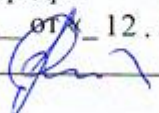



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 4 от 12.01.2022 г.
Зав. кафедрой  / Салихов Р.Б.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ
 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Электромагнитные поля и волны
(наименование дисциплины)

Обязательная часть
(указать часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений))

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»,
квалификация (степень) бакалавр
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Оптические системы и сети связи
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Бакалавр
(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)
к.ф.-м.н., доцент Шакиров Б.Г.
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / Шакиров Б.Г.
(подпись, Фамилия И.О.)


Для приема 2020 г.

Уфа 2022 г.

Составитель: Шакиров Б.Г., к.ф.-м.н., доцент кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники протокол №4 от 12.01. 2022 г.

Заведующий кафедрой



_____ / Салихов Р.Б./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. 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
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
 - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Системное и критическое мышление	ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знать основные уравнения, описывающие, электромагнитное поле и энергетические соотношения в нем; общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи ОПК-1.2. Уметь анализировать структуру электромагнитного поля плоских волн, распространяющихся в однородных средах; анализировать структуру электромагнитного поля в различных линиях передачи, включая полевые и диэлектрические волноводы, а также волоконные световоды; проводить расчеты избирательных свойств объемных резонаторов ОПК-1.3. Владеть навыками практической работы с современными универсальными пакетами прикладных компьютерных программ для изучения структуры электромагнитных полей	Знать классическую теорию описания; параметры и характеристики электромагнитной волны в волноводах различного типа. Уметь анализировать структуру плоских электромагнитных волн, распространяющихся в однородных средах и волноводах; выполнить расчеты параметров объемных резонаторов. Владеть навыками практической работы с стандартными программными продуктами для анализа электромагнитных полей
	ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальн	ОПК-2.1. Знать метрологические принципы и владеть навыками инструментальных	Знать методы практических исследований параметров и электромагнитных

	<p>ые исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>измерений характеристик электромагнит-ных полей, используемых в области инфокомму-никационных технологий и систем связи</p> <p>ОПК-2.2.</p> <p>Уметь проводить расчеты основных характеристик электромагнитных полей и волн при проектировании сетей, в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ с использованием современных подходов и методов</p> <p>ОПК-2.3.</p> <p>Владеть навыками работы с контрольно-измерительными приборами в соответствии требованиям технических регламентов.</p>	<p>полей и волн, используемых в области инфокомму-никационных технологий и систем связи.</p> <p>Уметь проводить расчеты систем связи использованием электромагнитных полей и волн; рассчитать в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов волноводных линий связи.</p> <p>Владеть навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой в соответствии требованиям технических регламентов.</p>
--	---	--	---

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электромагнитные поля и волны» относится к обязательной части и входит в раздел «Б1.О.32» ФГОС по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии системы связи».

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре на очной форме обучения и на 4 курсе в 7 и 8 семестрах на заочной форме обучения.

Цель изучения дисциплины: формирование современных представлений об основах теории электромагнитного поля, формирование знаний и навыков расчета электромагнитного поля в различных средах и параметров распространяющихся волн, изучение методов анализа и расчета параметров линий передачи и резонаторов СВЧ.

Данная дисциплина является первой, в которой студенты изучают вопросы практического применения теории электромагнитного поля. Она находится на стыке дисциплин, обеспечивающих базовую и специальную подготовку студентов. Изучая эту дисциплину, студенты впервые знакомятся со структурой электромагнитного поля, возникающего в различных средах и направляющих системах. Приобретенные студентами знания и навыки необходимы как для квалифицированной эксплуатации телекоммуникационной аппаратуры, так и для разработки широкого класса устройств, связанных с передачей и приемом сигналов.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты получают знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и являющиеся фундаментом для изучения ряда последующих

специальных дисциплин и практической работы специалистов в области оптической связи.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. 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

Код и формулировка компетенции:

ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Экзамен

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-1.1. Знать теоретические и практические способы исследования электромагнитных полей и волн для измерения их параметров	Знать методы и средства экспериментального исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Не знает методов и средств эксперимента исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Имеет частичные и отрывочные знания методов и средств эксперимента исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Достаточно хорошо знает методов и средств эксперимента исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Знает методов и средств экспериментального исследования электромагнитных полей и измерения их параметров
ОПК-1.2. Уметь проводить для измерения их параметров	Уметь проводить экспериментальные исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Не умеет проводить экспериментальные исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Не уверенно проводит экспериментальные исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Достаточно уверенно проводит экспериментальные исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Уверенно проводит экспериментальные исследования электромагнитных полей и измерения их параметров
ОПК-1.3. Владеть навыками выполнения	Владеть навыками выполнения экспериментов и	Не владеет навыками выполнения экспериментов	Не уверенно владеет навыками выполнения	Достаточно уверенно владеет навыками	Владеет навыками выполнения экспериментов

теоретического и практического исследования электромагнитных полей и волн экспериментов для измерений их параметров по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств.	измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств	и измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств	экспериментов и измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств	выполнения экспериментов и измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств	в и измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств
---	--	--	--	---	--

ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-2.1. Знать способы прорабатывания научно-технической информации, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Знать методы и средства изучения научно-технической информации, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Не знает методов и средств изучения научно-технической информации, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Имеет частичные и отрывочные знания методов и средств изучения научно-технической информации, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Достаточно уверенно знает методов и средств изучения научно-технической информации, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Уверенно знает методов и средств изучения научно-технической информации, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей
ОПК-2.2. Уметь прорабатывать научно-техническую информацию, отечественный	Уметь изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по	Не умеет изучать научно-техническую информацию, отечественный и	Не уверенно изучает научно-техническую информацию, отечественный и	Достаточно уверенно изучает научно-техническую информацию, отечественный и	Уверенно проводит изучает научно-техническую информацию

и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	исследованию электромагнитных полей	зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	й и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	ю, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей
ОПК-2.3. Владеть навыками проработки научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Владеть навыками изучения научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Не владеет навыками изучения научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Не уверенно владеет навыками изучения научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Достаточно уверенно владеет навыками изучения научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Владеет навыками изучения научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию фотоприемных электромагнитных полей ей

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Код и/или наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-1	ОПК-1.1.	Письменный

Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	Знать основные уравнения, описывающие, электромагнитное поле и энергетические соотношения в нем; общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи	опрос, экзамен
	ОПК-1.2. Уметь анализировать структуру электромагнитного поля плоских волн, распространяющихся в однородных средах; анализировать структуру электромагнитного поля в различных линиях передачи, включая полые и диэлектрические волноводы, а также волоконные световоды; проводить расчеты избирательных свойств объемных резонаторов	
	ОПК-1.3. Владеть навыками анализа структуры электромагнитного поля плоских волн, распространяющихся в однородных средах и в различных линиях передачи, включая полые и диэлектрические волноводы, а также волоконные световоды	
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знать особенности структуры электромагнитного поля и волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объёмных резонаторах	Письменный опрос, экзамен
	ОПК-2.2. Уметь проводить расчеты основных характеристик электромагнитных полей и волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объёмных резонаторах	
	ОПК-2.3. Владеть навыками выполнения расчетов избирательных свойств объемных резонаторов	

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении №2.

