
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой КИПР, проф.
_____ В.Н.Татаринов
"___" _____ 2012 г.

Техническая электродинамика

Методическое пособие по самостоятельной работе студентов (СРС)

для специальности: 210201.65 – Проектирование и технология
радиоэлектронных средств. Специализация “Компьютерное проектирование РЭС”,
кафедра КИПР

Факультет: радиоконструкторский (РКФ)
Профилирующая кафедра: Конструирования и производства
радиоаппаратуры (КИПР)

Курс – 3

Семестр – 5

Учебный план набора 2008 г. и последующих лет

Распределение учебного времени:

Лекции	54	часов
Лабораторные занятия	28	часов
Практические занятия	26	часа
Всего ауд. занятий	108	часов
Самостоятельная работа	92	часа
Общая трудоёмкость	200	часов

Экзамен – 5 семестр

Разработал:

Профессор каф. КИПР

А.С. Шостак

"___" _____ 2012 г.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	4
1.1 Цели преподавания дисциплины.....	4
1.2 Задачи изучения дисциплины.....	4
1.3 Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины.	4
2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.	4
2.1 . Лекции - 54 ч; самостоятельная работа 92 ч.	4
2.1.1 Введение; 2ч.	4
2.1.2 Электромагнитное поле. Основные положения теории электромагнетизма; 4ч.	5
2.1.3 Уравнения Максвелла. Энергия электромагнитного поля; 4 ч.	5
2.1.4 Плоские электромагнитные волны. Монохроматические поля; 4 ч.	5
2.1.5 Граница раздела сред. Граничные условия для электромагнитного поля; 4 ч.	5
2.1.6 Электромагнитные волны в средах с частотной дисперсией. Поверхностные волны и замедляющие структуры; 2 ч.	5
2.1.7 Распространение электромагнитных волн в анизотропной ги-ротропной среде; 2 ч.	5
2.1.8 Падение плоских электромагнитных волн на границу раздела двух сред; 4 ч.	6
2.1.9 Основы теории направляемых электромагнитных волн линии передачи; 2 ч.	6
2.1.10 Прямоугольный металлический волновод; 2 ч.	6
2.1.11 Цилиндрические волны. Круглый металлический волновод; 2 ч.	6
2.1.12 Сферические волны Волноводы с волнами типа Т; 2 ч. .	6
2.1.13 Затухание волн в полых металлических волноводах; 2 ч. .	6
2.1.14 Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы; 2ч.	6
2.1.15 Согласование нагрузки с линией передачи Излучение и дифракция; 2ч.	6
2.1.16 Узлы и детали СВЧ тракта; 7ч.	7
2.1.17 Устройства СВЧ с намагниченными ферритом; 7ч.	7
2.2 Лабораторные работы -28ч.	7
2.3 Практические занятия - 26ч.	8

2.3.1	Элементы векторного анализа - 4ч.....	8
2.3.2	Основы теории электричества - 4ч.....	8
2.3.3	Уравнения Максвелла - 2ч.....	8
2.3.4	Статические и электромагнитные поля - 2ч.....	8
2.3.5	Плоские электромагнитные волны - 2ч.....	8
2.3.6	Отражение и преломление плоских электромагнитных волн - 2ч.....	8
2.3.7	Волноводы - 4ч.....	8
2.3.8	Резонатор - 3ч.....	8
2.3.9	Устройства с квази – Т - волнами -3ч.....	8

3 УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1	Основная литература:.....	8
3.2	Дополнительная литература	8
3.3	Перечень методических указаний	8

4 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

4.1	САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	9
4.2	Самостоятельная работа при выполнении практических занятий	10
4.2.1	Цель практических занятий и особенности их проведения	11
4.2.2	Содержание практических занятий (12 занятий по 2 часа, самостоятельная работа 40 часов).....	11
4.3	Сводная таблица самостоятельной работы студентов	13
4.4	Название подраздела.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.5	Название подраздела.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.6	Название подраздела.....	Ошибка! Закладка не определена.

5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1 Цели преподавания дисциплины

Дисциплина относится к дисциплинам из цикла специальных дисциплин (СД.Ф.5)

Дисциплина "Техническая электродинамика" является базовой дисциплиной в образовании радиоинженера. В частности, она дает основу для последующего изучения таких специальных дисциплин, как "Интегральные устройства радиоэлектроники" (СД..Ф.2), "Радиотехнические системы" (ОПД.В.2), "Основы радиоэлектроники и связи" (СД..Ф.4), "Электродинамика сплошных сред" (ЕН.В.1), "Интегральные физические процессы" (ЕН.В.1) и разделов ряда курсов, касающихся высокочастотных узлов приемно-усилительных устройств, передающих устройств, высокоскоростных систем связи, электромагнитной совместимости.

