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
_____ П. В. Сенченко
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика и распространение радиоволн

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль) / специализация: **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 2020 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	88	88	часов
5	Самостоятельная работа	92	92	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 74338

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от « 5 » 12 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования , утвержденного 12.09.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

заведующий кафедрой каф. КИПР	_____	Н. Н. Кривин
Заведующий обеспечивающей каф. КИПР	_____	Н. Н. Кривин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ	_____	Д. В. Озеркин
Заведующий выпускающей каф. КИПР	_____	Н. Н. Кривин

Эксперты:

Заведующий кафедрой конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)	_____	Н. Н. Кривин
Доцент кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)	_____	А. А. Чернышев

Согласована на портале № 74338

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Сформировать способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу, разработке планов, программ и методик проведения исследований влияния явлений электродинамики и факторов распространения радиоволн на качество технической эксплуатации радиооборудования воздушных судов и аэропортов, а также выполнимость требований безопасности, эффективности и регулярности авиаперевозок

1.2. Задачи дисциплины

– 1. углубление фундаментальных знаний о законах, описывающих электромагнитное поле как вид материи.

– 2. освоение математического аппарата и методов электродинамического описания явлений и процессов в радиоэлектронных устройствах различного назначения.

– 3. изучение распространения однородных плоских электромагнитных волн в материальных средах и в свободном пространстве.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электродинамика и распространение радиоволн» (Б1.Б.03.16) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Прием и обработка сигналов, Формирование и передача сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированные системы управления воздушным движением, Антенны и устройства сверхвысокой частоты, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу ;

– ПК-26 способностью разрабатывать планы, программы и методики проведения исследований объектов профессиональной деятельности на основе информационного поиска и анализа информации по объектам исследований ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные законы теории электромагнитного поля; особенности статических и стационарных полей, параметры плоской однородной волны в различных средах; структура электромагнитного поля над идеально проводящей поверхностью; особенности распространения волн различных диапазонов

– **уметь** рассчитывать напряженность электрических и магнитных полей, графически изображать поля, решать инженерные задачи, связанные с использованием волн

– **владеть** приёмами оценивания параметров и характеристик электромагнитных процессов на основе методов теоретического и физического исследования

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)	88	88
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	92	92

Согласована на портале № 74338

Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	40	40
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	36
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Введение	2	0	0	8	10	ОК-1, ПК-26
2 Теория электромагнитного поля	8	11	4	27	50	ОК-1, ПК-26
3 Распространение плоских однородных волн	8	0	8	14	30	ОК-1, ПК-26
4 Распространение радиоволн в материальных средах	6	12	4	24	46	ОК-1, ПК-26
5 Особенности распространения радиоволн различных диапазонов	12	13	0	19	44	ОК-1, ПК-26
Итого за семестр	36	36	16	92	180	
Итого	36	36	16	92	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	Цели и задачи дисциплины, организация обучения и самостоятельной работы студентов. Место электромагнетизма в современной физической картине мира Особенности диапазона СВЧ. Техника СВЧ и ее применение. Распространение радиоволн.Элементы векторной алгебры и векторного анализа.	2	ОК-1, ПК-26
	Итого	2	
2 Теория электромагнитного поля	Основные положения электромагнетизма:электромагнитное поле и его математические модели. Плот-	8	ОК-1, ПК-26