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, взятых из соответствующих модулей рабочей программы.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Векторы электромагнитного поля.
2. Классификация сред.
3. Уравнение Максвелла.
4. Физическое содержание уравнений Максвелла.
5. Классификация электромагнитных полей
6. Граничные условия для электромагнитного поля.
7. Уравнение баланса энергии (мощности). Вектор Пойтинга.
8. Волновые уравнения монохроматического поля
9. Электродинамические потенциалы. Общий случай.
10. Плоские электромагнитные волны.
11. Основные свойства электромагнитной волны.
12. Затухание электромагнитной волны. Коэффициент затухания и фазовый коэффициент.
13. Мгновенные значения полей в среде с потерями. График проекции полей, фазовая скорость и длина волны.
14. Глубина проникновения электромагнитной волны в среду с потерями.
15. Электромагнитная волна в диэлектриках.
16. Электромагнитная волна в проводниках.
17. Поляризация электромагнитной волны: Плоская электромагнитная волна.
18. Поляризация электромагнитной волны: Общий случай.
- 19*. Волновые явления у границы раздела двух сред: Случай нормальной поляризации.
- 20*. Волновые явления у границы раздела двух сред: Случай параллельной поляризации.
- 21*. Волновые явления из границы раздела двух сред. Частный случай: когда вторая среда является поглощающей ($\sigma \neq 0$)
- 22*. Волновые явления из границы раздела двух сред. Частный случай: полное отражение падающей волны.
- 23*. Волновые явления из границы раздела двух сред. Частный случай: падение волны под углом φ на границу диэлектриков без потерь.
24. Излучатели электромагнитных волн. Элементарный электрический излучатель.
25. Излучатели электромагнитных волн. Ближняя зона.
26. Излучатели электромагнитных волн. Дальняя зона.
27. Излучатели электромагнитных волн. Элементарный магнитный излучатель.
28. Направляемые волны и направляющие системы. Типы линии передач.
29. Уравнение для амплитуд монохроматич. поля в среде без потерь. Поперечное волновое число.
30. Решение векторно-дифференциальных уравнений для амплитуд монохроматического поля. Соотношение связи.
31. Структура направляемых волн. Классификация направляемых волн.
32. Параметры направляемых волн в линиях передачи.

33. Свойства направленных волн: дисперсия и условия распространения .
34. Свойства направленных волн: концепция парциальных волн.
35. Направляемые волны в прямоугольном металлическом волноводе. E -волна в прямоугольном волноводе.
36. Направляемые волны в прямоугольном металлическом волноводе. H - волна в прямоугольном волноводе.
37. Основная волна прямоугольного волновода. Одноволновый режим.
38. Структура основной волны в прямоугольном волноводе.
39. Ослабление волны при распространении в волноводе.
40. Выбор размеров поперечного сечения волновода.
41. Направляемые волны в круглом металлическом волноводе. E -волна в круглом волноводе.
42. Направляемые волны в круглом металлическом волноводе. H -волна в круглом волноводе.
43. Структура и коэффициент ослабления основной волны в круглом волноводе.
44. Линии передачи с T -волной: параметры T -волны
45. Линии передачи с T -волной: коаксиальный волновод.
46. Структура поля T - волны в коаксиальном волноводе. Ток и напряжение волновода.
47. Симметричная двухпроводная линия передачи. Четырехпроводные фидеры.
48. Полосковые линии передачи.
49. Плоский диэлектрический волновод. Четные и нечетные электрические волны.
50. Свойства четных электрических волн.
51. Круглый диэлектрический волновод. Продольные и поперечные составляющие полей.
52. Решение системы уравнений для составляющих полей круглого диэлектрического волновода. Симметричные и несимметричные волны.
53. Нормированная частота. Высшие типы волн круглого диэлектрического волновода.
54. Объемные резонаторы. Свободные гармонические колебания в объемных резонаторах. Собственные колебания объемных резонаторов.
55. Объемный резонатор, образованный отрезком прямоугольного волновода.

Образец экзаменационного билета приведен в приложении №3.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном вопросы билета, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Ответы на вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент

не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Критерии оценки для заочной форме обучения:

- **отлично** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

- **хорошо** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном вопросы билета, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **удовлетворительно** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Ответы на вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **неудовлетворительно** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Пример листа письменного опроса по дисциплине «Электромагнитные поля и волны»:

Лист № ____ . Группа ____ . Фамилия И.О. ____ . Дата ____

№	Вопросы	балл	Ответы
1	Как определяется вектор электромагнитного поля E ? Какая размерность этой величины?		
2	Какие электромагнитные явления называются квазистационарными? Записать уравнения.		
3	Уравнения какого вида называются однородными уравнениями Гельмгольца?		
4	Представьте графически электромагнитную волну для $\omega t = const$ в среде без потерь.		
5	Как выражается ослабление ЭМВ в децибелах?		

Критерии оценки (в баллах):

- **10-15 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей,

терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении контрольных заданий.

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на вопросы допущены небольшие неточности и несущественные ошибки.

- **1-4 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Теоретические вопросы в целом изложены недостаточно и имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

Критерии оценки для заочной форме обучения:

- **отлично** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении контрольных заданий.

