.	Знает методики экспериментальных исследований параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн
	ПКР-2.2. Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем.	Умеет проводить экспериментальные исследования параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн

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 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	16	16
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12
Контрольные работы	4	4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	119	119
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	61	61
Подготовка к контрольной работе	58	58
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
6 семестр					

1 Основные характеристики и параметры антенн	4	1	11	16	ОПК-1, ПКР-2
2 Элементы общей теории антенн		1	11	12	ОПК-1, ПКР-2
3 Линейные антенны. Апертурные антенны		1	12	13	ОПК-1, ПКР-2
4 Антенные решётки		1	12	13	ОПК-1, ПКР-2
5 Основные законы электромагнитного поля		1	12	13	ОПК-1, ПКР-2
6 Направляющие системы		1	12	13	ОПК-1, ПКР-2
7 Линии передачи конечной длины		1	12	13	ОПК-1, ПКР-2
8 Согласование линии передачи с нагрузкой		1	12	13	ОПК-1, ПКР-2
9 Объемные резонаторы		2	12	14	ОПК-1, ПКР-2
10 Матричный анализ СВЧ-устройств. Элементная база СВЧ-устройств		2	13	15	ОПК-1, ПКР-2
Итого за семестр	4	12	119	135	
Итого	4	12	119	135	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основные характеристики и параметры антенн	Основные понятия и определения. Элементарные излучатели. Свойства полей, создаваемых источниками в однородной безграничной среде. Основные радиотехнические характеристики и параметры антенн в режиме передачи. Приёмные антенны и их радиотехнические параметры. Примеры решения типовых задач	1	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	1	
2 Элементы общей теории антенн	Линейная непрерывная система. Влияние амплитудно-фазового распределения на характеристики излучения линейной непрерывной системы. Линейная дискретная система. Плоские излучающие раскрыты	1	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	1	

3 Линейные антенны. Апертурные антенны	Характеристики электрических вибраторов. Конструкции вибраторных антенн и способы их возбуждения. Щелевая антенна. Цилиндрическая и коническая спиральные антенны. Диэлектрические стержневые антенны. Примеры решения типовых задач. Волноводные излучатели. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные антенны. Примеры решения типовых задач	1	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	1	
4 Антенные решётки	Симметричный вибратор с плоским рефлектором и система двух связанных симметричных вибраторов. Директорные антенны. Волноводные щелевые антенные решётки. Фазированные антенные решётки. Примеры решения типовых задач	1	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	1	
5 Основные законы электромагнитного поля	Уравнения Максвелла. Волновой характер электромагнитного поля. Распределение зарядов и токов по поверхности проводника	1	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	1	
6 Направляющие системы	Свойства направляемых волн. Волноводы прямоугольного сечения. Волноводы круглого сечения. Коаксиальные линии передачи. Полосковые линии передачи	1	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	1	
7 Линии передачи конечной длины	Основные характеристики линии передачи конечной длины. Коэффициент отражения и его фазы в линиях передачи. Полное сопротивление линии передач. Круговая диаграмма полных сопротивлений и проводимостей	1	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	1	
8 Согласование линии передачи с нагрузкой	Физический смысл согласования и основные параметры. Общие принципы согласования нагрузки с линией передачи	1	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	1	
9 Объемные резонаторы	Общие свойства объемных резонаторов. Прямоугольный резонатор. Цилиндрический резонатор. Возбуждение волноводов и объемных резонаторов. Примеры решения типовых задач	2	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	2	

10 Матричный анализ СВЧ-устройств. Элементная база СВЧ-устройств	Двухполюсники. Волновые матрицы четырехполюсника. Характеристические матрицы базовых элементов. Шестиполюсники. Восьмиполюсники. Матрицы рассеяния часто применяемых устройств СВЧ. Элементы, используемые в СВЧ-устройствах. Направленные ответвители. Волноводные разветвления. Атенюаторы	2	ОПК-1, ПКР-2
	Итого	2	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-1, ПКР-2
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-1, ПКР-2
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

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
6 семестр				
1 Основные характеристики и параметры антенн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	5	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	11		

2 Элементы общей теории антенн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	5	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	11		
3 Линейные антенны. Апертурные антенны	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	12		
4 Антенные решётки	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	12		
5 Основные законы электромагнитного поля	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	12		
6 Направляющие системы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	12		
7 Линии передачи конечной длины	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	12		