Согласована на портале № 74338

	ность тока проводимости. Дифференциальная форма закона Ома. Закон сохранения заряда. Закон Гаусса. Закон неразрывности магнитных силовых линий. Закон полного тока. Ток смещения. Закон электромагнитной индукции. Материальные уравнения электромагнитного поля. Поляризационные истороннние токи. Уравнения Максвелла: сводка уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Уравнения Максвелла для гармонических колебаний: уравнения Максвелла для гармонических колебаний. Монохроматические поля. Комплексные амплитуды полей. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Угол диэлектрических потерь. Энергетические соотношения в электромагнитном поле. Вектор Пойнтинга. Магнитный ток. Принцип перестановочной двойственности. ЛеммаЛоренца.		
	Итого	8	
3 Распространение плоских однородных волн	Плоские однородные электромагнитные волны: понятие волнового процесса. Продольные и поперечные волны. Плоские волны и их характеристики. Затухание волн в материальных средах. Коэффициент распространения. Волновой характер переменного электромагнитного поля. Уравнение Гельмгольца. Поляризация плоских электромагнитных волн: понятие характеристического сопротивления. Плотность потока мощности в плоскойэлектромагнитной волне. Некоторые частные случаи. Плоские волны с эллиптической поляризацией. Плоские электромагнитные волны, распространяющиеся в произвольном направлении. Граничные условия для векторов электромагнитного поля: постановка задачи. Граничные условия для нормальных составляющих векторов магнитного поля. Граничные условия для нормальных составляющих векторов электрического поля. Граничные условия для касательных составляющих векторов магнитного поля. Граничные условия для касательных составляющих векторовэлектрического поля. Нормальное падение плоских однородных электромагнитных волн на плоскую границу раздела сред: нормальное падение плоской электромагнитной волны на идеально проводящую	8	ОК-1, ПК-26

Согласована на портале № 74338

	плоскость. Нормальное падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство. Нормальное падение плоской электромагнитной волны на диэлектрический слой конечной толщины. К вопросу о создании не отражающихсред. Падение плоских однородных электромагнитных волн на плоскую границу раздела сред под произвольным углом: падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство под произвольным углом. Угол Брюстера.		
	Итого	8	
4 Распространение радиоволн в материальных средах	Распространение плоских электромагнитных волн в средах с частотной дисперсией: волны в диэлектриках и в проводящей среде. Плазма и ее электродинамические параметры. Распространение электромагнитных волн в плазме. Распространение импульсов в средах с частотной дисперсией фазовой скорости. Понятие групповой скорости. Распространениеплоских электромагнитных волн в анизотропных средах: изотропные и анизотропные среды. Физический механизм анизотропии ферритов. Поперечное ипродольное распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите.Эффекты Коттона – Мутона и Фарадея.	6	ОК-1, ПК-26
	Итого	6	
5 Особенности распространения радиоволн различных диапазонов	Общие вопросы распространения радиоволн: классификация радиоволн по диапазону и способу распространения. Формулы идеальной радиопередачи и множитель ослабления. Определение областипространства, существенной при распространении радиоволн. Распространение земных радиоволн: расчет поля при поднятых антеннах в зоне прямой видимости.Интерференционная формула и формула Введенского. Диаграммы направленности поднятых антенн. Учет сферичности земли при распространении радиоволн в зоне освещенности. Приведенные высоты и ихиспользование при расчете поля. Расчет поля при низко рас-положенных антеннах. Постановка задачи. Структура поля вблизи поверхности Земли. Формула Шулейкина-Ван-дер-Поля. Влияние тропосферы на распространение радиоволн: строение тропосферы. Её	12	ОК-1, ПК-26

Согласована на портале № 74338

	электрические параметры. Распространение волн в неоднородной среде. Явление рефракции. Эквивалентный радиус Земли при учете рефракции. Сверхрефракция. Тропосферные волноводы. Рассеяние радиоволн на тропосферных не-однородностях. Дальнее тропосферное распространение. Особенности распространения оптических волн в тропосфере. Влияние ионосферы на распространение радиоволн: строение ионосферы. Физические причины образования в ионосфере ионизированных слоев. Электрические параметры слоев.Критические и максимальные частоты.Влияние магнитного поля Земли на распространение радиоволн в ионосфере. Особенности распространения в ионосфере волн различных диапазонов. Выбороптимальных рабочих частот. Распространение радиоволн на космических линиях связи: системы спутниковой связи и их качественные показатели. Полосы частот в системах спутниковой радиосвязи.Учет поглощения сигналов в атмосфере.Деполяризация волн в атмосфере. Шумы атмосферы, космические шумы и шумы приемных систем. Элементы проектирования систем спутниковой связи. Примеры систем спутниковой связи в России иза рубежом. Распространение радиоволнразличных диапазонов: влияние электродинамических свойств земных покровов на распространение сверхдлинных, длинных и средних радиоволн. Особенности распространения коротких волн (зонамолчания, ночные волны и дневные волны). Особенности распространения ультракоротких волн (радиорелейные линии связи, космическая связь).		
	Итого	12	
Итого за семестр		36	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

