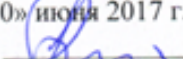



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
протокол от «20» июня 2017 г. №7  
Зав. кафедрой  / Салихов Р.Б.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ  
 / Балапанов М.Х.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Электромагнитные поля и волны  
(наименование дисциплины)

Б1.В.1.04, вариативная часть  
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

#### 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 2015 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: к.ф.-м.н., доцент Шакиров Б.Г.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники протокол от от «20» июня 2017 г. №7

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и нанoeлектроники, протокол № 7 от «05» июня 2018 г.

Заведующий кафедрой  / Салихов Р.Б./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Салихов Р.Б. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
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	5
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	9
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	10
1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	13
2. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13

**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:

ОПК-6 - способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;

ПК-16 - готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

ПК-17- способностью применять современные теоретические и экспериментальные исследования с целью создания перспективных средств электросвязи и информатики.

Таблица 1.

Результаты обучения		Формируемая компетенция	Примечание
Знания	1. Знать основные уравнения, описывающие, электромагнитное поле и энергетические соотношения в нем; общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи	ПК-16	
	2. Знать особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объёмных резонаторах	ПК-16	
	3. Знать метрологические принципы и владеет навыками инструментальных измерений характеристик электромагнитных полей, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	ОПК-6	
Умения	1. 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 объёмных резонаторов	ПК-17	
	2. Уметь проводить расчеты основных характеристик электромагнитных полей и волн при проектировании сетей, сооружений и средств связи, 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	ПК-17	
	3. Уметь проводить анализ физических	ПК-17	

	процессов, происходящих в различных направляющих системах, устройствах сверхвысоких частот, в однородных и неоднородных средах, понимать сущность электромагнитной совместимости		
Владение (навыки/опыт деятельности)	1. Владеть навыками практической работы с современными универсальными пакетами прикладных компьютерных программ; навыками практической работы с лабораторными макетами для изучения структуры электромагнитных полей	ОПК-6	
	2. Владеть навыками практической работы с современной измерительной аппаратурой	ОПК-6	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электромагнитные поля и волны» относится к *вариативной* части.

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

Цель изучения дисциплины является изучение студентами основ 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-6 - способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи

Экзамен:

Этап (уровень)	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения
----------------	------------------------	--

освоения компетенции	обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)				
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (знание)	Знать методы и средства экспериментального исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Не знает методов и средств экспериментального исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Имеет частичные и отрывочные знания методов и средств экспериментального исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Достаточно хорошо знает методов и средств экспериментального исследования электромагнитных полей и измерения их параметров	Знает методов и средств экспериментального исследования электромагнитных полей и измерения их параметров
Второй этап (умение)	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
Третий этап (навыки)	Владеть навыками выполнения экспериментов и измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств.	Не владеет навыками выполнения экспериментов и измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств	Не уверенно владеет навыками выполнения экспериментов и измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств	Достаточно уверенно владеет навыками выполнения экспериментов и измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств	Владеет навыками выполнения экспериментов и измерений параметров электромагнитных полей по заданной методике и обработке результатов с применением современных технических средств

ПК-16 - готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования

Экзамен:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

	освоения компетенций)				
Первый этап (знание)	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
Второй этап (умение)	Уметь изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Не умеет изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Не уверенно изучает научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Достаточно уверенно изучает научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Уверенно проводит изучает научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей
Третий этап (навыки)	Владеть навыками изучения научно-технической информацией, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Не владеет навыками изучения научно-технической информацией, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Не уверенно владеет навыками изучения научно-технической информацией, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Достаточно уверенно владеет навыками изучения научно-технической информацией, отечественный и зарубежный опыт по исследованию электромагнитных полей	Владеет навыками изучения научно-технической информацией, отечественный и зарубежный опыт по исследованию фотоприемных электромагнитных полей ей

ПК-17- способностью применять современные теоретические и экспериментальные исследования с целью создания перспективных средств электросвязи и информатики

Экзамен:

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

	заданного уровня освоения компетенций)				
Первый этап (знание)	Знать основные уравнения электромагнитного поля методы и уравнения плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи	Не знает основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи	Имеет частичные и отрывочные знания основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи	Достаточно хорошо знает основные уравнения электромагнитного поля методы и уравнения плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи ;	Уверенно знает основные уравнения электромагнитного поля методы и уравнения плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи
Второй этап (умение)	Уметь проводить анализ основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи	Не умеет проводить анализ основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи	Не уверенно проводит анализ основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи	Достаточно хорошо проводит анализ основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи	Умеет проводить анализ основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применение этих уравнений для расчетов систем связи
Третий этап (навыки)	Владеть навыками выполнения анализа основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применения этих уравнений для расчетов систем связи	Не владеет навыками выполнения анализа основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применения этих уравнений для расчетов систем связи	Не уверенно владеет навыками анализа основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применения этих уравнений для расчетов систем связи	Достаточно хорошо владеет навыками анализа основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применения этих уравнений для расчетов систем связи	Владеет навыками выполнения анализа основных уравнений электромагнитного поля методы и уравнений плоской волны и применения этих уравнений для расчетов систем связи

### 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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основные уравнения, описывающие, электромагнитное поле и энергетические соотношения в нем; общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи	ОПК-6	Письменный опрос; текущие контрольные работы; экзамен
	Знать особенности структуры электромагнитного поля и волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объёмных резонаторах	ПК-17	
2-й этап Умения	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 объёмных резонаторов	ПК-17	Письменный опрос; текущие контрольные работы; экзамен
	Уметь проводить расчеты основных характеристик электромагнитных полей и волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объёмных резонаторах	ОПК-6	
3-й этап Владеть навыками	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;	ПК-17	Письменный опрос; текущие контрольные работы; экзамен
	Владеть навыками выполнения расчетов избирательных свойств объёмных резонаторов	ПК-16	

### 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  $\varphi$  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  $\epsilon$  и  $\mu$  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  $v_z = v^2$ ; 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	<b>15 балла</b>
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков	<b>10 баллов</b>
Нет правильного ответа	<b>0 баллов</b>

**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	<b>зачет</b>
Нет правильного ответа	<b>не-зачет</b>

**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	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
---	--	---	--	--	---

		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	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
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	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

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

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория: аудитории № № 323 или № 324 или № 415 (физмат корпус)	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска и т.д. Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитории № 322 или № 324 или № 318 или № 415 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, учебники, конспекты лекций, калькуляторы

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:	
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	45
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	61,8

Форма(ы) контроля:  
 экзамен\_7 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)	Задани я по самостояте льной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/ СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>Модуль 1:</b> 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
	<b>Модуль 2:</b> 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 объемных резонаторов. Резонансная частота и добротность объемных резонаторов..		6	4		11	[1]: 11.1; [3]: 12.1-12.3	[1]: 11.1; [3]: 12.1-12.3	Контрольная работа
<b>Всего часов:</b>		117	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)

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	4 <u>2 сессия</u> 4 <u>3 сессия</u>
практических/ семинарских	6 <u>2 сессия</u> 6 <u>3 сессия</u>
лабораторных	--
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7 <u>3 сессия</u>
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	62 <u>2 сессия</u> 89 <u>3 сессия</u>
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	7,8 <u>3 сессия</u>

Форма(ы) контроля:  
экзамен\_3 сессия.

№ 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)	Задани я по самостояте льной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/ СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>2 сессия</b>									
1	Векторы электромагнитного поля. Классификация сред. Уравнения Максвелла. Классификация электромагнитных полей. Уравнение баланса энергии (мощности). Вектор Пойтинга.	24	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.	17	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				16		[3]: 3.2	Семинарские занятия
4	Излучатели электромагнитных волн. Элементарный электрический излучатель. Ближняя зона. Дальняя зона. Элементарный магнитный излучатель.	15	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
	<b>Всего часов:</b>	72	4		6	62			
<b>3 сессия</b>									
5	Направляемые волны и направляющие системы. Типы линии передач.	29	1	8		20	[1]: 9.1-9.5; [2]: 1.9-1.15;	[1]: 9.1-9.5; [2]: 1.9-	Семинарские занятия

	Структура, классификация и параметры направляемых волн в линиях передачи. Свойства направленных волн.						[3]: 1.9-1.15	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.	34	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.	34	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..	28	1	4		23	[1]: 11.1; [3]: 12.1-12.3	[1]: 11.1; [3]: 12.1-12.3	Семинарские занятия
<b>Всего часов:</b>		99	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

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


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «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. Векторные величины электромагнитного поля.
2. Направляемые волны и направляющие системы.

Заведующий кафедрой

 / Салихов Р.Б. /