

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н. Хрусталеv В. А.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем

Образовательная программа: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи ,
магистерская программа: Методы обработки информации в телекоммуникационных системах

Курс: 1, семестр : 1

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	52
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	14
10	Самостоятельная работа, час.	128
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №1403 от 30.10.2014 г. , дата утверждения: 28.11.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

КТРС, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Лайко К. А.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Синельников А. В.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталеv В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.5 готовность учитывать при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
32. знать основные понятия электромагнитной совместимости
34. знать методы построения математических моделей электромагнитных процессов
у4. уметь рассчитывать основных типов электродинамических систем
Компетенция ФГОС: ПК.8 готовность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТ и СС; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
32. знать механизмы возникновения взаимного влияния телекоммуникационных систем и устройств

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем</i>	
ОПК.5.32 знать основные понятия электромагнитной совместимости	
1. знать основные понятия электромагнитной совместимости	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.5.34 знать методы построения математических моделей электромагнитных процессов	
2. знать методы построения математических моделей электромагнитных процессов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.5.у4 уметь рассчитывать основных типов электродинамических систем	
3. уметь рассчитывать основных типов электродинамических систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.8.32 знать механизмы возникновения взаимного влияния телекоммуникационных систем и устройств	
4. методики учета взаимного влияния телекоммуникационных систем и устройств	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Электромагнитная совместимость и непреднамеренные электромагнитные помехи. Основные определения, положения, математические модели				

1. Электромагнитная обстановка в совокупности средств	0	2	1, 2	Причины возникновения проблемы ЭМС. Основные термины и определения. Источники и рецепторы электромагнитных помех. Математическое описание основных видов помех и их статистические характеристики. Нормативно-техническая документация и стандарты в области ЭМС
2. ЭМС блоков, устройств и систем РЭС	0	2	1, 2, 3	Представление помех на уровне источников . Нормируемые параметры основного, внеполосного и побочного излучений . Источники промышленных помех. Представление антенн и каналов распространения в задачах ЭМС. Требования к антеннам по параметрам ЭМС. Описание рецепторов помех
Дидактическая единица: Принципы обеспечения электромагнитной совместимости				
3. Принципы обеспечения электромагнитной совместимости	0	2	1, 2, 4	Организационно-технические методы обеспечения ЭМС. Радиочастотный ресурс. Энергетические оценки некоторых параметров систем связи. Обеспечение ЭМС в системах подвижной радиосвязи. Международное регулирование использования радиочастот. Обеспечение ЭМС на различных стадиях создания и эксплуатации РЭС.
Дидактическая единица: ЭМС наземных и космических радиотехнических систем				
4. ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой	0	2	2, 3	космических радиослужб. Земные и космические станции радиосвязи. Глобальные космические системы радиосвязи. Проблемы ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой. ЭМС спутниковых систем связи. Расчет космической линии
5. Методы обеспечения ЭМС при проектировании радиорелейных линий и земных станций спутниковых систем связи	0	2	1, 2, 3, 4	Оценка электромагнитной обстановки. Определение пространственного разнеса ЗС и РРС

6. Методы обеспечения ЭМС при проектировании ЦРРЛС и РЛС	0	4	1, 2, 4	Учет влияния межсистемных МС. Методика анализа межсистемной ЭМС ЦРРЛ и РЛС или другими СРС. Методы расчета потерь распространения МС
Дидактическая единица: Внутриаппаратурная ЭМС				
7. Элементная база РЭС с учетом ЭМС	0	2	2, 3	Пассивные электрорадиоизделия и их поведение на высоких частотах. Активные радиоэлементы. Рекомендации по выбору пассивных и активных ЭРИ с учетом ЭМС. Помехи в линиях связи. Модели линий связи. Искажения сигнала в линиях связи. Длинная линия с нелинейной нагрузкой. Вопросы согласования линий связи. Индуцированные помехи в линиях связи. Методы уменьшения перекрестных помех. Рекомендации по конструированию линий связи
8. Экранирование и фильтрация помех	0	2	2, 3	Основные характеристики экранирования. Экранирование электромагнитного поля. Экранирование магнитного и электрического полей в ближней зоне. Анализ эффективности электромагнитного экранирования. Конструктивное исполнение экранирования. Фильтрация помех. Эффективность фильтрации. 5.4. Фильтрация помех

