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 УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ И ВОЛНЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лабораторные занятия	4	4	часов
Самостоятельная работа	151	151	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	14	14	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
		5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	5	
Контрольные работы	5	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78297

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Освоение студентами основ теории электромагнитного поля; изучение особенностей структуры электромагнитных волн, распространяющихся в различных средах и направляющих системах; тенденций развития инфокоммуникационных технологий и систем связи, связанных с электромагнитным полем.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование у студентов знаний, навыков и умений, позволяющих проводить самостоятельный анализ электромагнитных процессов, происходящих в различных средах, собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов на основе электромагнитных явлений.
2. Приобретение студентами знаний и навыков, необходимых как для осуществления поиска и анализа информации в области электродинамики, при проектировании средств и сетей связи, так и для грамотной эксплуатации телекоммуникационной аппаратуры.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.04.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

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

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 78297

ПК-1. Способен разрабатывать электрические схемы и техническую документацию на радиоэлектронные средства различного назначения	ПК-1.1. Знает основные методы расчета и способы моделирования схем радиоэлектронных средств	Знает тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; основные понятия электродинамики; основные уравнения, описывающие электромагнитное поле и энергетические соотношения в нем; основные методы расчета и способы моделирования схем средств и сетей связи и их элементов на основе электромагнитных явлений.
	ПК-1.2. Умеет разрабатывать техническую документацию по проектам радиоэлектронных средств различного назначения	Умеет проводить анализ и разработку технической документации в рамках тематики проектов, связанных с электромагнитными явлениями.
	ПК-1.3. Владеет навыками разработки радиоэлектронных средств различного назначения	Владеет навыками работы с технической документацией ; навыками расчетов электромагнитных полей и волн, необходимых при анализе информации для проектирования средств и сетей связи и их элементов.

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

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

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	20	20
Лабораторные занятия	4	4
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	14	14
Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	151	151
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	93	93
Подготовка к контрольной работе	50	50
Подготовка к лабораторной работе	4	4
Написание отчета по лабораторной работе	4	4
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

Согласована на портале № 78297

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Общие сведения о макроскопической электродинамике	-	2	1	14	17	ПК-1
2 Общие свойства переменного электромагнитного поля	-		1	12	13	ПК-1
3 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах	-		1	13	14	ПК-1
4 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн	4		1	20	25	ПК-1
5 Излучение электромагнитных волн	-		2	12	14	ПК-1
6 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы	-		2	12	14	ПК-1
7 Объемные резонаторы	-		1	12	13	ПК-1
8 Распространение радиоволн в свободном пространстве	-		1	12	13	ПК-1
9 Распространение земных радиоволн при поднятых антеннах	-		1	11	12	ПК-1
10 Распространение земных радиоволн при низко расположенных антеннах	-		1	11	12	ПК-1
11 Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн	-		1	11	12	ПК-1
12 Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн	-		1	11	12	ПК-1
Итого за семестр	4	2	14	151	171	
Итого	4	2	14	151	171	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Общие сведения о макроскопической электродинамике	Векторы электромагнитного поля. Закон Ома в дифференциальной форме. Полный ток. Классификация сред, материальные уравнения. Уравнения Максвелла. Граничные условия для электромагнитного поля. Энергия электромагнитного поля. Классификация электромагнитных колебаний.	1	ПК-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 78297