- **хорошо** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на вопросы допущены небольшие неточности и несущественные ошибки.

- **удовлетворительно** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Теоретические вопросы в целом изложены недостаточно и имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **неудовлетворительно** выставляется студенту, если нет правильных ответов на все вопросы.

Задания для контрольной работы

Описание контрольной работы:

Контрольные задания представляют собой расчет параметров электромагнитной волны в линиях передачи. Каждый студент выполняет задание по одному из вариантов в соответствии номеру зачетной книжки.

Пример контрольного задания:

В полой трубе с прямоугольным (круглым) поперечным сечением и с идеально проводящими стенками возбуждено монохроматическое электромагнитное поле. Труба заполнена однородной изотропной средой без потерь, диэлектрическая и магнитная проницаемости которой равны ϵ и μ соответственно. Известны комплексные амплитуды двух составляющих векторов поля.

Требуется:

- 1) определить комплексные амплитуды всех остальных составляющих векторов поля;
- 2) определить диапазон частот, в котором рассматриваемое поле - бегущая волна;
- 3) записать выражения для мгновенных значений всех составляющих векторов поля для случая, когда $f=f_0$;
- 4) рассчитать и построить графики зависимости мгновенных значений всех составляющих полей от продольной координаты z (при $x=y=a/8$ в прямоугольной трубе и $r=a/2$, $\varphi = 0^\circ$ в круглой трубе) в два момента времени $t=0$ и $t=T/4$ в интервале $0 \leq z \leq 2/\Lambda$, где

$$\Lambda = \lambda / \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2};$$

- 5) проверить выполнение граничных условий на боковых стенках $y=0$, $y=b$, $x=0$, $x=a$ трубы с прямоугольным поперечным сечением либо на боковой стенке $r=R$ трубы с круглым поперечным сечением для касательной составляющей вектора E и нормальной составляющей вектора H ;

- 6) определить максимальные значения плотности продольного (поперечного) поверхностного тока на стенках трубы;
- 7) вычислить средний за период поток энергии через поперечное сечение трубы;
- 8) определить фазовую скорость и скорость распространения энергии волны $v_s = v^2$; построить графики зависимостей и от частоты;
- 9) нарисовать структуру векторных линий полей и токов на стенках трубы (волновода).

Критерии оценки (в баллах):

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов

**15
балла**

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков

**10
баллов**

Нет правильного ответа

**0
баллов**

Критерии оценки для заочной форме обучения:

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов, возможно в решении имеются один или несколько недостатков

зачет

Нет правильного ответа

**не-
зачет**

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика. – М.: Радио и Связь, 2000, -535 с. (38 экз.)
2. Замотринский В.А., Соколова Ж.М., Падусова Е.В., Шангина Л.И. Электромагнитные поля и волны : учебное пособие - Томск: ТУСУР, 2012. - 184 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480475>

Дополнительная литература:

3. Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника [Электронный ресурс] : учебник — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 704 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация в библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из	https://elib.bashedu.ru/
---	--	---	--	--	---

		включает издания преподавателей БашГУ		любой точки сети Интернет	
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	http://www.biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	http://e.lanbook.com/

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практики в соответствии с учебным планом	Наименование учебных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения (позволяющего проводить компьютерное тестирование, онлайн-курсы). Реквизиты подтверждающего документа
	2	3	4	5
1	Электромагнитные поля и волны	<p>1. Учебные аудитории для проведения учебных занятий: Аудитория №415</p> <p>2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации: Читальный зал №2</p>	<p>Аудитория №415 Оборудование: доска, учебная мебель, проектор</p> <p>Читальный зал №2 Оборудование: научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50, ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество посадочных мест – 8</p>	<p>Лицензионное программное обеспечение:</p> <p>1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия- OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г.. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.</p> <p>Лицензионное программное обеспечение, позволяющее проводить компьютерное тестирование:</p> <p>1. Moodle «Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle - <http://www.gnu.org/licenses/gpl.htm> Перевод лицензии для системы Moodle http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf»</p>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Электромагнитные поля и волны
 (наименование дисциплины)
очная
 (форма обучения)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	73,7
лекций	36
практических/ семинарских	36
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	52,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	54