Целью изучения дисциплины является углубление фундаментальных знаний о законах, описывающих электромагнитное поле, как вида материи, освоение математического аппарата и методов электродинамического описания явлений и процессов в радиоэлектронных устройствах различного назначения, изучение распространения однородных плоских электромагнитных волн в материальных средах и в свободном пространстве.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения курса студенты должны освоить фундаментальные законы, описывающие электромагнитное поле, и получить знания о физических процессах в РЭС.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **иметь представление** об основных теоретических понятиях и расчетных методах электродинамики;
- **знать** основные определения, теоремы и законы электродинамики;
- **уметь** выполнять расчеты и конструировать устройства СВЧ.

1.3 Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины.

Для успешного изучения курса "Техническая электродинамика" необходимо в начале изучения курса вспомнить соответствующие разделы курсов "Физики" и "Высшей математики". Особое внимание уделить элементам теории поля, векторному анализу, специальным функциям, уравнениям в частных производных.

Изучаемая дисциплина базируется на следующих дисциплинах: ЕН. Ф.1 - математика, ЕН. Ф3 - физика, ОПД. Ф.4 и ОПД. Ф.5 – общая электротехника и электроника.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

2.1 . Лекции - 54 ч; самостоятельная работа 92 ч.

2.1.1 Введение; 2ч.

Место электромагнетизма в современной физической картине мира. Особенности диапазона СВЧ. Техника СВЧ и ее применение. Элементы векторной алгебры и векторного анализа.

2.1.2 Электромагнитное поле. Основные положения теории электромагнетизма; 4ч.

Электромагнитное поле и его математические модели. Плотность 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 и сторонние токи.

2.1.3 Уравнения Максвелла. Энергия электромагнитного поля; 4 ч.

Сводка уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла для гармонических колебаний. Монохроматические поля. Комплексные амплитуды полей. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Угол диэлектрических потерь. Энергетические соотношения в электромагнитном поле. Вектор Пойтинга. Магнитный ток. Принцип перестановочной двойственности. Лемма Лоренца.

2.1.4 Плоские электромагнитные волны. Монохроматические поля; 4 ч.

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. Понятие характеристического сопротивления. Плотность потока мощности в плоской электромагнитной волне. Некоторые частные случаи. Плоские волны с эллиптической поляризацией. Плоские электромагнитные волны, распространяющиеся в произвольном направлении.

2.1.5 Граница раздела сред. Граничные условия для электромагнитного поля; 4 ч.

Постановка задачи. Граничные условия для нормальных составляющих векторов магнитного поля. Граничные условия для нормальных составляющих векторов электромагнитного поля. Граничные условия для касательных составляющих векторов магнитного поля. Граничные условия для касательных составляющих векторов электрического поля.

2.1.6 Электромагнитные волны в средах с частотной дисперсией. Поверхностные волны и замедляющие структуры; 2 ч.

Волны в проводящей среде. Плазма и ее электродинамические параметры. Распространение электромагнитных волн в бесстолкновительной плазме. Учет влияния столкновений в плазме. Распространение импульсов в средах с частотной фазовой скорости. Понятие групповой скорости. Электромагнитные волны в сверхпроводниках.

2.1.7 Распространение электромагнитных волн в анизотропной гиротропной среде; 2 ч.

Физический механизм анизотропии ферритов. Уравнение движения намагниченности. Тензор магнитной проницаемости намагниченного феррита. Уравнение Максвелла в гиротропной среде. Поперечное распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите. Продольное распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите.

2.1.8 Падение плоских электромагнитных волн на границу раздела двух сред; 4 ч.

Нормальное падение плоской электромагнитной волны на идеально проводящую плоскость. Нормальное падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическое полупространство. Нормальное падение плоской электромагнитной волны на диэлектрический слой конечной толщины. К вопросу о создании неотражающих сред. Падение плоской электромагнитной волны

на диэлектрическое полупространство под произвольным углом. Угол Брюстера. Неоднородные плоские волны. Приближенные граничные условия Леонтовича.

