

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Радиосистем и обработки сигналов
(полное наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор – проректор по учебной работе

Г.М. Машков
«25» 07 2018 г.

Регистрационный №_18.04/1132-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая электродинамика

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр

(квалификация)

Инфокоммуникационные системы и технологии

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма, заочная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.03.2015 № 174, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Техническая электродинамика» является: изучение основных законов теории электромагнитного поля, способов решения системы уравнений Максвелла, исследование явлений, возникающих при распространении электромагнитных волн в свободном пространстве и различных направляющих системах и развитие у студентов качественно нового знания об окружающем мире, позволяющего понимать природу происходящих электромагнитных явлений и давать им объективную оценку.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

изучения основных законов электромагнитного поля и анализа особенностей распространения радиоволн в свободном пространстве, в направляющих системах и СВЧ и оптического диапазона волн

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая электродинамика» Б1.Б.17 является одной из дисциплин базовой части учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как «Математика»; «Физика».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенции, установленные ФГОС ВО

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ОПК-6	способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи
2	ПК-10	способностью к разработке проектной и рабочей технической документации, оформлению законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормами и стандартами
3	ПК-17	способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики

Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Код компетенции	знать	уметь	владеть
ОПК-6	особенности проведения измерений в диапазоне СВЧ	использовать современную измерительную базу диапазона СВЧ	навыками проведения измерений параметров СВЧ устройств

ПК-10	основные способы определения геометрических размеров элементов для разработки проектов и технической документации устройств СВЧ и оптического диапазона волн	разрабатывать проектную и техническую документацию устройств СВЧ диапазона	навыками проектирования СВЧ устройств
ПК-17	особенности использования современных методов численного и экспериментального исследования для проектирования СВЧ аппаратуры	применять современные методы экспериментального и численного моделирования СВЧ узлов для создания новых и оптимизации существующих устройств.	навыками экспериментального и численного исследования СВЧ устройств

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры	
			5	6
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	144	144	
Контактная работа с обучающимися		52.35	52.35	
в том числе:				
Лекции		20	20	
Практические занятия (ПЗ)		16	16	
Лабораторные работы (ЛР)		14	14	
Защита контрольной работы			-	
Защита курсовой работы			-	
Защита курсового проекта			-	
Промежуточная аттестация		2.35	2.35	
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)		58	58	
в том числе:				
Курсовая работа			-	
Курсовой проект			-	
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала.		58	58	
Подготовка к промежуточной аттестации		33.65	33.65	
Вид промежуточной аттестации			Экзамен	

Заочная форма обучения

Таблица 4

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры		
			ус5	5	6
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	144	14	74	56
Контактная работа с обучающимися		20.65	14	4.3	2.35
в том числе:					

Лекции	8	8	-	-
Практические занятия (ПЗ)	4	-	4	-
Лабораторные работы (ЛР)	6	6	-	-
Защита контрольной работы	0.3	-	0.3	-
Защита курсовой работы		-	-	-
Защита курсового проекта		-	-	-
Промежуточная аттестация	2.35	-	-	2.35
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)	114.35	-	69.7	44.65
в том числе:				
Курсовая работа		-	-	-
Курсовой проект		-	-	-
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала.	114.35	-	69.7	44.65
Подготовка к промежуточной аттестации	9	-	-	9
Вид промежуточной аттестации		-	-	Экзамен

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная
1	Раздел 1. Введение. Источники и векторы электромагнитного поля	Место и назначение дисциплины. Векторы электромагнитного поля. Свободные и связанные заряды. Токи проводимости и переноса. Плотности заряда и тока. Электромагнитные параметры среды. Классификация сред.	5		5
2	Раздел 2. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергетический баланс ЭМП.	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности. Сторонние источники. Монохроматическое ЭМП. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды. Граничные условия для касательных и нормальных составляющих векторов электромагнитного поля для общего случая и на идеально проводящей поверхности. Энергетический баланс ЭМП. Теорема Умова-Пойнтинга.	5		5
3	Раздел 3. Методы решения уравнений Максвелла	Однородная и неоднородная система уравнений Максвелла. Однородное и неоднородное волновое уравнение. Единственность решения. Скалярный и векторный потенциал. Внутренняя и внешняя задача. Функция Грина.	5		5