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Электромагнитная совместимость и непреднамеренные электромагнитные помехи. Основные определения, положения, математические модели				
1. ЭМС блоков, устройств и систем РЭС	0	2	1, 2, 3	Параметры основного, внеполосного и побочного излучений. Индустриальные помехи. Представление антенн и каналов распространения в задачах ЭМС. Рецепторы помех
Дидактическая единица: Принципы обеспечения электромагнитной совместимости				

2. Принципы обеспечения электромагнитной совместимости	2	2	1, 2, 4	Радиочастотный ресурс. Энергетические оценки параметров систем связи. Обеспечение ЭМС в системах подвижной радиосвязи. Международное регулирование использования радиочастот. Обеспечение ЭМС на различных стадиях создания и эксплуатации РЭС.
Дидактическая единица: ЭМС наземных и космических радиотехнических систем				
3. ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой	0	2	1, 3	ЭМС наземных и космических радиослужб. ЭМС спутниковых систем связи Расчет космической линии радиосвязи
4. Методы обеспечения ЭМС при проектировании ЦРРЛС и РЛС	6	8	1, 2, 3, 4	Учет влияния межсистемных МС. Анализ межсистемной ЭМС ЦРРЛ и РЛС или другими СРС. Методы расчета
Дидактическая единица: Внутриаппаратурная ЭМС				
5. Внутриаппаратурная ЭМС	0	4	2, 3	Электрорадиоизделия и их поведение на высоких частотах. Активные радиоэлементы. Рекомендации по выбору пассивных и активных ЭРИ с учетом ЭМС 5.2. Помехи в одиночных линиях связи Модели линий связи . Искажения сигнала в линиях связи. Согласование линий связи. Индуцированные помехи в линиях связи. Методы уменьшения перекрестных помех. Экранирование . Анализ эффективности электромагнитного экранирования . Конструктивное исполнение экранирования. Фильтрация помех. Помехоподавляющие элементы. Фильтрация цепей питания. Заземление. Принципы построения системы заземления Схемы заземления. Особенности схем "заземления" на подвижных объектах

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Внутриаппаратурная ЭМС				

1. Методы и средства измерения характеристик ЭМС	0	49	1, 2, 3, 4	Экспериментальные методы исследования характеристик ЭМС . Технические задачи радиоконтроля. Измерение напряженности поля и плотности потока мощности. Радиоприемные устройства средств радиоконтроля. Антенные системы. Технические характеристики измерительно–пеленгационных комплексов 7. Многофункциональные комплексы автоматизированного радиоконтроля
--	---	----	------------	--

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	1, 2, 3	30	6
Выполнение и защита РГЗ, подробная информация приведена в приложении №3 : Техническая электродинамика. Антенны, распространение радиоволн : учебно-методическое пособие / [Ю. О. Филимонова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 49, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233805 Проблемы электромагнитной совместимости устройств электроники : методические указания для магистрантов по направлениям 15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств ; 27.04.04 - Управление в технических системах / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Мятёж, М. Е. Вильбергер]. - Новосибирск, 2014. - 20, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000212871				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	29	6
Подготовка к лекциям, практике: Техническая электродинамика : методические указания к лабораторным работам для 3 курса дневного и 4 курса заочного отделений факультета радиотехники и электроники (направление 11.03.03) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: К. А. Лайко, Б. И. Иванов]. - Новосибирск, 2015. - 38, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000219865 Техническая электродинамика. Антенны, распространение радиоволн : учебно-методическое пособие / [Ю. О. Филимонова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 49, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233805 Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники. Силовые электронные трансформаторы-2. [Ч. 8] : учебно-методическое пособие для магистрантов 1 курса РЭФ, направление 11.04.04 "Электроника и наноэлектроника", направленность "Промышленная электроника и микропроцессорная техника" / [Г. С. Зиновьев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 113, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234205 Проблемы электромагнитной совместимости устройств электроники : методические указания для магистрантов по направлениям 15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств ; 27.04.04 - Управление в технических системах / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Мятёж, М. Е. Вильбергер]. - Новосибирск, 2014. - 20, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000212871				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	20	2