Форма(ы) контроля: экзамен_5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/ СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Модуль 1: Уравнения электромагнитного поля. Волновые уравнения. Плоские волны. Электромагнитные волны в средах. Излучатели электромагнитных волн							
1	Векторы электромагнитного поля. Классификация сред. Уравнения Максвелла. Классификация электромагнитных полей. Уравнение баланса энергии (мощности). Вектор Пойтинга.	8	8		12	[1]: 1.2.(1-3), 1.3.1, 1.5.(1-2), 1.6.2, 1.8.(1-2); [2]: 1.1-1.2; [3]: 1.1-1.2, 1.6	[1]: 1.2.(1-3), 1.3.1, 1.5.(1-2), 1.6.2, 1.8.(1-2); [2]: 1.1-1.2; [3]: 1.1-1.2, 1.6	Проверка при проведении семинарских занятий.
2	Плоские электромагнитные волны. Основные свойства электромагнитной волны. Мгновенные значения полей в среде с потерями, фазовая скорость и длина волны. Глубина проникновения электромагнитной волны в среду с потерями. Электромагнитная волна в диэлектриках и в проводниках.	4	8			[1]: 6.1; [2]: 1.1-4.2; [3]: 3.1	[1]: 6.1; [2]: 1.1-4.2; [3]: 3.1	
3	Поляризация электромагнитной волны. Волновые явления у границы раздела двух сред.				10		[3]: 3.2	Текущий контроль
4	Излучатели электромагнитных волн.					[1]: 5.2-5.7;	[1]: 5.2-5.7;	Письменная

	Элементарный электрический излучатель. Ближняя зона. Дальняя зона. Элементарный магнитный излучатель.	4				[2]: 5.1; [3]: 6.1	[2]: 5.1; [3]: 6.1	контрольная работа
	Модуль 2: Общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи энергии. Направляемые волны в линиях передач. Объемные резонаторы.							
5	Направляемые волны и направляющие системы. Типы линии передач. Структура, классификация и параметры направляемых волн в линиях передачи. Свойства направленных волн.	4	8			[1]: 9.1-9.5; [2]: 1.9-1.15; [3]: 1.9-1.15	[1]: 9.1-9.5; [2]: 1.9-1.15; [3]: 1.9-1.15	
6	Направляемые волны в прямоугольном металлическом волноводе. Основная волна. Одноволновый режим. Структура основной волны. Выбор размеров волновода. Направляемые волны в круглом металлическом волноводе.	4	4		12	[1]: 10.1-10.2; [2]: 6.1; [3]: 8.1-8.4	[1]: 10.1-10.2; [2]: 6.1; [3]: 8.1-8.4	Проверка при проведении семинарских занятий, письменная контрольная работа
7	Линии передачи с T -волной, параметры T -волны. Коаксиальный волновод. Полосковые линии передачи. Плоский диэлектрический волновод. Круглый диэлектрический волновод. Волоконные световоды.	6	4			[1]: 10.4-10.6; [3]: 10.2-10.4	[1]: 10.4-10.6; [3]: 10.2-10.4	
8	Объемные резонаторы. Собственные колебания объёмных резонаторов. Резонансная частота и добротность объёмных резонаторов..	6	4		11	[1]: 11.1; [3]: 12.1-12.3	[1]: 11.1; [3]: 12.1-12.3	Контрольная работа
	Всего часов:	36	36		45			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Электромагнитные поля и волны
(наименование дисциплины)
заочная
(форма обучения)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	4 зимняя <u>сессия</u> 4 летняя <u>сессия</u>
практических/ семинарских	6 зимняя <u>сессия</u> 6 летняя <u>сессия</u>
лабораторных	--
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7 летняя <u>сессия</u>
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	62 зимняя <u>сессия</u> 87,3 летняя <u>сессия</u>
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9 летняя <u>сессия</u>

Форма(ы) контроля:
экзамен_4 курс (8 семестр).