2 Общие свойства переменного электромагнитного поля	Монохроматическое поле, метод комплексных амплитуд. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Волновые уравнения. Средний баланс энергии электромагнитного поля. Теорема единственности для монохроматического электромагнитного поля. Теорема взаимности.	1	ПК-1
	Итого	1	
3 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах	Волновой характер электромагнитного поля. Плоские волны в средах без потерь. Поляризация электромагнитных волн. Плоские электромагнитные волны в поглощающих средах.	1	ПК-1
	Итого	1	
4 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн	Общие положения. Нормальное падение плоской волны. Волна, распространяющаяся в произвольном направлении. Формулы Френеля для горизонтально поляризованных волн. Формулы Френеля для вертикально поляризованных волн. Полное отражение от границы двух диэлектриков. Наклонное падение на границу поглощающей среды. Приближенные граничные условия Леонтовича. Наклонное падение на границу с диэлектриком. Угол Брюстера.	1	ПК-1
	Итого	1	
5 Излучение электромагнитных волн	Уравнения Максвелла для области, содержащей источники. Неоднородные волновые уравнения. Электродинамические потенциалы. Решение уравнений для электродинамических потенциалов. Элементарный электрический излучатель. Исследование поля электрического диполя. Элементарный магнитный излучатель.	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы	Понятие о направляющей системе. Классификация направляемых волн. Связь между продольными и поперечными составляющими поля в однородной направляющей системе. Условия распространения электромагнитных волн в направляющих системах. Критическая длина волны. Групповая скорость электромагнитных волн в направляющих системах. Дисперсия направляемых электромагнитных волн. Общие свойства направляемых волн. Прямоугольный волновод. Коаксиальная линия.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 78297

7 Объемные резонаторы	Общая теория электромагнитных резонаторов. Полые резонаторы.	1	ПК-1
	Итого	1	
8 Распространение радиоволн в свободном пространстве	Классификация радиоволн по диапазонам и механизмам (радио- и телеуправление). Некоторые сведения из теории антенн. Область пространства, существенная при распространении радиоволн. Классификация радиоволн по способу распространения. Понятие о функции ослабления.	1	ПК-1
	Итого	1	
9 Распространение земных радиоволн при поднятых антеннах	Электрические параметры различных типов земной поверхности. Расстояние прямой видимости. Распространение радиоволн при поднятых антеннах и плоской Земле. Отражение радиоволн от неровной земной поверхности. Критерий Рэлея. Учет сферичности Земли в интерференционных формулах. Распространение радиоволн в зоне тени и полутени	1	ПК-1
	Итого	1	
10 Распространение земных радиоволн при низко расположенных антеннах	Формула идеальной радиопередачи. Структура поля над поглощающей поверхностью Земли. Расчет вертикальной составляющей напряженности электрического поля. Формула Шулейкина – Ван-дер-Поля. Распространение радиоволн при низко расположенных антеннах над неоднородной трассой.	1	ПК-1
	Итого	1	
11 Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн	Электрические параметры тропосферы. Рефракция радиоволн. Распространение радиоволн путем рассеяния на неоднородностях тропосферы. Ослабление радиоволн в тропосфере.	1	ПК-1
	Итого	1	
12 Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн	Состав и строение ионосферы. Электрические параметры ионосферы. Отражение и преломление радиоволн в ионосфере. Поглощение радиоволн в ионосфере. Влияние постоянного магнитного поля Земли на распространение радиоволн в ионосфере.	1	ПК-1
	Итого	1	
Итого за семестр		14	
Итого		14	

5.3. Контрольные работы

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

Согласована на портале № 78297

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-1
	Итого за семестр	2	
	Итого	2	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
4 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн	Исследование отражения электромагнитных волн от границы раздела двух сред.	4	ПК-1
	Итого	4	
	Итого за семестр	4	
	Итого	4	

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

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

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

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Общие сведения о макроскопической электродинамике	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	14		
2 Общие свойства переменного электромагнитного поля	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		

Согласована на портале № 78297

3 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	9	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	13		
4 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн	Подготовка к лабораторной работе	4	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	20		
5 Излучение электромагнитных волн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		
6 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		
7 Объемные резонаторы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		

Согласована на портале № 78297

8 Распространение радиоволн в свободном пространстве	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		
9 Распространение земных радиоволн при поднятых антеннах	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	7	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	11		
10 Распространение земных радиоволн при низко расположенных антеннах	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	7	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	11		
11 Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	7	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	11		
12 Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	7	ПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	11		
Итого за семестр		151		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		160		

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

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

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

Согласована на портале № 78297

занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Боков Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн. Часть 1. Теория электромагнитного поля: Учебное пособие / Боков Л. А., Замотринский В. А., Мандель А. Е., Шангина Л. И. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016 Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
2. Боков Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн. Часть 2. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / Боков Л. А., Замотринский В. А., Мандель А. Е., Шангина Л. И. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016 Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.2. Дополнительная литература