2.1.9 Основы теории направляемых электромагнитных волн линии передачи; 2 ч.

Падение плоской волны с параллельной поляризацией на идеально проводящую плоскость. Падение плоской волны с перпендикулярной поляризацией на идеально проводящую плоскость. Структура электромагнитного поля Е- и Н - волн. Характеристики электромагнитного поля Е- и Н- волн. Связь между продольными и поперечными составляющими векторов поля направляемых волн. Поверхностные волны и замедляющие структуры.

2.1.10 Прямоугольный металлический волновод; 2 ч.

Постановка задачи. Волны типа Е в прямоугольном волноводе. Критическая длина волны. Дисперсионная характеристика волновода. Волны типа Н в прямоугольном волноводе. Волна типа Нью. Характеристическое сопротивление волновода. Основы применения прямоугольных волноводов.

2.1.11 Цилиндрические волны. Круглый металлический волновод; 2 ч.

Постановка задачи. Волны типа Е в круглом волноводе. Волны типа Н в круглом волноводе. Основы применения круглых волноводов.

2.1.12 Сферические волны Волноводы с волнами типа Т; 2 ч.

Некоторые общие свойства волн типа Т. Коаксиальный волновод. Применение коаксиальных волноводов в технике. Полосковые волноводы. Отрезок волновода с Т - волной как четырехполюсник.

2.1.13 Затухание волн в полых металлических волноводах; 2 ч.

Источники потерь в волноводах. Коэффициент затухания волн в волноводе. Общее выражение для коэффициента затухания. Анализ некоторых частных случаев.

2.1.14 Колебательные системы СВЧ. Объемные резонаторы; 2ч.

Эволюция электромагнитных колебательных систем при повышении рабочей частоты. Прямоугольный объемный резонатор. Общая задача о собственных колебаниях в прямоугольном объемном резонаторе. Классификация типов колебаний. Круглый объемный резонатор. Некоторые способы возбуждения и включения объемных резонаторов. Добротность объемных резонаторов. Некоторые другие типы объемных резонаторов.

2.1.15 Согласование нагрузки с линией передачи Излучение и дифракция; 2ч.

Принцип согласования нагрузки с линией передачи. Узкополосное согласование. Широкополосное согласование активных сопротивлений. Частотные фильтры СВЧ.

Метод расчета частотных отражающих фильтров СВЧ. Полосовые и режекторные фильтры. Фильтры гармоник. Излучение и дифракция при несогласованной нагрузке.

2.1.16 Узлы и детали СВЧ тракта; 7ч.

Волноводные конструктивные элементы. Поглощающие оконечные нагрузки. Двухплечные узлы. Аттenuаторы. Фазовращатели. Фильтры для подавления типов волн. Поляризаторы. Переходы с одного волновода на другой. Трехплечные узлы. Т-образные соединения прямоугольных волноводов. Поляризационный фильтр. Мосты и направленные ответвители. Кольцевой мост. Квадратный мост. Щелевой мост.

2.1.17 Устройства СВЧ с намагниченными ферритом; 7ч.

Виды невзаимных устройств СВЧ с намагниченным ферритом. Невзаимные устройства. Применение невзаимных ферритовых устройств. Устройства на поверхностных акустических волнах. Функциональные устройства на магнито-статистических волнах. Устройства на основе эффекта ядерного спинового эха.

2.2 Лабораторные работы -28ч.

2.2.1. Работа 1 - 8ч.

Исследование двухполюсников на СВЧ. Измерение входного сопротивления с помощью измерительной линии. Определение комплексного сопротивления нагрузки по распределению поля в линии.

2.2.2. Работа 2 - 4ч.

Измерение параметров четырехполюсников на СВЧ. Параметры четырехполюсников. Метод отношения мощностей. Ослабление аттенуаторов. Метод замещения.

2.2.3. Работа 3- 4 ч.

Исследование параметров СВЧ резонаторов. Резонаторы СВЧ и их параметры. Измерение добротности по декременту затухания. Резонатор, включенный как оконечная нагрузка. Метод передачи. Автоматический метод измерения параметров резонатора.

2.2.4. Работа 4-4ч.

Исследование параметров ферритовых вентиляей. Параметры ферритовых вентиляей. Вентили на эффекте ферромагнитного резонанса. Вентили на эффекте смещения поля. Измерение характеристик.

2.2.5. Работа 5-8 ч.