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/ СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2 сессия								
1	Векторы электромагнитного поля. Классификация сред. Уравнения Максвелла. Классификация электромагнитных полей. Уравнение баланса энергии (мощности). Вектор Пойтинга.	1		3	20	[1]: 1.2.(1-3), 1.3.1, 1.5.(1-2), 1.6.2, 1.8.(1-2); [2]: 1.1-1.2; [3]: 1.1-1.2, 1.6	[1]: 1.2.(1-3), 1.3.1, 1.5.(1-2), 1.6.2, 1.8.(1-2); [2]: 1.1-1.2; [3]: 1.1-1.2, 1.6	Семинарские занятия
2	Плоские электромагнитные волны. Основные свойства электромагнитной волны. Электромагнитная волна в диэлектриках и в проводниках.	2		3	12	[1]: 6.1; [2]: 1.1-4.2; [3]: 3.1	[1]: 6.1; [2]: 1.1-4.2; [3]: 3.1	Семинарские занятия
3	Поляризация электромагнитной волны. Волновые явления у границы раздела двух сред.				16		[3]: 3.2	Семинарские занятия
4	Излучатели электромагнитных волн. Элементарный электрический излучатель. Ближняя зона. Дальняя зона. Элементарный магнитный излучатель.	1			14	[1]: 5.2-5.7; [2]: 5.1; [3]: 6.1	[1]: 5.2-5.7; [2]: 5.1; [3]: 6.1	Семинарские занятия
	Всего часов:	4		6	62			
3 сессия								

5	Направляемые волны и направляющие системы. Типы линии передач. Структура, классификация и параметры направляемых волн в линиях передачи. Свойства направленных волн.	1	8		20	[1]: 9.1-9.5; [2]: 1.9-1.15; [3]: 1.9-1.15	[1]: 9.1-9.5; [2]: 1.9-1.15; [3]: 1.9-1.15	Семинарские занятия
6	Направляемые волны в прямоугольном металлическом волноводе. Основная волна. Одноволновый режим. Структура основной волны. Выбор размеров волновода. Направляемые волны в круглом металлическом волноводе.	2	4		28	[1]: 10.1-10.2; [2]: 6.1; [3]: 8.1-8.4	[1]: 10.1-10.2; [2]: 6.1; [3]: 8.1-8.4	Семинарские занятия
7	Линии передачи с T -волной, параметры T -волны. Коаксиальный волновод. Полосковые линии передачи. Плоский диэлектрический волновод. Круглый диэлектрический волновод. Волоконные световоды.	2	4		28	[1]: 10.4-10.6; [3]: 10.2-10.4	[1]: 10.4-10.6; [3]: 10.2-10.4	Семинарские занятия
8	Объемные резонаторы. Собственные колебания объёмных резонаторов. Резонансная частота и добротность объёмных резонаторов..	1	4		23	[1]: 11.1; [3]: 12.1-12.3	[1]: 11.1; [3]: 12.1-12.3	Семинарские занятия
Всего часов:		4	6		89			

Рейтинг-план дисциплины

Электромагнитные поля и волны

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Курс 3, семестр 5, 2018/2019 г.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за время освоения модуля	Баллы за время освоения модуля	
			Минимальный	Максимальный
Модуль I Основные уравнения электромагнитного поля. Энергия и мощность электромагнитного поля.				
Текущий контроль				
1. Аудиторная работа (на семинарских занятиях)	3	5	0	15
2. Контрольная работа	5	1	0	5
Рубежный контроль				
1. Письменный опрос	15	1	0	15
Всего баллов за модуль			0	35
Модуль II Плоские волны в однородной среде. Общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи энергии.				
Текущий контроль				
1. Аудиторная работа (на семинарских занятиях)	3	5	0	15
2. Контрольная работа	5	1	0	5
Рубежный контроль				
1. Письменный опрос	15	1	0	15
Всего баллов за модуль			0	35
Поощрительные баллы				
1. Участие в конференциях	10	1	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Непосещение лекционных занятий			0	-6
2. Непосещение практических занятий			0	-10
Итоговый контроль				
1. Экзамен				30

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»


ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Электромагнитные поля и волны
Направление 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
Профиль Оптические системы и сети связи

1. Уравнение Максвелла. Физическое содержание уравнений Максвелла.
2. Элементарный электрический излучатель. Ближняя зона. Дальняя зона.

Заведующий кафедрой

 / Салихов Р.Б./