1. Электромагнитные поля и волны: Сборник задач и упражнений / Л. А. Боков, А. Е. Мандель, Л. И. Шангина, Ж. М. Соколова - 2013. 271 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3697.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Семкин А. О. Электромагнитные поля и волны. Методические указания по организации самостоятельной работы: Методические указания / Семкин А. О., Шарангович С. Н. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 23 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
2. Боков Л. А. Электромагнитные поля и волны: Учебно-методическое пособие / Боков Л. А., Мандель А. Е., Соколова Ж. М., Шангина Л. И. - Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2015. — 218 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

Согласована на портале № 78297

1. Замотринский В.А. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: электронный курс/ В.А. Замотринский - Томск: ТУСУР, ФДО, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

2. eLIBRARY.RU: крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования (https://www.elibrary.ru).

.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

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

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

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

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

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

Согласована на портале № 78297

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

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

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

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общие сведения о макроскопической электродинамике	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Общие свойства переменного электромагнитного поля	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 78297

4 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Излучение электромагнитных волн	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Объемные резонаторы	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Распространение радиоволн в свободном пространстве	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Распространение земных радиоволн при поднятых антеннах	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 78297

10 Распространение земных радиоволн при низко расположенных антеннах	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
12 Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн	ПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

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

Согласована на портале № 78297

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

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

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой характер носит поле излучателя в ближней зоне?
   1) поле носит чисто активный характер, передача энергии в ближней зоне мала;
   2) поле носит чисто реактивный характер, передача энергии в ближней зоне не происходит;
   3)электромагнитное поле в ближней зоне стационарно и осуществляется перенос энергии.

2. Что представляет собой поле излучения в дальней зоне?
   1) поле излучения в дальней зоне представляет собой сферическую волну, причем векторы $\bar{E}$ и $\bar{H}$, лежат перпендикулярно к направлению распространения, взаимно перпендикулярны;
   2) поле излучения в дальней зоне находится в разных фазах;
   3) вектор Пойнтинга в дальней зоне направлен параллельно полю излучения.

3. В чем заключается сущность принципа Гюйгенса?
   1) Принцип Гюйгенса заключается в том, что наводимые в среде дипольные моменты прямо пропорциональны напряженности внешнего электрического поля.
   2) Принцип Гюйгенса предусматривает, что электромагнитная волна, падающая на тело с заданными электрическими параметрами, отражается от него с той же амплитудой, но измененной фазой.
   3) Согласно принципа Гюйгенса, каждая точка волновой поверхности рассматривается как центр новой системы элементарных световых волн.

4. Что является дифракцией?
   1) Результат сложения волн, когда в одних местах они усиливают друг друга, а в других ослабляют, называется дифракцией.
   2) Дифракцией называют совокупность явлений, обусловленных огибанием волнами различных поверхностей.
   3) Явление дифракции предусматривает, что электромагнитная волна, падающая на тело с

Согласована на портале № 78297

заданными электрическими параметрами, возбуждает переменные токи и заряды, возвращающиеся к источнику с измененными параметрами.

5. Что является источником вторичного, рассеянного поля?
   1) Каждая точка волновой поверхности может рассматривается как источник сферических волн и огибающая этих волн является источником вторичных волн.
   2) Электромагнитная волна, падающая на тело с заданными электрическими параметрами, возбуждает переменные токи и заряды, являющиеся источником вторичного, рассеянного поля.
   3) Суперпозиция волн с разных направлений создает источник сферических волн.

6. Что определяет приближение Кирхгофа?
   1) Приближение определяет, что поле на отверстиях в плоскости s0 предполагается невозмущенным, т.е. таким, как если бы ни каких экранов в этой плоскости не было, а поле на экранах со стороны точки наблюдения равным нулю.
   2) Приближение показывает, что точка волновой поверхности рассматривается как источник сферических волн.
   3) Приближение дает определение суммарного поля (падающего и вторичных полей) в какой-то точке пространства.