8 Согласование линии передачи с нагрузкой	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	12		
9 Объемные резонаторы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	12		
10 Матричный анализ СВЧ-устройств. Элементная база СВЧ-устройств	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	7	ОПК-1, ПКР-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа
	Итого	13		
Итого за семестр		119		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		128		

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
	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-2	+	+	+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Гошин Г. Г. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2011. - 183 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Замотринский В. А. Устройства СВЧ и антенны. Часть 1: Учебное пособие / Замотринский В. А., Шангина Л. И. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2010. - Ч.1: Устройства СВЧ. - 201 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

7.2. Дополнительная литература

1. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: Учебное пособие / Ю. И. Буянов, Г. Г. Гошин - 2013. 300 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3608>.

2. 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, 2018. — 138 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/415720>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Гошин Г.П. Устройства СВЧ и антенны: Учебно-методическое пособие / Гошин Г.П., Замотринский В.А., Шангина Л.И. - Томск: ТМЦ ДО, кафедра РЗИ, 2001. - 161 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Гошин Г. Г. Устройства сверхвысокой частоты и антенны. Методические указания по организации самостоятельной работы: Методические указания / Гошин Г. Г., Шарангович С. Н. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 23 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

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;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Гошин, Г. Г. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: электронный курс / Г. Г. Гошин. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. 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. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для

самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. 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, 209 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.

8.3. 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 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 Основные характеристики и параметры антенн	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Элементы общей теории антенн	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Линейные антенны. Апертурные антенны	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Антенные решётки	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Основные законы электромагнитного поля	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Направляющие системы	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

7 Линии передачи конечной длины	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Согласование линии передачи с нагрузкой	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Объемные резонаторы	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Матричный анализ СВЧ-устройств. Элементная база СВЧ-устройств	ОПК-1, ПКР-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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 навыки
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)	$\geq 90\%$ 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
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. Волновое сопротивление коаксиальной линии передачи на волне типа Т равно $ZB=40,45..90$ Ом. Диэлектрик - воздух. Определить погонные индуктивность и емкость, а также скорость распространения волны в линии.
2. Коаксиальный медный фидер с полиэтиленовой ($\epsilon_r=1.36, 1.4..3,8$) изоляцией имеет диаметр внутреннего проводника $d = 2,2.5..4$ мм, наружный диаметр $D=d \times 3,6$ мм. Определить длину волны, при которой коэффициент затухания фидера $a = 0,2$ дБ/м, считая, что $s=5,7 \times 10^7$ См/м.
3. Максимальное значение продольной составляющей магнитного поля волны Н10 $H_{0Z}=0.05, 0.1..10.0$ А/м. Чему равна максимальная плотность тока проводимости на поверхности прямоугольного волновода при $x=(0.1, 0.2..1) \times a$?
4. Определить размеры поперечного сечения квадратного волновода, если известно, что фазовая скорость (ЖФ) волны Е11 равна $(3.1, 3.2..4) \times 10^8$ м/сек $f=(4.2, 4.4..5.0)$ ГГц.
5. Симметричный полосковый волновод имеет ширину токонесущей полоски $b= 2,3..12$ мм, толщину диэлектрического слоя $2d+t$, где $d = 0.8, 0.9..1.8$ мм, толщину полоски $t=0.1, 0.2..0.6$ мм. Диэлектрик – полистирол ($\epsilon_r=2.56, \mu_r=1$). Амплитуда