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

Согласована на портале № 74338

1 Прием и обработка сигналов				+	
2 Формирование и передача сигналов				+	
Последующие дисциплины					
1 Автоматизированные системы управления воздушным движением					+
2 Антенны и устройства сверхвысокой частоты		+		+	
3 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты					+

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Тест, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
ПК-26	+	+	+	+	Контрольная работа, Тест, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Теория электромагнитного поля	Исследование двухполюсников на СВЧ.Измерение входного сопротивления с помощью измерительной линии. Определение комплексного сопротивления в нагрузке по рас-пределению поля в линии	4	ОК-1, ПК-26
	Итого	4	
3 Распространение плоских однородных волн	Измерение параметров четырехполюсников на СВЧ. Параметры четырехполюсников. Метод отношения мощностей.Ослабление аттенюаторов. Метод замещения	4	ОК-1, ПК-26
	Исследование параметров СВЧ резонаторов. Резонаторы СВЧ и их основные параметры. Из-мерение добротности по декременту затухания. Резонатор, включенный	4	

Согласована на портале № 74338

	как оконечная нагрузка. Метод передачи.Автоматизированный метод измерения параметров резонатора		
	Итого	8	
4 Распространение радиоволн в материальных средах	Исследование параметров ферритовых вентилей. Параметры ферритовых вентилей. Вентили на эффекте ферромагнитного резонанса. Вентили на эффекте смещения поля. Измерение характеристик	4	ОК-1, ПК-26
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Теория электромагнитного поля	Основы теории электромагнетизма. Уравнения Максвелла. Контрольная работа: Основы теории электромагнетизма и уравнения Максвелла	11	ОК-1, ПК-26
	Итого	11	
4 Распространение радиоволн в материальных средах	Плоские электромагнитные волны.Отражение и преломление плоских электромагнитных волн.Контрольная работа: Плоские электромагнитные волны, отражение и преломление	12	ОК-1, ПК-26
	Итого	12	
5 Особенности распространения радиоволн различных диапазонов	Распространение земных радиоволн. Влияние тропосферы и ионосферы на распространение радиоволн. Контрольная работа: Распространение радиоволн.	13	ОК-1, ПК-26
	Итого	13	
Итого за семестр		36	

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	Проработка лекционного материала	8	ОК-1, ПК-26	Тест
	Итого	8		
2 Теория электромагнитного	Подготовка к практическим занятиям, семина-	11	ОК-1, ПК-26	Контрольная работа, Отчет по прак-

Согласована на портале № 74338

поля	рам			тическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	27		
3 Распространение плоских однородных волн	Проработка лекционного материала	6	ОК-1, ПК-26	Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	14		
4 Распространение радиоволн в материальных средах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОК-1, ПК-26	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	24		
5 Особенности распространения радиоволн различных диапазонов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	13	ОК-1, ПК-26	Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	19		
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		128		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Контрольная работа	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Отчет по практическому занятию	5	5	10	20

Согласована на портале № 74338

Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	15	25	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	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)
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. Скачков, В. А. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Скачков. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2020. — 298 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/193469.

12.2. Дополнительная литература

1. Вольман В.И. Техническая электродинамика : учебник для вузов / В. И. Вольман, Ю. В. Пименов ; ред. : Г. З. Айзенберг. - М. : Связь, 1971. - 486 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

2. Романюк, В. А. Основы радиосвязи [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В. А. Романюк. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 288 с. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/449710.