Исследование параметров антенн. Основные параметры и методы измерения. Согласование с антенно-фидерным устройством, калибровка. Измерение диаграммы направленности в дальней зона.

2.3 Практические занятия - 26ч.

2.3.1 Элементы векторного анализа - 4ч.

2.3.2 Основы теории электромагнетизма - 4ч.

2.3.3 Уравнения Максвелла - 2ч.

2.3.4 Статические и электромагнитные поля - 2ч.

2.3.5 Плоские электромагнитные волны - 2ч.

2.3.6 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн - 2ч.

2.3.7 Волноводы - 4ч.

2.3.8 Резонатор - 3ч.

2.3.9 Устройства с квази – Т - волнами -3ч.

3 УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Основная литература:

1. Фальковский О.И. Техническая электродинамика. Курс лекций М.: Лань, 2009, 432 с. ЭБС «Лань». Доступно с IP-адресов ТУСУРа
2. Основы электродинамики и распространение радиоволн. Часть 1. Электромагнитные поля и волны: Курс лекций/ Шостак А.С. – 2012. 143 с. Электронный ресурс edu.tusur.ru/training/publications/1223
3. Антенны и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ: Учебное пособие (курс лекций)/ Шостак А.С. 124 с. Электронный ресурс edu.tusur.ru/training/publications/1219

3.2 Дополнительная литература

1. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 558 с. Всего 100. СЧ 31 (1). АНЛ (8). СЧ 35 (1). АУЛ(85).
2. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика. - М.: Радио и связь. 2002. – 536 с. Всего 23. СЧ 31 (1). АНЛ (1). СЧ 35 (1). АУЛ(17).
3. Грудинская Г.П. Распространение радиоволн. – М.: - Высшая школа, 1975 -279 с. Всего 3. СЧ 31 (1). АНЛ (2).

3.3 Перечень методических указаний

1. Техническая электродинамика. Основы электродинамики и распространение радиоволн. Антенны и устройства СВЧ: Лабораторный практикум / Козлов В.Г., Корогодов В.С., Шостак А.С. – 2012. 137 с. Электронный ресурс edu.tusur.ru/training/publications/1319
2. Техническая электродинамика: Учебный практикум/ Шостак А.С., Козлов В.Г., Корогодов В.С. – 2012. 159 с. Электронный ресурс edu.tusur.ru/training/publications/1320

4 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

4.1 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы выполняются с использованием учебного пособия [1] из перечня методических указаний - Техническая электродинамика. Основы электродинамики и распространение радиоволн. Антенны и устройства СВЧ: Лабораторный практикум / Козлов В.Г., Корогодов В.С., Шостак А.С. – 2012. 137 с. Электронный ресурс edu.tusur.ru/training/publications/1319

Указанное учебное пособие содержит теоретическую часть (гл. 1-4) и практическую часть (гл.5). Перед выполнением самих лабораторных работ студенты по заданию преподавателя изучают теоретические вопросы по теме лабораторной работы. После успешного освоения теоретического материала студенты сдают своеобразный зачет преподавателю по теории.

После получения зачета по теории студенты приступают к выполнению самой лабораторной работы. Для этого они должны провести необходимые подготовительные действия с рабочей установкой в соответствии с лабораторным заданием: собрать рабочую установку для данного вида измерений, освоить и провести калибровку рабочей установки.

После получения разрешения преподавателя студенты выполняют лабораторную работу. В ходе выполнения показывают промежуточные результаты преподавателю. Работа считается выполненной, если преподаватель сделал соответствующую запись в журнале и в черновом отчете студента.

Студенты самостоятельно производят вычисления по полученным результатам измерений данным, рассчитывают погрешности и оформляют отчеты по лабораторным работам.

Отчеты по лабораторным работам должны содержать:

1. Название и цель работы;
2. Краткие теоретические материалы по работе;
3. Структурные схемы измерений необходимых параметров измеряемых устройств;
4. Численные значения измеряемых величин;
5. Численные характеристики измеряемых устройств;
6. Результаты расчета погрешностей измерений;
7. Выводы по основным результатам лабораторной работы.

После оформления отчетов о лабораторных работах студенты к назначенному сроку производят подготовку к защите работы.

При защите работы студенты должны показать знания теории, навыки проведения измерений, обработки результатов измерений и расчета погрешностей, а также умение делать обобщающие выводы о проделанной работе.

