МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **5**
Семестр: **9**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	4	4	часов
2	Лабораторные работы	4	4	часов
3	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
4	Всего контактной работы	10	10	часов
5	Самостоятельная работа	58	58	часов
6	Всего (без экзамена)	68	68	часов
7	Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
8	Общая трудоемкость	72	72	часов
			2.0	З.Е.

Контрольные работы: 9 семестр - 1
Зачет: 9 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 46256

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от «29» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. СВЧиКР _____ А. О. Семкин

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО _____ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО) _____ Ю. В. Морозова

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ С. И. Богомолов

Согласована на портале № 46256

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение основ теории электромагнитной совместимости в системах радиосвязи и радиодоступа, методов расчета основных параметров, характеризующих ЭМС таких систем, а также проблем управления использованием

радиочастотного спектра и путей их решения.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение проблем межсистемной ЭМС; причин возникновения помех; методов описания источников и рецепторов помех, а также каналов распространения помехонесущих полей;

– понимание закономерностей и процессов, происходящих в РЭС и обусловленных взаимодействием его составных частей и элементов при наличии помех; особенностей обеспечения ЭМС на различных иерархических уровнях;

– получение знаний об эффективном использовании радиочастотного ресурса; о методах организации управления в совокупностях РЭС с целью обеспечения совместимости; об организационных аспектах, стандартах и нормативных документах в области ЭМС; о метрологическом обеспечении и измерениях в области ЭМС.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» (Б1.В.ОД.15) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства, Электромагнитные поля и волны.

Последующими дисциплинами являются: Моделирование систем беспроводной связи, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая практика), Преддипломная практика, Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-12 готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

– ПК-18 способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - основы методов анализа ЭМС РЭС, в том числе и расположенных на одном объекте; - критерии ЭМС для РЭС различных радиослужб и условия их выполнения; - характеристики радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн, влияющие на ЭМС и их нормирование; - основы технических методов обеспечения ЭМС РЭС, в том числе и объектовой ЭМС; - основы управления использованием РЧС на международном уровне и в Российской Федерации; - основы экономических методов управления использованием РЧС; - основы методов частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа; - основы методов радиоконтроля.

– **уметь** - применять математический аппарат основ теории ЭМС для выполнения инженерныхирасчетов параметров, характеризующих ЭМС систем радиосвязи и радиодоступа; - применять пакеты прикладных программ для расчетов и моделирования параметров, характеризующих ЭМС систем радиосвязи и радиодоступа; - использовать научно-техническую литературу и другие информационные источники для самостоятельного приобретения знаний.

– **владеть** - первичными навыками анализа технических характеристик и параметров РЭС систем радиосвязи и радиодоступа, влияющих на их ЭМС; - первичными навыками анализа парной и групповой ЭМС РЭС систем радиосвязи и радиодоступа, в том числе, и находящихся на одном объекте.

Согласована на портале № 46256

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		9 семестр
Контактная работа (всего)	10	10
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	4	4
Лабораторные работы	4	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	58	58
Подготовка к контрольным работам	10	10
Оформление отчетов по лабораторным работам	4	4
Подготовка к лабораторным работам	2	2
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	42	42
Всего (без экзамена)	68	68
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
9 семестр						
1 Основы управления использованием РЧС	1	0	2	12	13	ПК-12, ПК-18
2 ЭМС устройств и систем РЭС	1	4		12	17	ПК-12, ПК-18
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	1	0		12	13	ПК-12, ПК-18
4 Индустриальные радиопомехи	0	0		12	12	ПК-12, ПК-18
5 Радиоконтроль	1	0		10	11	ПК-12, ПК-18
Итого за семестр	4	4	2	58	68	
Итого	4	4	2	58	68	

Согласована на портале № 46256

5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
1 Основы управления использованием РЧС	Радиочастотный спектр — ограниченный естественный ресурс. Электромагнитная совместимость: задачи и методы. Регулирование использования РЧС	1	ПК-12, ПК-18
	Итого	1	
2 ЭМС устройств и систем РЭС	Представление помех на уровне источников. Представление антенн и каналов распространения в задачах ЭМС. Описание радиоприемных устройств в задачах ЭМС. Энергетические оценки некоторых параметров систем связи	1	ПК-12, ПК-18
	Итого	1	
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	Критерии ЭМС для различных служб. Анализ ЭМС РЭС. Классификация источников радиопомех. Измерение ИРП и нормативные документы	1	ПК-12, ПК-18
	Итого	1	
5 Радиоконтроль	Задачи и классификация средств радиоконтроля. Основные технические характеристики средств радиоконтроля. Аппаратура радиоконтроля	1	ПК-12, ПК-18
	Итого	1	
Итого за семестр		4	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа			+	+	+
2 Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа		+	+	+	+