4	Раздел 4. Излучение электромагнитных волн (ЭМВ).	Элементарные излучатели. Диполь Герца, его ЭМП в ближней и дальней зонах. Волновой характер решения. Диаграмма направленности. Мощность и сопротивление излучения.	5		5
5	Раздел 5. Плоские волны в однородной изотропной среде.	Понятие о локально плоской волне. Декартова система координат для ее описания. Плоская волна в среде с потерями. Коэффициент затухания и распространения. Плоская волна в реальной диэлектрике и проводнике. Приближенное граничное условие Леонтовича-Щукина. Поверхностный эффект. Поляризация плоских волн. Наложение плоских волн. Коэффициент отражения, коэффициент бегущей и стоячей волны. Плоская волна в произвольной системе координат. Волновой вектор.	5		5
6	Раздел 6. Волновые явления на границе раздела сред.	Законы Снеллиуса. Коэффициенты отражения и прохождения. Явление полного внутреннего отражения и его практическое использование. Коэффициенты Френеля для различных поляризаций волны. Угол Брюстера	5		5
7	Раздел 7. Направляющие системы и направляемые волны.	Типы направляющих систем и направляемых волн. Волны классов Т, Е и Н. Структура и свойства ЭМП в волноводах. Критическая частота. Режимы полей в волноводах. Фазовая и групповая скорости. Прямоугольные волноводы. Решение волновых уравнений для продольных составляющих полей классов Е и Н. Передаваемая мощность и затухание основной волны. Элементы возбуждения, выбор размеров поперечного сечения, структура полей высших типов. Круглый волновод, структура полей, применение ряда волн в технике связи. Коаксиальный волновод, структура поля волны класса Т, условие одноволнового режима, волновое сопротивление, использование в технике связи. Полосковые линии, структура поля, выбор поперечных размеров. Микрополосковые линии. Линии передачи оптического диапазона – световоды. Затухание волн в световодах. Дисперсионные искажения.	5		5
8	Раздел 8. Объемные резонаторы	Волноводные резонаторы. Стоячая волна в волноводе и ее структура. Коаксиальный и полосковый резонаторы с укорачивающей емкостью. Возбуждение резонаторов. Частотная характеристика, нагруженная, собственная и внешняя добротности.	5		5

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 6

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства
2	Сети радиодоступа 4-го поколения
3	Физические основы электроники сверхвысоких частот и оптического диапазона

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплин	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семинары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Введение. Источники и векторы электромагнитного поля	1	2			3	6
2	Раздел 2. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергетический баланс ЭМП.	1					1
3	Раздел 3. Методы решения уравнений Максвелла	1				2	3
4	Раздел 4. Излучение электромагнитных волн (ЭМВ).	3	2	2		3	10
5	Раздел 5. Плоские волны в однородной изотропной среде.	3	2			14	19
6	Раздел 6. Волновые явления на границе раздела сред.	4	2			17	23
7	Раздел 7. Направляющие системы и направляемые волны.	5	6	10		15	36
8	Раздел 8. Объемные резонаторы	2	2	2		4	10
Итого:		20	16	14	-	58	108

Заочная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплин	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семинары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Введение. Источники и векторы электромагнитного поля	1	0.5			8	9.5
2	Раздел 2. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергетический баланс ЭМП.	1					1
3	Раздел 3. Методы решения уравнений Максвелла	1				4	5
4	Раздел 4. Излучение электромагнитных волн (ЭМВ).	1	0.5			13	14.5
5	Раздел 5. Плоские волны в однородной изотропной среде.	1	0.5			25	26.5