7. Какие допущения делаются в ближней зоне?
   1) Ближняя зона - это тогда, когда расстояние r не очень велико и лучи, идущие от разных точек отверстия до точки наблюдения идут под углом и тогда пренебрегают вторым и третьим членами.
   2) В уравнении, определяющем распределение поля для этой зоны, не делается никаких допущений. Область, примыкает к источнику.
   3) Ближняя зона -это тогда, когда расстояние r велико и лучи, идущие от разных точек отверстия параллельны и не делается никаких допущений.

8. Два одинаковых диполя Герца расположены перпендикулярно один относительно другого низко над идеальной “землей”. Полагая точку наблюдения находящейся на оси x (перпендикулярно земле) вдали от диполей, определить на ней поле, излучаемое этой системой. Токи в диполях одинаковые.
   1) E=2Eo;
   2) E=Eo;
   3) E=0;
   4) E=4Eo;
   5) E=3Eo.

9. Диполь Герца излучает в свободное пространство поле со средней мощностью =0,1 Вт. Какова максимальная амплитуда поля E на сфере с радиусом 1000 м, в центре которого расположен диполь?
   1) В/м;
   2) В/м;
   3) В/м;
   4) В/м;
   5) В/м.

10. Как изменится магнитное поле, излучаемое магнитным диполем Герца, если при неизменной амплитуде тока в витке I_m , μ - увеличится, ε - уменьшится в пять раз?
    1) Поле увеличится в 5 раз.
    2) Поле увеличится в 25 раз.
    3) Поле уменьшится в 5 раз.
    4) Поле уменьшится в 25 раз.
    5) Поле останется неизменным.

11. Как изменится мощность излучения диполя Герца, если его переместить из открытого

Согласована на портале № 78297

пространства в дистиллированную воду (ε=81)? В открытом пространстве кабель питания согласован.

12. В замкнутой цепи, площадь которой составляет 3м2, течет ток с частотой 50 Гц и амплитудой 10А. Определить мощность, теряемую цепью на излучение.

13. В каком направлении отсутствует излучение элементарного электрического диполя Герца, к которому подведена мощность сигнала?
    1) В меридиональном.
    2) В осевом.
    3) Во всех направлениях существует.
    4) В направлении, где монохроматические сигналы противофазны.

14. Найти сопротивление излучения электрического диполя Герца при l=15см и λ=3м.
    1) R_Σ=0,41 Ом;
    2) R_Σ=0,37 Ом;
    3) R_Σ=1,974 Ом;
    4) R_Σ=0,27 Ом;
    5) R_Σ=1,074 Ом.

15. Определите излучаемую мощность отрезка линии передачи длиной 1 км, рассматривая его как рамку с током. Расстояние между проводами 1 м, ток 10 А (действующее значение), частота 50 Гц.
    1) P=2,47*10^{-18} Вт;
    2) P = 12,5*10^{-18} Вт;
    3) P=0,4*10^{-18} Вт;
    4) P = 4,72*10^{-18} Вт;
    5) P = 1,47*10^{-18} Вт.

16. Диполь Герца, длина которого меньше длины волны в 100 раз, излучает в свободное пространство поле со средней мощностью 0.4 Вт. Какова максимальная амплитуда напряженности электрического поля на сфере с радиусом 1000 м, в центре которой расположен диполь?
    1) 1 мВ/м;
    2) 20 мВ/м;
    3) 60 мВ/м;
    4) 100 мВ/м;
    5) 200 мВ/м.

17. Найти сопротивление излучения диполя Герца при и f =60 МГц. Определить мощность излучения, если амплитуда тока в диполе равна 10 А. Как они изменятся, если диполь из вакуума поместить в дистиллированную воду (er=64) при том же токе и частоте?

18. Диполь Герца, длина которого меньше длины волны в 100 раз, излучает в свободное пространство поле со средней мощностью 0.4 Вт. Какова максимальная амплитуда напряженности электрического поля на сфере с радиусом 1000 м, в центре которой расположен диполь?
    1) 1 мВ/м;
    2) 20 мВ/м;
    3) 60 мВ/м;
    4) 100 мВ/м;
    5) 200 мВ/м.