При общей оценке работы каждого студента учитывается также его активность при подготовке к работе, во время работы и при защите работы.

В Таблица 1 приведены данные по самостоятельной работы студентов, содержащие наименование работы, названия лабораторных работ с указаниями на соответствующие разделы учебного пособия [1] из перечня методических указаний и формы контроля. По каждой лабораторной работе указано требуемое количество часов самостоятельной работы.

Общее количество самостоятельной работы составляет 40 часов.

Таблица 1

Наименование работы	№ индивидуального задания, кол-во часов самостоятельной работы	Форма контроля
Подготовка к лабораторным работам (теоретическая часть), расчет погрешностей измерения, оформление отчета, защита работы.	2.2.1. Исследование двухполюсников на СВЧ. Главы 1,4,5.1, - 12ч	Письменные отчеты, защита работы
Подготовка к лабораторным работам (теоретическая часть), расчет погрешностей измерения, оформление отчета, защита работы.	2.2.2. Измерение параметров взаимных четырехполюсников на СВЧ, главы 1, 4, 5.4, -10ч	Письменные отчеты, защита работы
Подготовка к лабораторным работам (теоретическая часть), расчет погрешностей измерения, оформление отчета, защита работы.	2.2.3. Исследование параметров СВЧ резонаторов, главы 1, 2, 4, 5.7, -6 ч	Письменные отчеты, защита работы
Подготовка к лабораторным работам (теоретическая часть), расчет погрешностей измерения, оформление отчета, защита работы.	2.2.4. Исследование параметров ферритовых вентилях главы 1, 3, 4, 5.5, 6 ч	Письменные отчеты, защита работы
Подготовка к лабораторным работам (теоретическая часть), расчет погрешностей измерения, оформление отчета, защита работы.	2.2.5. Исследование параметров антенн, главы 1, 4, 5.3, -6ч	Письменные отчеты, защита работы
Всего часов самостоятельной работы	40	Письменные отчеты, защита работы

4.2 Самостоятельная работа при выполнении практических занятий

Практические занятия по дисциплине выполняются с использованием учебного пособия [2] из перечня методических указаний - Техническая электродинамика: Учебный

практикум / Шостак А. С., Козлов В. Г., Корогодов В. С. – 2012. 159 с. Электронный ресурс edu.tusur.ru/training/publications/1320.

4.2.1 Цель практических занятий и особенности их проведения

Практические (семинарские) занятия направлены на закрепление и расширение знаний, полученных на лекциях и при изучении рекомендованной литературы согласно рабочей программе дисциплины.

Предусмотрены практические занятия с решением задач.

В ходе практических занятий проводится оценивание теоретических знаний и умений студентов по итогам решения задач.

Практические (семинарские) занятия проводятся в увязке с рассмотрением соответствующих вопросов на лекциях.

4.2.2 Содержание практических занятий (9 тем, 26 часов, самостоятельная работа 40 часов)

Форма проведения: практические занятия с решением задач.

Методика проведения.

4.2.3 Задачник [2] по каждой теме содержит необходимый теоретический материал, затем даются примеры решения типовых задач и задачи для самостоятельного решения.

Например, для занятия 2.3.1 - “Элементы векторного анализа” в учебном пособии [2] из перечня методических указаний имеются следующие разделы:

- теоретические сведения (1.1 – 1-6);
- примеры решения типовых задач (1.7)
- задачи для самостоятельной работы (1.8), задачи 1.8.1 – 1.8.10.

По теме 2.3.2. “Основы теории электромагнетизма” в учебном пособии [2] из перечня методических указаний имеются следующие разделы:

- основные формулы электромагнетизма (2.1);
- примеры решения типовых задач (2.2);
- задачи для самостоятельной работы (2.3), задачи 2.3.1 – 2.3.10.

По теме 2.3.8. “Устройства с квази – Т- волнами” в учебном пособии [2] из перечня методических указаний имеются следующие разделы:

- основные расчетные формулы (8.1);
- примеры решения типовых задач (8.2);
- задачи для самостоятельной работы (8.3), задачи 8.3.1 – 8.3.10

План занятия:

- повторение теории по теме занятия;
- практические занятия с решением типовых задач из [2];
- задание на самостоятельную работу;
- пояснения к следующему занятию.

В Таблица 2 приведены данные по самостоятельной работы студентов, содержащие наименование работы, названия практических работ с указаниями на соответствующие

разделы учебного пособия [2] из перечня методических указаний и формы контроля. По каждой практической работе указано требуемое количество часов самостоятельной работы (письменные отчеты).