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / А. С. Шостак - 2018. 120 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7277.

2. Шостак, А. С. Учебно-методическое пособие по курсу “Электродинамика и распростра-

Согласована на портале № 74338

нение радиоволн “Микроволновые антенны и устройства СВЧ” [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А. С. Шостак. — Москва : ТУСУР, 2018. — 120 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/313472.

3. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов - 2018. 9 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627.

4. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов / А. С. Шостак - 2012. 18 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1911.

5. Техническая электродинамика, Основы электродинамики и распространение радиоволн, Антенны и устройства СВЧ [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум / В. С. Корогодов, В. Г. Козлов, А. С. Шостак - 2012. 137 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1319.

12.3.2. 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Профессиональные базы данных, доступ к которым оформлен библиотекой ТУСУРа в текущий момент времени. Список доступных баз данных см. по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория проектирования микроволновых устройств

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 проведения групповых и индивидуальных консультаций

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 405 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Панорамные измерители КСВН и ослабления типа Р-2 со сменными блоками № 3 (3,2-5,6

Согласована на портале № 74338

ГГц), № 4 (5,6-8,3 ГГц), № 5 (8,15-12,05 ГГц) - 3 шт.;
- Генератор сигналов высокочастотный (4,5-5,6 ГГц) - 4 шт.;
- Измерительная линия Р1-36, Р1-3 - 2 шт.;
- Направленные детекторы коаксиальные 3,2-5,6 и 4,0-12,05 ГГц;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили волноводные 5,5-8,3 ГГц, коаксиальные 2-4 и 1,5-3 ГГц;
- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъемы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Телевизор-монитор Philips;
- Генератор сигналов векторный 0,01…6 ГГц с опцией*11Р* Г7М-06/2;
- Генератор качающей частоты ГКЧ-61, ГКЧ-57;
- Анализатор цепей скалярный Р2М-04А;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– PTC Mathcad 13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория проектирования микроволновых устройств

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 проведения групповых и индивидуальных консультаций

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 405 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- 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) - 3 шт.;
- Генератор сигналов высокочастотный (4,5-5,6 ГГц) - 4 шт.;
- Измерительная линия Р1-36, Р1-3 - 2 шт.;
- Направленные детекторы коаксиальные 3,2-5,6 и 4,0-12,05 ГГц;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили волноводные 5,5-8,3 ГГц, коаксиальные 2-4 и 1,5-3 ГГц;
- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъемы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Телевизор-монитор Philips;
- Генератор сигналов векторный 0,01…6 ГГц с опцией*11Р* Г7М-06/2;
- Генератор качающей частоты ГКЧ-61, ГКЧ-57;
- Анализатор цепей скалярный Р2М-04А;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– PTC Mathcad 13, 14

13.1.4. 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.

Согласована на портале № 74338

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Нормальные составляющие вектора магнитной индукции на границе раздела двух сред:
а) претерпевают скачок;
б) непрерывны;
в) не определены;
г) зависят от величины магнитной индукции.
2. Касательные составляющие векторов напряженности магнитного поля:
а) непрерывны;
б) претерпевают скачок;
в) непрерывны, если проводимость на границы раздела конечна;
г) непрерывны всегда.
3. На границе раздела идеального проводника плотность поверхностного электрического тока численно равна:
а) касательной проекции вектора напряженности магнитного поля;
б) касательной проекции вектора магнитной индукции;
в) нормальной проекции вектора магнитной индукции;
г) пропорциональна вектору электрической индукции.
4. Нормальные составляющие векторов электрического смещения на границе раздела двух