19. Определите мощность сигнала в приемной антенне при распространении радиоволн в свободном пространстве, если передающая антенна излучает сигнал мощностью 100 Вт и находится на расстоянии 10 км от приемной. Коэффициент направленного действия

Согласована на портале № 78297

обеих антенн 1000, длина радиоволны 40 см.
1) 1 мВт;
2) 0,5 мВт;
3) 10 мВт;
4) 0,1 мВт.

20. Определить радиус первой зоны Френеля для середины трассы протяженностью 40 км при длине волны передатчика 1 м.
1) 100 м;
2) 1 м;
3) 0,1 м.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Как упрощает применение метода комплексных амплитуд в решениях задач по переменным полям?
1) Применение понятия комплексной амплитуды позволяет во многих случаях избавляться от Бесселевых функций.
2) Применение понятия комплексной амплитуды позволяет во многих случаях избавляться от нормировки функций.
3) Применение понятия комплексной амплитуды позволяет применять метод суперпозиции в решениях задач по переменным полям.
4) Применение понятия комплексной амплитуды позволяет во многих случаях избавляться от временной зависимости.
5) Применение понятия комплексной амплитуды позволяет применять метод суперпозиции в решениях задач по переменным полям.

2. Как представляется плоская монохроматическая волна с линейной поляризацией?
1) Электромагнитная волна называется плоской, если скорость ее распространения по всем направлениям одинакова.
2) Электромагнитная волна называется плоской, если ее фазовый фронт (поверхность постоянной фазы) является плоскостью.
3) Электромагнитная волна называется плоской, если ее поверхность постоянной фазы направлена ортогонально распространению волны.

3. Электромагнитная волна распространяется вдоль оси z. В плоскости z=0 амплитуда вектора E=700 В/м. Погонное затухание волны 0,2 дБ/м. Определить амплитуду вектора E в плоскости z= 400 м.

4. Мощность плоской электромагнитной волны уменьшается на метре пути в 20 раз. Определите коэффициент затухания волны в этой среде .

5. Амплитуда напряженности магнитного поля в волне, распространяющейся в свободном пространстве равна $\frac{1}{10\pi}$ А/м. Чему равна средняя мощность, переносимая волной через круглую площадку радиусом 1 м, расположенную перпендикулярно распространению волны ?

6. На какой угол повернется вектор напряженности электрического поля волны с круговой поляризацией, распространяющейся в свободном пространстве, при прохождении расстояния 0,1м. Частота колебаний f=1 ГГц.

7. Определите затухание волны на расстоянии равном половине длины волны в металле?
1) 8.69*p дБ;
2) p/2 Нп;
3) p дБ;
4) 8.69 Нп;
5) 4.34 дБ.

Согласована на портале № 78297

8. Пучок лазера имеет радиус поперечного сечения 2 мм. Средняя мощность излучения - 15 Вт. Определить амплитуду напряженности электрического поля в пучке, рассматривая его как плоскую волну (в пределах пучка).
   1) 100 кВ/м;
   2) 30 кВ/м;
   3) 10 кВ/м;
   4) 3 кВ/м;
   5) 100 В/м.

9. Что нужно знать для определения поля излучения?
   1) Для этого достаточно вычислить векторный потенциал.
   2) Для этого надо вычислить скалярный потенциал.
   3) Для этого достаточно знать сторонний ток.

10. Что из себя представляет поле элементарного электрического излучателя?
   1) поле излучателя имеет характер плоской волны довольно сложного строения.
   2) поле излучателя имеет характер цилиндрической волны довольно сложного строения.
   3) поле излучателя имеет характер сферической волны довольно сложного строения.

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Электромагнитные поля и волны

1. Как определяется анизотропность среды?
   1) Среда, параметры которой e, m и s-скалярны;
   2) Среда, все параметры которой e, m и s одновременно выражены в виде тензоров;
   3) Среда, хотя бы один из параметров e, m и s которой выражался в виде тензора;
   4) Среда, параметры которой e, m и s зависят от величины магнитного поля;
   5) Среда, параметры которой e, m и s зависят от пространственных координат.