6	Раздел 6. Волновые явления на границе раздела сред.	1	0.5			19.7	21.2
7	Раздел 7. Направляющие системы и направляемые волны.	1	1.5	4		34.65	41.15
8	Раздел 8. Объемные резонаторы	1	0.5	2		10	13.5
Итого:		8	4	6	-	114.35	132.35

6. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 9

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	4	Исследование электромагнитного поля элементарного электрического излучателя	2
2	7	Исследование мостовых устройств СВЧ	2
3	7	Исследование направленных ответвителей	2
4	7	Исследование электромагнитного поля в волноводе круглого сечения	2
5	7	Исследование электромагнитного поля в линиях передачи с волнами класса Т.	2
6	7	Исследование электромагнитного поля в прямоугольном волноводе	2
7	8	Измерение добротности объемного резонатора	2
Итого:			14

Заочная форма обучения

Таблица 10

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	7	Исследование электромагнитного поля в линиях передачи с волнами класса Т.	2
2	7	Исследование электромагнитного поля в прямоугольном волноводе	2
3	8	Измерение добротности объемного резонатора	2
Итого:			6

7. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 11

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование практических занятий (семинаров)	Всего часов
1	1	Источники и векторы электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. Монохроматическое поле. Энергетический баланс.	2
2	4	Излучение электромагнитных волн, Мощность излучения. Сопротивление излучения.	2

3	5	Плоская волна в среде с потерями. Поляризация плоской волны. Отражение плоской волны от неоднородностей. Коэффициент отражения. Коэффициент бегущей и стоячей волны.	2
4	6	Отражение плоской волны от границы раздела двух диэлектриков. Зависимость коэффициента отражения от угла падения. Угол Брюстера. Структура поля при полном внутреннем отражении.	2
5	7	Волны в световодах. Сравнение счетоводов и волноводов СВЧ диапазона по коэффициенту затухания. Оценка дисперсионных искажений по уширению импульса.	2
6	7	Одноволновый режим в различных волноводах. Зависимость коэффициента затухания основной волны в одноволновой области. Размеры области, занимаемой волной высшего типа в окрестности неоднородности	2
7	7	Структуры поля волн в волноводах и их практическое использование	2
8	8	Анализ процессов в резонаторе (на примере резонатора на прямоугольном волноводе с колебанием H ₁₀₁).	2
Итого:			16

Заочная форма обучения

Таблица 12

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование практических занятий (семинаров)	Всего часов
1	1	Источники и векторы электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. Монохроматическое поле. Энергетический баланс.	0.5
2	4	Излучение электромагнитных волн, Мощность излучения. Сопротивление излучения.	0.5
3	5	Плоская волна в среде с потерями. Поляризация плоской волны. Отражение плоской волны от неоднородностей. Коэффициент отражения. Коэффициент бегущей и стоячей волны.	0.5
4	6	Отражение плоской волны от границы раздела двух диэлектриков. Зависимость коэффициента отражения от угла падения. Угол Брюстера. Структура поля при полном внутреннем отражении.	0.5
5	7	Волны в световодах. Сравнение счетоводов и волноводов СВЧ диапазона по коэффициенту затухания. Оценка дисперсионных искажений по уширению импульса.	0.5
6	7	Одноволновый режим в различных волноводах. Зависимость коэффициента затухания основной волны в одноволновой области. Размеры области, занимаемой волной высшего типа в окрестности неоднородности	0.5
7	7	Структуры поля волн в волноводах и их практическое использование	0.5
8	8	Анализ процессов в резонаторе (на примере резонатора на прямоугольном волноводе с колебанием H ₁₀₁).	0.5
Итого:			4

8. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

9. Самостоятельная работа

№ раздела дисциплины	Содержание СРС	Форма контроля	Всего часов
1	Материальные уравнения. Анизотропия среды. Нелинейные свойства среды.	коллоквиум.	2
1	Основные формулы векторного анализа, используемые в дисциплине. Декартова, цилиндрическая и сферическая система координат. Графическое изображение полей. Вихревое и потенциальное поле.	коллоквиум.	1
3	Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергетический баланс ЭМП..	коллоквиум.	2
4	Неоднородные и однородные волновые уравнения. Физический смысл функции Грина. Единственность решения. Условие Зоммерфельда.	коллоквиум.	1
4	Элементарный электрический и магнитный излучатели. Примеры практической реализации. Сравнение по сопротивлению излучения. Щелевой излучатель. Элемент Гюйгенса	коллоквиум	2
5	Отражение плоских волн от неоднородности. Распределение поля в продольном направлении и возможности его регистрации. Возможность оценки когерентности поля излучения	коллоквиум.	7
5	Плоские волны в изотропной среде. Случай реального диэлектрика и реального проводника. Фазовый сдвиг между векторами электрического и магнитного поля. Основы теории скин эффекта.	коллоквиум.	5
5	Поляризация плоских волн. Связь линейной и круговой поляризации.	коллоквиум.	2
6	Волновые явления на границе раздела сред. Влияние параметров сред на вид зависимости коэффициента отражения от угла падения. Примеры практического использования эффектов полного прохождения через границу раздела и полного внутреннего отражения. Структура поля при полном внутреннем отражении. Характер поля в направлении нормали к границе раздела и в продольном направлении.	коллоквиум.	7
6	Волновые явления на границе с идеальным проводником. Анализ структуры поля.	коллоквиум.	5
6	Волновые явления на границе с неидеальным проводником. Приближенные граничные условия Леонтовича - Щукина	коллоквиум.	5
7	1.Направляющие системы и направляемые волны. Классификация волн на примере планарного волновода (концепция Бриллюэна). Критические длины волн, Основная волна. Одноволновый режим. Фазовая скорость, скорость переноса энергии. Волновой пакет. Групповая скорость	коллоквиум.	5

7	2. Волны в волноводах. Характеристические и волновые сопротивления. Неоднородности в волноводах и их эквивалентные схемы. Устройства возбуждения волн в волноводах. Симметричная полосковая линия, микрополосковая линия, связанные полосковые линии, шелевая линия.	коллоквиум.	5
7	3. Волны в световодах. Потери на различных длинах волн. Дисперсионные искажения в световодах. Связанные волны в световодах. Примеры практического использования	коллоквиум.	5
8	Объемные резонаторы. Анализ процессов в резонаторе. Обмен энергией между электрическим и магнитным полем. Энергетическое определение добротности резонатора. Вынужденные и собственные колебания	коллоквиум.	4
Итого:			58

Заочная форма обучения

Таблица 14

№ раздела дисциплины	Содержание СРС	Форма контроля	Всего часов
1	Материальные уравнения. Анизотропия среды. Нелинейные свойства среды.	коллоквиум.	5
1	Основные формулы векторного анализа, используемые в дисциплине. Декартова, цилиндрическая и сферическая система координат. Графическое изображение полей. Вихревое и потенциальное поле.	коллоквиум.	3
3	Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергетический баланс ЭМП..	коллоквиум.	4
4	Неоднородные и однородные волновые уравнения. Физический смысл функции Грина. Единственность решения. Условие Зоммерфельда.	коллоквиум.	3
4	Элементарный электрический и магнитный излучатели. Примеры практической реализации. Сравнение по сопротивлению излучения. Шелевой излучатель. Элемент Гюйгенса	коллоквиум	10
5	Отражение плоских волн от неоднородности. Распределение поля в продольном направлении и возможности его регистрации. Возможность оценки когерентности поля излучения	коллоквиум.	10
5	Плоские волны в изотропной среде. Случай реального диэлектрика и реального проводника. Фазовый сдвиг между векторами электрического и магнитного поля. Основы теории скин эффекта.	коллоквиум.	10
5	Поляризация плоских волн. Связь линейной и круговой поляризации.	коллоквиум.	5