Согласована на портале № 74338

сред:
а) непрерывны;
б) претерпевают скачок;
в) непрерывны, если на границе отсутствуют электрические заряды;
г) зависят от разности диэлектрических проницаемостей сред.
5. Введение стороннего магнитного тока позволяет:
а) доказать лемму Лоренца;
б) не позволяет доказать лемму Лоренца;
в) лемма Лоренца не имеет отношения к магнитному току;
г) помогает решать симметричные задачи.
6. Для того, чтобы найти мгновенное значение поля в методе комплексных амплитуд, необходимо:
а) домножить реальную часть на показательную функцию;
б) домножить мнимую часть на показательную функцию;
в) поделить на показательную функцию;
г) домножить модуль на показательную функцию.
7. Действительная часть диэлектрической проницаемости определяется:
а) процессами поляризации в веществе;
б) потерями на Джоулево тепло;
в) процессами распространения волны в веществе;
г) зависит от величины поля.
8. Тангенс угла диэлектрических потерь определяется только:
а) величиной мнимой части диэлектрической проницаемости;
б) величиной действительной части диэлектрической проницаемости;
в) отношением мнимой части к действительной части диэлектрической проницаемости;
г) модулем диэлектрической проницаемости.
9. Нормальные составляющие вектора магнитной индукции на границе раздела двух сред:
а) претерпевают скачок;
б) непрерывны;
в) не определены;
г) зависят от магнитных свойств сред.
10. Касательные составляющие векторов напряженности магнитного поля:
а) непрерывны;
б) претерпевают скачок;
в) непрерывны, если проводимость границы раздела конечна;
г) не определена.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Плоские однородные электромагнитные волны: понятие волнового процесса. Продольные и поперечные волны.
2. Распространение плоских электромагнитных волн в средах с частотной дисперсией.
3. Влияние тропосферы на распространение радиоволн. Явление рефракции.
4. Особенности распространения ультракоротких волн.
5. Основные положения электромагнетизма: электромагнитное поле и его математические модели.
6. Распространение радиоволн различных диапазонов.
7. Нормальное падение ЭМВ на идеально проводящую поверхность.
8. Закон неразрывности магнитных силовых линий.
9 Закон Снелля.
10 Угол Брюстера.
11 Угол полного внутреннего отражения.
12 Закон полного тока.
13 Ток смещения.
14 Неоднородные плоские волны.

Согласована на портале № 74338

15 Граничные условия Леонтовича.
16 Закон электромагнитной индукции.
17 Падение плоской ЭМВ под произвольным углом на идеально проводящую поверхность.
18 Понятие продольной и поперечной составляющих поля.
19 Материальные уравнения ЭМП.
20 Е – и Н – волны.
21 Связь между продольными и поперечными составляющими поля.
22 Поляризационные и сторонние токи.
23 Волны типа Е – в прямоугольном волноводе.
24 Уравнения Максвелла для гармонических колебаний.
25 Волны типа Н - в прямоугольном волноводе.
26 Вектор Пойтинга.
27 Волна типа Н10 в прямоугольном волноводе.
28 Принцип перестановочной двойственности.
29 Распределение токов в волне Н10.
30 Характеристическое сопротивление волновода.
31 Лема Лоренца.
32 Типы волн в круглом металлическом волноводе.
33 Плоские волны.
34 Волны типа Е – в круглом волноводе.
35 Затухание волн в материальных средах.
36 Волны Е01 и Е11 в круглом волноводе.
37 Уравнение Гельмгольца.
38 Волны типа Н – в круглом волноводе.
39 Понятие характеристического сопротивления.
40 Структура Н11 - волны в круглом волноводе.
41 Плоские ЭМВ с эллиптической поляризацией.
42 Волны типа – Т. Общие свойства.
43 Граничные условия для нормальных составляющих ЭМП.
44 Коаксиальный волновод.
45 Граничные условия для касательных составляющих ЭМП.
46 Полосковые волноводы.
47 Понятие квази – Т – волн.
48 ЭМВ в хорошо проводящей среде.
49 Отрезок волновода с Т – волной как четырехполюсник.
50 Распространение ЭМВ в бесстолкновительной плазме.
51 Материальные уровни ЭМП в магнитодиэлектрике.
52 Прямоугольный объемный резонатор.
53 Материальные уравнения ЭМП в магнитных материалах.
54 Собственные колебания в прямоугольном резонаторе.
55 Материальные уравнения ЭМП в анизотропных средах.
56 Структура ЭМП в резонаторах с колебаниями типа Н101.
57 Физический смысл уравнений Максвелла.
58 Области применения уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
59 Резонаторы на волноведущих линиях с Т – волной.
60 Физический смысл коэффициента распространения.
61 Колебательные системы СВЧ. Собственные типы колебаний.
62 Плоские волны и их характеристики.
63 Добротность объемных резонаторов.
64 Фазовая скорость ЭМВ.
65 Групповая скорость ЭМВ.
66 Уравнения движения вектора намагниченности в магнетиках.
67 Тензор магнитной проницаемости.
68 Общее решение уравнения Гельмгольца.