Подготовка к итоговой аттестации, подробная информация приведена в приложении №2 : Вильбергер М. Е. Электромагнитная совместимость устройств электрического транспорта [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. Е. Вильбергер ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000219323. - Загл. с экрана. Техническая электродинамика : методические указания к лабораторным работам для 3 курса дневного и 4 курса заочного отделений факультета радиотехники и электроники (направление 11.03.03) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: К. А. Лайко, Б. И. Иванов]. - Новосибирск, 2015. - 38, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000219865 Техническая электродинамика. Антенны, распространение радиоволн : учебно-методическое пособие / [Ю. О. Филимонова и др.]; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 49, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233805 Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники. Силовые электронные трансформаторы-2. [Ч. 8] : учебно-методическое пособие для магистрантов 1 курса РЭФ, направление 11.04.04 "Электроника и нанoeлектроника", направленность "Промышленная электроника и микропроцессорная техника" / [Г. С. Зиновьев и др.]; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 113, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234205 Проблемы электромагнитной совместимости устройств электроники : методические указания для магистрантов по направлениям 15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств ; 27.04.04 - Управление в технических системах / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Мятёж, М. Е. Вильбергер]. - Новосибирск, 2014. - 20, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000212871				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4	49	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Техническая электродинамика. Антенны, распространение радиоволн : учебно-методическое пособие / [Ю. О. Филимонова и др.]; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 49, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233805 Проблемы электромагнитной совместимости устройств электроники : методические указания для магистрантов по направлениям 15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств ; 27.04.04 - Управление в технических системах / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Мятёж, М. Е. Вильбергер]. - Новосибирск, 2014. - 20, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000212871				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Лекция:</i>	10	15

Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Проблемы электромагнитной совместимости устройств электроники : методические указания для магистрантов по направлениям 15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств ; 27.04.04 - Управление в технических системах / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Мятаж, М. Е. Вильбергер]. - Новосибирск, 2014. - 20, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000212871 "		
<i>Практические занятия:</i>	10	15
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Техническая электродинамика. Антенны, распространение радиоволн : учебно-методическое пособие / [Ю. О. Филимонова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 49, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233805 "		
<i>РГЗ:</i>	15	30
<i>Экзамен:</i>	15	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.5	32. знать основные понятия электромагнитной совместимости	+	+
	34. знать методы построения математических моделей электромагнитных процессов	+	+
	у4. уметь рассчитывать основных типов электродинамических систем	+	+
ПК.8	32. знать механизмы возникновения взаимного влияния телекоммуникационных систем и устройств	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Нефедов Е. И. Техническая электродинамика : [учебное пособие] / Е. И. Нефёдов. - Москва, 2008. - 409, [1] с. : ил., табл.
2. Ефанов В.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.И. Ефанов, А.А. Тихомиров— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 228 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14033.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Пудовкин А.П. Электромагнитная совместимость и помехозащищённость РЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.П. Пудовкин, Ю.Н. Панасюк, Т.И. Чернышова— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 92 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63925.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Зиньковский Ю. Ф. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : [учебное пособие для специальностей "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" и "Конструирование и технология электронных вычислительных средств"] / Ю. Ф. Зиньковский, В. Г. Клименко, В. П. Погребняк ; под ред. В. П. Погребняка ; Киев. политехн. ин-т [и др.]. - Киев, 1990. - 259, [3] с. : ил., табл.
2. Теория и методы оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств / [Феоктистов Ю. А. и др.] ; под ред. Ю. А. Феоктистова. - М., 1988. - 215, [1] с. : ил.
3. Вильбергер М. Е. Электромагнитная совместимость устройств электрического транспорта [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. Е. Вильбергер ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000219323. - Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники. Силовые электронные трансформаторы-2. [Ч. 8] : учебно-методическое пособие для магистрантов 1 курса РЭФ, направление 11.04.04 "Электроника и нанoeлектроника", направленность "Промышленная электроника и микропроцессорная техника" / [Г. С. Зиновьев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 113, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234205
2. Проблемы электромагнитной совместимости устройств электроники : методические указания для магистрантов по направлениям 15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств ; 27.04.04 - Управление в технических системах / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Мятёж, М. Е. Вильбергер]. - Новосибирск, 2014. - 20, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000212871
3. Техническая электродинамика : методические указания к лабораторным работам для 3 курса дневного и 4 курса заочного отделений факультета радиотехники и электроники (направление 11.03.03) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: К. А. Лайко, Б. И. Иванов]. - Новосибирск, 2015. - 38, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000219865
4. Техническая электродинамика. Антенны, распространение радиоволн : учебно-методическое пособие / [Ю. О. Филимонова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 49, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233805