- напряжения между полоской и подложкой $U_0=10,12..24В$. Определить напряженность электрического и магнитного полей.
6. Определить погонные параметры C_1 и L_1 симметричной полосковой линии передачи при $b=1,0,2,0..8см$, $d=(b/2)+t$, где $t = 0,08,0,09..0,5$ мм. Диэлектрик имеет $\epsilon_r=1,3,1,5..6$, если известно, волновое сопротивление равно $40,50..70$ Ом.
 7. Из медного волновода с размерами $a=14,15..24$ мм, $b=0,5 \times a$ мм изготовить резонатор на основном типе колебаний (H_{011}). Определить длину резонатора для частоты $f_0=6,7..15$ ГГц. Определить добротность резонатора, а также запасенную энергию при $E_0 = 10$ кВ/см.
 8. В коаксиальный резонатор с размерами поперечного сечения $d=4,5..8$ мм, $D=d \times 3,6$ мм вводится мощность $P_{пер} = 50,60..100$ кВт, наполнение резонатора: диэлектрик -воздух. Определить амплитуду тока в линии I_m и среднюю мощность потерь $P_{пот.ср}$.
 9. Определить диапазон частот, в пределах которого в круглом волноводе диаметром 4 см может распространяться только основной тип волны.
 10. Определить критическую частоту и фазовую скорость волны в круглом волноводе диаметром 5 см при частоте 5 ГГц.
 11. Какая из перечисленных систем является средством передачи энергии в СВЧ диапазоне?
 - а) лучевая линия
 - б) двухпроводная линия
 - в) направляющие системы
 12. В каких направляющих системах распространяются только E и H волны?
 - а) волноводы прямоугольные, H -образные, Π -образные, круглые
 - б) коаксиальные кабели
 - в) двухпроводные линии
 - г) полосковые линии
 - д) двухпроводные полосковые линии
 13. В каких направляющих системах распространяются волны типа T ?
 - а) волноводы прямоугольные, H -образные, Π -образные, круглые
 - б) коаксиальные кабели
 - в) двухпроводные линии
 - г) полосковые линии
 14. Как записать это уравнение $\text{div}(\mathbf{B})=0$ через напряженность магнитного поля?
 15. Что представляет собой закон Ома в дифференциальной форме?
 16. Какой формулой определяется абсолютное значение диэлектрической проницаемости среды?
 17. Какой формулой определяется абсолютное значение магнитной проницаемости среды?
 18. Что такое диаграмма направленности антенны?
 - а) зависимость напряжённости электрического поля, излучаемого антенной, от угловых координат
 - б) зависимость напряжённости электрического поля, на входе приёмной антенны от угла падения плоской волны
 - в) отношение максимального напряжения на входе приёмника к минимальному
 19. От каких параметров зависит нормированная диаграмма направленности передающей антенны? Укажите все верные ответы.
 - а) от частоты
 - б) от излучаемой мощности
 - в) от длины волны
 - г) от расстояния, если оно соответствует дальней зоне
 - д) от параметров приемной антенны
 20. Почему диаграмму направленности следует измерять в дальней зоне антенны?
 - а) на практике расстояние между антеннами при радиосвязи соответствует дальней зоне
 - б) это проще
 - в) измерение напряженности поля вблизи антенны затруднительно
 - г) в ближней зоне поле не зависит от направления.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Каково практическое применение волновода?

- а) Создавать электромагнитную энергию
 - б) Передавать электромагнитную энергию
 - в) Экранировать электрическую энергию
2. Если изменить длину электрического зонда, помещенного в волновод, то что будет изменяться?
 - а) Наводимая в зонде ЭДС и показания индикаторного прибора
 - б) Сопротивление измерительной линии
 - в) Длина волны в линии
 3. Что необходимо выполнить при измерении длины волны с помощью измерительной линии?
 - а) Иметь резонансное измерительное устройство
 - б) Ввести большой сигнал в измерительную линию
 - в) Создать режим стоячей волны
 4. Как соотносятся между собой диаграммы направленности антенны в режиме передачи и приема?
 - а) определенного соотношения нет
 - б) совпадают
 - в) на передачу диаграмма направленности всегда уже, чем на прием
 - г) это соотношение зависит от конкретного типа антенн
 5. На каком уровне диаграммы направленности следует измерять ее ширину? Укажите все верные ответы.
 - а) на уровне 0.5 по напряженности поля
 - б) на уровне 0.5 по мощности
 - в) на уровне 0.707 по напряженности поля
 - г) на уровне 0.707 по мощности
 6. Какие физические явления лежат в основе направленного излучения антенн?
 - а) дифракция волн
 - б) интерференция волн
 - в) поляризация волн
 - г) преломление волн на границе
 7. Как изменяется длина волны в коаксиальной линии с увеличением частоты?
 - а) Увеличивается по линейному закону
 - б) Уменьшается по линейному закону
 - в) Уменьшается по закону гиперболы
 8. Чем отличаются пролетные резонаторы от замкнутых резонаторов?
 - а) пролетные резонаторы дают большее резонансное усиление
 - б) пролетные резонаторы более широкополосны
 - в) пролетные резонаторы имеют большую добротность
 - г) замкнутые резонаторы дают большее резонансное усиление
 - д) замкнутые резонаторы имеют большую добротность
 - е) замкнутые резонаторы - узкополосны
 9. При каких условиях возникает короткое замыкание электрического поля на стенках резонатора?
 - а) Когда один из размеров резонатора должен быть равным длине волны или целому числу волн
 - б) Когда один из размеров резонатора должен быть равным половине длины волны или целому числу полуволн
 - в) Когда между стенками резонатора возникает пробойное напряжение.
 10. Прямоугольный резонатор с воздушным заполнением размером узкой стенки $b=7,75..1$ см. работает на основном типе колебаний (H011). Определить длину резонатора для частоты $f=6,7..15$ ГГц.