Согласована на портале № 74338

69 Уравнения Максвелла в гиротропной среде.
70 Поперечное распространение ЭМВ в гиротропной среде.
71 Распространение плоской ЭМВ в произвольном направлении.
72 Продольное распространение ЭМВ в гиротропной среде.
73 73. Классификация радиоволн по диапазону и способу распространения
74 Классификация радиоволн по диапазону и способу распространения
75 Определение области пространства, существенной при распространении радиоволн.
76 Расчет поля при поднятых антеннах в зоне прямой видимости
77 Интерференционная формула и формула Введенского
78 Диаграммы направленности поднятых антенн.
79 Диаграммы направленности поднятых антенн.
80 Расчет поля при низко расположенных антеннах.
81 Формула Шулейкина - Ван-дер-Поля.
82 Влияние тропосферы на распространение радиоволн: строение тропосферы
83 Влияние тропосферы на распространение радиоволн: строение тропосферы
84 Тропосферные волноводы. Рассеяние радиоволн на тропосферных неоднородностях
85 Дальнее тропосферное распространение. Особенности распространения оптических волн в тропосфере
86 Влияние ионосферы на распространение радиоволн: строение ионосферы. Физические причины образования в ионосфере ионизированных слоев.
87 Влияние магнитного поля Земли на распространение радиоволн в ионосфере
88 Влияние электродинамических свойств земных покровов на распространение сверхдлинных, длинных и средних радиоволн
89 Особенности распространения коротких волн (зона молчания, ночные волны и дневные волны).
90 Особенности распространения ультракоротких волн (радиорелейные линии связи, космическая связь)
91 Особенности распространения ультракоротких волн (радиорелейные линии связи, космическая связь)

14.1.3. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Основы теории электромагнетизма. Уравнения Максвелла. Контрольная работа: Основы теории электромагнетизма и уравнения Максвелла

Плоские электромагнитные волны.

Отражение и преломление плоских электромагнитных волн.

Контрольная работа: Плоские электромагнитные волны, отражение и преломление

Распространение земных радиоволн. Влияние тропосферы и ионосферы на распространение радиоволн. Контрольная работа: Распространение радиоволн.

14.1.4. Темы контрольных работ

1. Основы теории электромагнетизма и уравнения Максвелла
2. Плоские электромагнитные волны, отражение и преломление
3. Распространение радиоволн.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Исследование двухполюсников на СВЧ.

Измерение входного сопротивления с помощью измерительной линии. Определение комплексного сопротивления в нагрузке по рас-пределению поля в линии

Измерение параметров четырехполюсников на СВЧ. Параметры четырехполюсников. Метод отношения мощностей.

Ослабление аттенюаторов. Метод замещения

Исследование параметров СВЧ резонаторов. Резонаторы СВЧ и их основные параметры. Из-мерение добротности по декременту затухания. Резонатор, включенный как оконечная нагрузка. Метод передачи.

Автоматизированный метод измерения параметров резонатора

Исследование параметров ферритовых вентилей. Параметры ферритовых вентилей. Венти-

Согласована на портале № 74338

ли на эффекте ферромагнитного резонанса. Вентили на эффекте смещения поля. Измерение характеристик

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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.

Согласована на портале № 74338

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

Согласована на портале № 74338