Общее количество самостоятельной работы составляет 40 часов.

Таблица 2

Наименование работы	№ индивидуального задания, кол-во часов самостоятельной работы	Форма контроля
Выполнение индивидуальных домашних заданий по практическим занятиям.	2.3.1. Элементы векторного анализа, задачи № 1.8.1-1.8.10, 4ч	Письменные отчеты
Выполнение индивидуальных домашних заданий по практическим занятиям.	2.3.2. Основы теории электромагнетизма, задачи №2.3.1. -2.3.10, -5ч	Письменные отчеты
Выполнение индивидуальных домашних заданий по практическим занятиям.	2.3.3. Уравнения Максвелла, задачи № 3.3.1. - 3.3.10, -5ч	Письменные отчеты
Выполнение индивидуальных домашних заданий по практическим занятиям.	2.2.4. Плоские электромагнитные волны задачи № 3.3.1. - 3.3.10, - 5ч	Письменные отчеты
Выполнение индивидуальных домашних заданий по практическим занятиям.	2.3.5., 2.3.6. Отражение и преломление плоских ЭМВ, задачи № 5.3.1.- 5.3.10, - 5 ч	Письменные отчеты
Выполнение индивидуальных домашних заданий по практическим занятиям.	2.3.7. Волноводы, задачи № 6.3.1. -6.3. 10, -5ч .	Письменные отчеты
Выполнение индивидуальных домашних заданий по практическим занятиям.	3.8. Резонаторы, задачи № 7.3.1. -7.3. 10, - 5ч .	Письменные отчеты
Выполнение индивидуальных домашних заданий по практическим занятиям.	2.3.9. Устройства с квази - Т волнами задачи № 8.3.1. - 8.3.10 -6ч.	
Всего часов	40	Письменные отчеты

самостоятельной работы		

В Таблице 3 приведены общие данные самостоятельной работы студентов по дисциплине.

4.3 Сводная таблица самостоятельной работы студентов

Таблица 3

Наименование работы	Количество часов	Форма контроля
Выполнение индивидуальных домашних заданий по практическим занятиям	40	Письменные отчеты
Подготовка к лабораторным работам (теоретическая часть), расчет погрешностей измерения, оформление отчета, защита работы.	40	Письменные отчеты
Подготовка лекционного материала	12	Тестовый контроль
Всего часов самостоятельной работы	92	

5 ВИДЫ КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В соответствии с рабочей программой по дисциплине предусмотрена бальная оценка качества работы студентов в различных видах работ. В таблице 4 приведены сводные данные по семестру.

Таблица 4 – Распределение баллов в течение пятого семестра для дисциплины «Техническая электродинамика» (экзамен, лекции, практика, лабораторные работы)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1 КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр

Посещение занятий	3	3	3	9
Тестовый контроль	3	3	3	9
Контрольные работы (выполнение отчетов о решении задач для самостоятельного решения)	16	4		20
Выполнение и защита лабораторных работ		16	4	20
Компонент своевременности	4	4	4	12
Итого максимум за период:	26	30	14	70
Сдача экзамена (максимум) в том числе: 1-й вопрос (теория электромагнитного поля); 2-й вопрос (техническое приложение теории); 3 - задача				30 10 баллов 10 баллов 10 баллов
Нарастающим итогом	26	56	70	100

Предусмотрены следующие виды контроля в течение семестра.

1. Посещение занятий. Контроль осуществляет староста группы и преподаватель в течение всего семестра, максимальный балл за семестр - 9.
2. Тестовый контроль.
Тестовый контроль знаний студентов по содержанию дисциплины на момент контроля осуществляет преподаватель в соответствии с
Таблицей 4 три раза за семестр, максимальный балл за семестр – 9
Контроль проводится в зависимости от состава группы или на лекциях, или на практических занятиях,
Выборочный контроль знаний студентов проводится также во время лекционных и практических занятий.
3. Выполнение и защита лабораторных работ осуществляется и оценивается преподавателем, исходя из качества работы студентов на лабораторных работах, степени полноты отчетов по темам. Учитывается также качество защиты лабораторной работы. Максимальный балл за семестр – 20, 1 лабораторная работа – 4 балла..
4. Контроль качества выполнения заданий по темам практических занятиях осуществляется преподавателем, исходя из качества работы студентов на

практических занятиях, по отчетам о выполнении заданий студентами, максимальный балл за семестр – 20, 1 занятие – 2.5 балла.