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Устройства сверхвысокой частоты и антенны.

1. Определить критическую длину основной волны электрического типа в волноводе полукруглого сечения радиусом a .

2. Диаметры внутреннего и наружного проводников коаксиальной линии с воздушным заполнением, используемой в качестве линии передачи энергии СВЧ, соответственно равны $d=2,2..4$ мм и $D=3.6 \times d$ мм. Определите допустимую мощность линии и рабочий диапазон частот.
3. Определить каким должно быть соотношение радиусов наружного и внутреннего проводников коаксиального ($\epsilon=1.0, 1.1..3.0$) медного кабеля, чтобы его погонная емкость $C1 = 24,26..32$ пФ/м.
4. Матрица передачи четырехполюсника имеет вид

$$[\tilde{T}] = (1+j) \cdot \begin{bmatrix} 1 & -j \\ -j & 0 \end{bmatrix}$$
 Определите является ли данный четырехполюсник реактивным, взаимным и симметричным?
5. Линия передачи, волновое сопротивление которой $ZB=50$ Ом, согласована с нагрузочным активным сопротивлением $R_n=75$ Ом на частоте $f=1000$ МГц с помощью короткозамкнутого шлейфа. Определить минимальное расстояние между шлейфом и нагрузкой (l), а также длину шлейфа ($l_{шл}$). Задачу решить с помощью круговой диаграммы сопротивления Вольперта.
6. Линия передачи, волновое сопротивление которой $ZB=50$ Ом, согласована с нагрузочным активным сопротивлением $R_n=75$ Ом на частоте $f=1000$ МГц с помощью короткозамкнутого шлейфа. Определить минимальное расстояние между шлейфом и нагрузкой (l), а также длину шлейфа ($l_{шл}$). Задачу решить с помощью круговой диаграммы сопротивления Вольперта.
7. Длина волны в прямоугольном волноводе при работе на основном типе волны составляет 4,5 см. Размеры поперечного сечения волновода 2,6 см x 1,3 см. Найти частоту передаваемых колебаний.
8. Коаксиальный медный кабель с твердым диэлектриком имеет данные: наружный диаметр диэлектрика $D=20,21..33$ мм, погонная емкость линии $C1=32,34..50$ пФ/м. Предполагая, что потери в линии отсутствуют, определить относительную диэлектрическую проницаемость диэлектрика, используемого в линии передачи, погонную индуктивность, диаметр внутреннего проводника линии передачи, при оптимальном соотношении диаметров.
9. Волновое сопротивление коаксиальной линии передачи на волне типа Т равно 60 Ом. Диэлектрик - воздух. Определить фазовую скорость распространения волны в линии.
10. Устройство для измерения диэлектрической проницаемости вещества представляет собой прямоугольный волновод сечением 23x10 мм, заполненный диэлектриком. Для измерения длины волны в волноводе в середине его широкой стенки прорезана продольная щель, вдоль которой перемещается зонд с детектором. Волновод работает на основном типе волны. Определить диэлектрическую проницаемость исследуемого вещества, если при частоте сигнала 10 ГГц длина волны в волноводе равна 22,6 мм.

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 программно-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 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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

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.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 4 от «28» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5- 8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3- 9352-43aa04a5b956
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22- bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Ассистент, каф. ТОР	О.А. Жилинская	Согласовано, 7029dda8-6686-4f8c- 8731-d84665df77fc
Профессор, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3- 9352-43aa04a5b956

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. СВЧиКР	Е. Жечев	Разработано, 965eaa31-3663-4771- 9257-b32c8d7ceb1c
Ассистент, каф. ТЭО	Ю.Л. Замятина	Разработано, 1663c03a-62e7-4092- 902a-95591a9d4047