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Применяется для демонстрации текстовых и графических фото и видеоматериалов во время лекций, практических занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“ ____ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем
Образовательная программа: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи,
магистерская программа: Методы обработки информации в телекоммуникационных системах

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.5 готовность учитывать при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности	32. знать основные понятия электромагнитной совместимости	Принципы обеспечения электромагнитной совместимости. Методы и средства измерения характеристик ЭМС. Методы обеспечения ЭМС при проектировании радиорелейных линий и земных станций спутниковых систем связи. Методы обеспечения ЭМС при проектировании ЦРРЛС и РЛС. Электромагнитная обстановка в совокупности средств ЭМС блоков, устройств и систем РЭС	РГЗ	Экзамен, вопросы 1-32
ОПК.5	34. знать методы построения математических моделей электромагнитных процессов	Принципы обеспечения электромагнитной совместимости Внутриаппаратурная ЭМС Методы и средства измерения характеристик ЭМС Методы обеспечения ЭМС при проектировании радиорелейных линий и земных станций спутниковых систем связи Методы обеспечения ЭМС при проектировании ЦРРЛС и РЛС Экранирование и фильтрация помех Электромагнитная обстановка в совокупности средств Элементная база РЭС с учетом ЭМС ЭМС блоков, устройств и систем РЭС ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой	РГЗ	Экзамен, вопросы 1-32
ОПК.5	у4. уметь рассчитывать основных типов электродинамических систем	Внутриаппаратурная ЭМС Методы и средства измерения характеристик ЭМС Методы обеспечения ЭМС при проектировании ЦРРЛС и РЛС Экранирование и фильтрация помех ЭМС блоков, устройств и систем	РГЗ	Экзамен, вопросы 1-32

		РЭС ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой		
ПК.8/НИ готовность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникаци онные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальны х исследований в научно- исследовательских работах в области ИКТиСС	з2. знать механизмы возникновения взаимного влияния телекоммуникацио нных систем и устройств	Принципы обеспечения электромагнитной совместимости Методы обеспечения ЭМС при проектировании ЦРРЛС и РЛС	РГЗ	Экзамен, вопросы 1- 32

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 1 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.5, ПК.8/НИ.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ОПК.5, ПК.8/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения

учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-12, второй вопрос из диапазона вопросов 13-20, третий вопрос из диапазона вопросов 21-32 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости
радиоэлектронных средств и систем»

1. Описание рецепторов помех.
2. ЭМС спутниковых систем связи
3. Экранирование электромагнитного поля

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет **0-9 баллов**.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-

следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет **10-19 баллов**.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет **20-29 баллов**.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет **30-40 баллов**.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее **15** баллов (из **40** возможных).

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем»

1. Причины возникновения проблемы ЭМС. Основные термины и определения.
2. Источники и рецепторы электромагнитных помех.
3. Математическое описание основных видов помех и их статистические характеристики.
4. Представление помех на уровне источников. Виды побочных излучений
5. Нормируемые параметры основного, внеполосного и побочного излучений
6. Источники промышленных помех.
7. Требования к антеннам по параметрам ЭМС.
8. Описание рецепторов помех
9. Организационно-технические методы обеспечения ЭМС. Радиочастотный ресурс.
10. Обеспечение ЭМС в системах подвижной радиосвязи.
11. Международное регулирование использования радиочастот.
12. Обеспечение ЭМС на различных стадиях создания и эксплуатации РЭС.
13. Земные и космические станции радиосвязи.
14. Глобальные космические системы радиосвязи.
15. ЭМС спутниковых систем связи.
16. Расчет космической линии
17. Методы обеспечения ЭМС при проектировании радиорелейных линий и земных станций спутниковых систем связи.
18. Пассивные электрорадиоизделия и их поведение на высоких частотах.
19. Активные радиоэлементы.
20. Рекомендации по выбору пассивных и активных ЭРИ с учетом ЭМС.
21. Помехи в линиях связи
22. Искажения сигнала в линиях связи. Длинная линия с нелинейной нагрузкой.
23. Вопросы согласования линий связи.
24. Методы уменьшения перекрестных помех.
25. Рекомендации по конструированию линий связи
26. Основные характеристики экранирования.
27. Экранирование электромагнитного поля .
28. Экранирование магнитного и электрического полей в ближней зоне.
29. Анализ эффективности электромагнитного экранирования.