6	Волновые явления на границе раздела сред. Влияние параметров сред на вид зависимости коэффициента отражения от угла падения. Примеры практического использования эффектов полного прохождения через границу раздела и полного внутреннего отражения. Структура поля при полном внутреннем отражении. Характер поля в направлении нормали к границе раздела и в продольном направлении.	коллоквиум.	7
6	Волновые явления на границе с идеальным проводником. Анализ структуры поля.	коллоквиум.	7
6	Волновые явления на границе с неидеальным проводником. Приближенные граничные условия Леонтовича - Щукина	коллоквиум.	5.7
7	1.Направляющие системы и направляемые волны. Классификация волн на примере планарного волновода (концепция Бриллюэна). Критические длины волн, Основная волна. Одноволновый режим. Фазовая скорость, скорость переноса энергии. Волновой пакет. Групповая скорость	коллоквиум.	10
7	2.Волны в волноводах. Характеристические и волновые сопротивления. Неоднородности в волноводах и их эквивалентные схемы. Устройства возбуждения волн в волноводах. Симметричная полосковая линия, микрополосковая линия, связанные полосковые линии, шелевая линия.	коллоквиум.	14.65
7	3.Волны в световодах. Потери на различных длинах волн. Дисперсионные искажения в световодах. Связанные волны в световодах. Примеры практического использования	коллоквиум.	10
8	Объемные резонаторы. Анализ процессов в резонаторе. Обмен энергией между электрическим и магнитным полем. Энергетическое определение добротности резонатора. Вынужденные и собственные колебания	коллоквиум.	10
Итого:			114.35

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;

- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;

11. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с Методическими рекомендациями по формированию ФОС и приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017г. № 301 г. Москва "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" и является приложением к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

12. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

12.1. Основная литература:

1. Фальковский, Олег Исаакович. Техническая электродинамика [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Фальковский, 2009. - 430 с.
2. Милютин, Евгений Рафаилович. Техническая электродинамика [Электронный ресурс]. Ч. 1, 2014. - 220 с.

12.2. Дополнительная литература:

1. Пименов, Юрий Вадимович. Техническая электродинамика [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю. В. Пименов, В. И. Вольман, А. Д. Муравцов ; ред. Ю. В. Пименов, 2002. - 536 с.
2. Электромагнитные поля и волны [Электронный ресурс] : метод. указ. к лаб. работам / М-во Рос. Федерации по связи и информатизации, С.-Петербург. гос. ун-т

- телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича; ред. О. И. Фальковский. Ч. 2 / сост. О. И. Фальковский [и др.], 2002. - 59 с.
3. Электромагнитные поля и волны [Текст] : методические указания к лабораторным работам / Т. Г. Булушева [и др.] ; рец. Е. И. Бочаров ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". Ч. 1, 2012. - 34 с.
 4. Романова В. И. Электромагнитные поля и волны [Текст] : сборник задач / В. И. Романова, С. Л. Романов ; рец. В. Н. Жемчугов, 2012. - 72 с.
 5. Неганов В. А. Устройства СВЧ и антенны [Текст]. Ч. 2 : Теория и техника антенн / рец. С. Б. Раевский, 2016. - 728 с.
 6. Неганов В. А. Устройства СВЧ и антенны [Текст]. Ч. 1 : Проектирование, конструктивная реализация, примеры применения устройств СВЧ / рец. С. Б. Раевский, 2017. - 608 с.
 7. Техническая электродинамика [электронный ресурс] : лабораторный практикум / А. В. Косарев [и др.] ; рец. В. М. Устименко ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". Ч. 2, 2017. - 55 с.
 8. Петров Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учебник для вузов / Б. М. Петров, 2007. - 558 с.

13. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.sut.ru
- lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut

14. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

14.1. Программное обеспечение дисциплины:

- MATLAB v.7.11.0.584 (R2010b)
- Open Office
- Windows 7

14.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

15. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Техническая электродинамика» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над

конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

15.3. Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных

аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые

- слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
 - повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
 - обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
 - использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 15

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Лаборатория	Лабораторное оборудование
4	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
5	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
6	Аудитория для самостоятельной работы	Персональные компьютеры
7	Читальный зал	Персональные компьютеры