5. Осуществляется контроль за своевременностью выполнения различных видов работ, максимальный балл за семестр (премия) – 12.
6. Перечень тем для тестового контроля знаний студентов перед контрольными точками 1, 2 и на конец семестра

6.1 Контрольные вопросы по теме – Основные положения теории электромагнетизма

- 1.1 Векторное поле $\vec{A}(x, y, z)$ задано однозначно, если: а) известна $\text{div} \vec{A}(x, y, z)$; б) известен $\text{rot} \vec{A}(x, y, z)$; в) известны $\text{div} \vec{A}(x, y, z)$ и $\text{rot} \vec{A}(x, y, z)$.
- 1.2 Необходимым и достаточным условием потенциальности поля является: а) $\text{div} \vec{A}(x, y, z) = 0$; б) $\text{rot} \vec{A}(x, y, z) = 0$; в) $\text{div} \vec{A}(x, y, z) = 0$ и $\text{rot} \vec{A}(x, y, z) = 0$.
- 1.3 Необходимым и достаточным условием соленоидальности поля являются: а) $\text{div} \vec{A}(x, y, z) = 0$; б) $\text{rot} \vec{A}(x, y, z) = 0$; в) $\text{div} \vec{A}(x, y, z) = 0$ и $\text{rot} \vec{A}(x, y, z) = 0$.
- 1.4 Из формулы для силы Лоренца следует, что фокусировку пучка заряженных частиц можно осуществить: а) электрическим полем; б) магнитным полем; в) необходимо использовать оба поля.
- 1.5 Увеличить кинетическую энергию пучка заряженных частиц можно: а) электрическим полем; б) магнитным полем; в) необходимо использовать оба поля.
- 1.6 Собственными токами электромагнитного поля являются: а) ток проводимости; б) ток смещения; в) поляризационный ток.
- 1.7 Ток генератора есть: а) сторонний ток; б) собственный ток; в) ток проводимости.
- 1.8 Если в выбранной точке пространства $\text{div} \vec{B} = 0$, то: а) магнитные силовые линии замкнуты; б) векторное поле \vec{B} нигде не имеет источников; в) магнитные заряды в природе отсутствуют.
- 1.9 Электромагнитное поле в магнитоэлектрике определено, если известны: а) абсолютная диэлектрическая проницаемость; б) абсолютная магнитная проницаемость; в) относительная диэлектрическая и магнитная проницаемость.
- 1.10 В средах, в которых вектора \vec{D} и \vec{E} , либо вектора \vec{B} и \vec{H} являются не коллинеарными, диэлектрическая, либо магнитная проницаемости являются: а) тензорами; б) функциями координат; в) независимыми от координат.

6.2 Контрольные вопросы по теме – Прямоугольный металлический волновод

- 2.1 Формулы перехода для проекций векторов направляемого электромагнитного поля позволяют: а) найти поперечные составляющие если известна функция $E_z(x, y)$; б) найти поперечные составляющие если известна функция $H_z(x, y)$; в) найти поперечные составляющие если известны функции $E_z(x, y)$ и $H_z(x, y)$.

- 2.2 Однородной краевой задачей Дирихле называется краевая задача, согласно которой: а) искомая функция должна обратиться в нуль на границе области; б) первая производная по нормали должна обратиться в нуль на границе области; в) вторая производная функции по нормали должна обратиться в нуль на границе области.
- 2.3 Однородной краевой задачей Неймана называется краевая задача, согласно которой: а) искомая функция должна обратиться в нуль на границе области; б) первая производная функции по нормали должна обратиться в нуль на границе области; в) вторая производная функции по нормали должна обратиться в нуль на границе области.
- 2.4 Из решения краевой задачи для волн типа Е в прямоугольном волноводе следует, что возможно раздельное существование сколь угодно большого числа волн типа: а) E_{0n} ; б) E_{m0} ; в) E_{mn} , m и n – целые числа.
- 2.5 Из решения краевой задачи для волн типа Н в прямоугольном волноводе следует, что возможно раздельное существование сколь угодно большого числа волн типа: а) H_{0n} ; б) H_{m0} ; в) H_{00} .
- 2.6 Основным (низшим) типом волны в прямоугольном волноводе является волна: а) E_{11} ; б) H_{01} ; в) H_{10} .
- 2.7 Характеристическое сопротивление прямоугольного волновода, работающего на волнах Е – типа, есть функция частоты и при $\lambda_0 = \lambda_{кр}$ равно: а) ∞ ; б) 0; в) Z_0 – характеристическое сопротивление вакуума.
- 2.8 Характеристическое сопротивление прямоугольного волновода, работающего на волнах Н – типа, есть функция частоты и при $\lambda_0 = \lambda_{кр}$ равно: а) ∞ ; б) 0; в) Z_0 – характеристическое сопротивление вакуума.
- 2.9 Бегущие волны в прямоугольном волноводе имеют место, если: а) $\beta = g$; б) $\beta < g$; в) $\beta > g$, где β – коэффициент фазы в свободном пространстве, g – поперечное волновое число.
- 2.10 По прямоугольному волноводу распространяется волна H_{10} – типа, при этом поляризация магнитного вектора может быть: а) эллиптической; б) круговой, с левым направлением вращения; в) круговой, с правым направлением вращения.