2. Пучок электронов, излучаемый катодом, имеет вид цилиндра с радиусом a и обладает скоростью v0 и плотностью объёмного заряда r0. Чему равна напряженность поля внутри и вне пучка?
   1) Hвнутр=r0v0r/2, Hвне=r0v0a2/2r;
   2) Hвнутр=2pr0rv0/2e, Hвне=0;
   3) Hвнутр=4r0v02/2e, Hвне=r0v0a2/2r;
   4) Hвнутр=r0v0r/2e Hвне=r0v0a3/r2;
   5) Hвнутр=0 Hвне=r0v0a2/2r.

3. Определите поток вектора через поверхность x2 +y2 +z2=1 при R = 2м.
   1) 16p;
   2) 32p;
   3) 25p;
   4) 8p.

4. Внутри полой металлической трубы радиуса A (круглый волновод) возбуждено переменное электромагнитное поле. Записать граничные условия для магнитного поля на стенках(r=A), считая поле в металле равным нулю. h-плотность поверхностного тока.

5. В объёме V имеется заряд Q=2к и заряд Q2. Определить Q2 если известно, что поток вектора D через поверхность S, охватывающую объём V, равен 1к.
   1) Q2=-5;
   2) Q2=-3;
   3) Q2=-2;
   4) @Q2=-1;
   5) Q2=-4.

Согласована на портале № 78297

6. На границу раздела двух сред падает под углом Брюстера элек-тромагнитная волна, имеющая правую круговая поляризация. Какой будет поляризация отраженной и преломленной волны?
   1) отраженная-вертикальная; преломленная-круговая;
   2) отраженная-горизонтальная; преломленная-отсутствует;
   3) отраженная-эллиптическая; преломленная-круговая;
   4) отраженная-горизонтальная; преломленная-эллиптическая;
   5) отраженная-круговая; преломленная-вертикальная.

7. Волна с правой круговой поляризацией падает нормально из вакуума на металлическую поверхность. Какой будет поляризация отраженной волны?
   1) линейная горизонтальная;
   2) левая круговая;
   3) правая круговая;
   4) линейная вертикальная;
   5) эллиптическая.

8. В чем состоит приближенный характер граничных условий Леонтовича?
   1) Характеристическое сопротивление второй среды принимается » 0.
   2) Фазовая скорость второй среды принимается » 0.
   3) Тангенциальные составляющие E и H в обеих средах считаются » равными.
   4) Угол преломления во вторую среду принимается » 0.
   5) Угол преломления << угла падения.

9. Какие плоские электромагнитные волны называются неоднородными?
   1) распространяющиеся в неоднородных средах;
   2) амплитуда которых зависит от координат;
   3) фаза которых зависит от всех трех координат;
   4) фазовая скорость которых зависит от частоты;
   5) поверхности равных фаз и амплитуд которых не совпадают.

10. В скольких из названных случаях возникают неоднородные плоские волны ? Первой названа среда, из которой падает волна, j - угол падения в этой среде, j0 - угол полного внутреннего отражения, jБ - угол Брюстера.
    При отражении волны от границы раздела любых разных сред.
    При отражении от границы идеальный диэлектрик - вакуум при $j \geq j0$.
    При отражении от границы идеальный диэлектрик - вакуум при $j \leq j0$.
    При отражении от границы вакуум - идеальный диэлектрик при $j \geq jб$.
    При отражении от границы вакуум - поглощающая среда.
    При отражении от границы вакуум - металл.

    1) В 1 случае.
    2) В 2 случаях.
    3) В 3 случаях.
    4) В 4 случаях.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование отражения электромагнитных волн от границы раздела двух сред.

9.2. Методические рекомендации

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

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

Согласована на портале № 78297

учебным планом.

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается

Согласована на портале № 78297

доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

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

Согласована на портале № 78297

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 1 от «26» 1 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Ассистент, каф. ТОР	О.А. Жилинская	Согласовано, 7029dda8-6686-4f8c-8731-d84665df77fc
Доцент, каф. ТОР	Я.В. Крюков	Согласовано, c2550210-7b25-4114-bb78-df4c7513eecf

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ТЭО	А.В. Гураков	Разработано, 4bfa5749-993c-4879-adcf-c25c69321c91

Согласована на портале № 78297