- 30. Конструктивное исполнение экранирования.
- 31. Фильтрация помех
- 32. Заземление

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем», 1 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны провести анализ электромагнитной совместимости радиорелейной линии и радиолокационной станции в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны привести карту местности в масштабе, полученную с помощью программы Globe, выполнить построение трассы передатчик РРЛ – приемник РРЛ и трассы распространения передатчик РЛС – приемник РРЛ.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Титульный лист;
2. Содержание;
3. Анализ технического задания;
4. Анализ параметров источников полезного и мешающего сигналов;
5. Расчет потерь энергии на трассе распространения радиоволн;
6. Расчет характеристик рецептора;
7. Оценка условий обеспечения условий ЭМС;
8. Выводы
9. Список литературы;
10. Приложения.

Оцениваемые позиции:

1. Оформление РГЗ;
2. Анализ каждой структурной части задания;
3. Правильность решения задания;
4. Оформление результатов решения.
5. Выводы по заданию.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, оценка составляет 0-2 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если к ее выполнению есть существенные замечания, оценка составляет 2-5 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если к оцениваемым позициям имеется несколько незначительных замечаний, оценка составляет 6-12 баллов
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все оцениваемые позиции выполнены без замечаний, правильно или к одной из оцениваемых позиций имеется незначительное замечание, оценка составляет 13-15 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

Приведен один из вариантов типового задания на РГЗ.

Анализ электромагнитной совместимости радиорелейной линии и радиолокационной станции.

1. Требуется построить профиль местности между точками расположения передатчика РРЛ и приемника РРЛ, а также передатчика РЛС и приемника РРЛ, используя программу Globe.
2. Используя полученные карты местности, требуется провести анализ ЭМС РРЛ и РЛС. По каналам РРЛ передается полезный сигнал, а мешающий сигнал создается РЛС при круговом обзоре.
3. В случае не выполнения условия ЭМС дать рекомендации по обеспечению ЭМС

Исходные данные:

Вариант 1

Передатчик РРЛ с. Шипуново: долгота: 82 градуса 36 минут, широта: 54 градуса.

Передатчик РЛС с. Заковряжино: долгота: 82 градуса 25 минут, широта: 54 градуса, 0.3 минуты.

Приемник РРЛ с. Бердино: долгота: 82 градуса 15 минут, широта: 53 градуса, 58 минут.

Характеристики передатчика РРЛ:

- мощность - 10 Вт;
- частота сигнала – 2350 МГц;
- высота установки антенны – 20 м;
- полоса пропускания 10 МГц;
- коэффициент затухания фидера 0.04 дБ/м
- антенна: рупорная, КУ – 20 дБ, поляризация горизонтальная.

Характеристики передатчика РЛС:

- мощность - 1000 Вт;
- частота сигнала – 1160 МГц;
- высота установки антенны – 1 м;
- длительность импульса 1 мкс;
- коэффициент затухания фидера 0.05 дБ/м
- антенна: зеркально-параболическая, КУ – 40 дБ, поляризация круговая.

Характеристики приемника РРЛ:

- частота приема – 2350 МГц;
- чувствительность – 130 дБм;
- высота установки антенны – 20 м;
- полоса пропускания 10 МГц;
- коэффициент затухания фидера 0.04 дБ/м
- антенна: рупорная, КУ – 20 дБ, поляризация горизонтальная;
- боковые лепестки менее 8дБ.