6.3 Контрольные вопросы по теме - Узлы и детали СВЧ тракта

- 3.1 Согласованные нагрузки могут быть выполнены в виде: а) открытого отрезка волновода; б) короткозамкнутого отрезка волновода; в) короткозамкнутого отрезка волновода с потерями.
- 3.2 Требуется создать коаксиально – волноводный переход для прямоугольного волновода с волной типа H_{10} . Каково ваше конструктивное решение, если задана полоса частот $\geq 20\%$ при КБВ ≈ 0.95 ? а) переход с коаксиальным шлейфом; б) переход с поперечным стержнем и согласующей индуктивной диафрагмой; в) переход пуговичного типа и согласующей индуктивной диафрагмой.
- 3.3 Возбуждение волны низшего типа H_{11} в круглом волноводе возможно с помощью прямоугольного волновода с волной типа H_{10} . Для широкополосного согласования необходимо выбрать связь: а) через отверстие связи в стенке круглого волновода; б) через согласующую четвертьволновую вставку с овальной формой поперечного

- сечения; в) с помощью плавного перехода с постепенной деформацией поперечного сечения.
- 3.4 Повороты и изгибы линий передачи относятся к числу нерегулярностей, снижающих качество согласования и электропрочность. Во избежание этого применяют способ “подрезания” углов. Электропрочность волновода можно сохранить, если: а) выбрать длину скоса равной $\lambda/4$; б) изготовить двойной поворот длиной $\lambda/4$; в) изготовить плавный изгиб, длиной $n\lambda/2$, где n – целое число.
- 3.5 Метод декомпозиции в анализе многополюсных устройств СВЧ позволяет: а) представить СВЧ тракт в виде ряда простых устройств; б) произвести замену простого устройства (базового элемента) некоторой схемой замещения, состоящей из сосредоточенных элементов L, C и R и из отрезков линии передачи; в) представить матрицу передачи СВЧ тракта в виде произведения матриц передачи составляющих базовых элементов.
- 3.6 Атенюаторы могут быть поглощающего типа, предельные и поляризационные. С целью микроминиатюризации аттенюатора следует выбрать: а) поляризационный тип; б) предельный тип; в) поглощающего типа.
- 3.7 Конструктивно фазовращатель не отличается от аттенюатора поглощающего типа, а в чем тогда отличие: а) постоянная распространения чисто действительная величина; б) отсутствуют потери в диэлектрической пластине; в) отсутствует поглощающий слой на диэлектрической пластине.
- 3.8 Чтобы участок круглого волновода с диэлектрической пластиной преобразовывал линейно поляризационную волну H_{11} в волну с круговой поляризацией, нужно: а) обеспечить на его выходе равенство амплитуд волн, поляризованных параллельно и перпендикулярно пластине; б) обеспечить сдвиг по фазе между ними на $\pi/2$; в) обеспечить равенство амплитуд и сдвиг по фазе между ними на $\pi/2$.
- 3.9 Двойной волноводный тройник (“магический мост”) представляет собой соединение в одно устройство: а) двух E – тройников; б) E – и H – тройников; в) двух H – тройников.
- 3.10 Кольцевой мост из прямоугольного волновода, который свернут в кольцо в плоскости E , волны H_{10} , и присоединения к нему четырех плечей образует устройство: а) трех H – тройников; б) двух E – тройников и одного H – тройника; в) трех E – тройников.