Согласована на портале № 46256

3 Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства	+			+	+
4 Электромагнитные поля и волны	+	+			
Последующие дисциплины					
1 Моделирование систем беспроводной связи			+	+	+
2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	+	+	+	+	+
3 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая практика)	+	+	+	+	+
4 Преддипломная практика	+	+	+	+	+
5 Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа		+	+	+	

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ПК-12	+	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест
ПК-18	+	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
2 ЭМС устройств и систем РЭС	Межсистемная электромагнитная совместимость. Лабораторная работа представляет собой расчетное задание, которое включает: характеристики передатчика, характеристики приемника, параметры антенн, особенности распространения радиоволн, методы определения защитных отношений. В задании рассматривается только односигнальное воздействие поме-	4	ПК-12, ПК-18

Согласована на портале № 46256

	хи от РЭС-2 на приемник РЭС-1. Студентам предлагается провести полный расчет межсистемной ЭМС для заданных двух систем радиосвязи.		
	Итого	4	
Итого за семестр		4	

8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
9 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-12, ПК-18
Итого		2	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
9 семестр				
1 Основы управления использованием РЧС	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ПК-12, ПК-18	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
2 ЭМС устройств и систем РЭС	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-12, ПК-18	Зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
3 Методы обеспечения ЭМС РЭС	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ПК-12, ПК-18	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
4 Индустриальные	Самостоятельное изуче-	10	ПК-12, ПК-18	Зачет, Контрольная

Согласована на портале № 46256

радиопомехи	ние тем (вопросов) теоретической части курса			работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
5 Радиоконтроль	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-12, ПК-18	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
	Выполнение контрольной работы	2	ПК-12, ПК-18	Контрольная работа
Итого за семестр		58		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		62		

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

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Ефанов, В. И. Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Ефанов, А. А. Тихомиров. — Томск : Эль Контент, 2014. — 162 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 14.09.2018).

2. Акимов, М.Н. Основы электромагнитной безопасности. [Электронный ресурс] / М.Н. Акимов, С.М. Аполлонский. — Электрон. дан. — СПб. [Электронный ресурс]: Лань, 2017. — 200 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90166 (дата обращения: 02.05.2018). — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90166 (дата обращения: 14.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Козлов, В. Г. Электромагнитная совместимость РЭС [Электронный ресурс]: Учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Г. Козлов. — Томск: ТУСУР, 2012. — 147 с. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library (дата обращения: 14.09.2018).

2. Тихомиров, А. А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Тихомиров, В. И. Ефанов. — Томск: ТУСУР, 2012. — 229 с. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 14.09.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Вождаев, Д. В. Межсистемная электромагнитная совместимость [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром». — Томск: ФДО, ТУСУР, 2014. — 50 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 14.09.2018).

2. Электромагнитная совместимость: электронный курс / Ефанов В. И. - Томск: ТУСУР,

Согласована на портале № 46256

ФДО, 2015. Доступ из личного кабинета студента

3. Семкин А. О. Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А. О. Семкин, С. Н. Шарангович. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 14.09.2018).

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать профессиональные и информационные базы данных, список и адреса которых доступны по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

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

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и про-

Согласована на портале № 46256

межуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

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

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

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

Согласована на портале № 46256

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Перевести значение мощности передатчика 100 кВт в уровень мощности, дБВт.

1) 20 дБВт
2) 30 дБВт
3) 40 дБВт
4) 50 дБВт

2. Какому уровню мощности соответствует выходная мощность передатчика в 1 кВт?

1) 10 дБВт
2) 20 дБВт
3) 30 дБВт
4) 40 дБВт

3. Перевести значение мощности передатчика 100 Вт в уровень мощности, дБВт.

1) 10 дБВт
2) 20 дБВт
3) 30 дБВт
4) 40 дБВт

4. Определить минимальную полосу пропускания радиоприемника, если необходимая ширина полосы, занимаемая передаваемым сигналом, составляет 20 кГц, нестабильность несущей частоты передатчика равна +-1 кГц, нестабильность частоты гетеродина равна +-0,5 кГц.

1) 20 кГц
2) 21,5 кГц
3) 23 кГц
4) 25 кГц

5. Чему равна минимальная полоса пропускания РПУ при нестабильности несущей частоты РПДУ +-2 кГц, нестабильности частоты гетеродина +-1 кГц и необходимой ширине полосы сигнала, передаваемого РПДУ, 40 кГц?

1) 40 кГц
2) 43 кГц
3) 45 кГц
4) 46 кГц

6. Определите частоту побочного канала на ближайшей субгармонике зеркальной частоты приемника, если частота настройки приемника равна f0R = 150 МГц, промежуточная частота равна fп.ч = 20 МГц.

1) 85 МГц
2) 95 МГц
3) 75 МГц
4) 65 МГц

7. При заданном уровне мощности основного излучения РПДУ в 10 дБВт, на частоте 128 МГц, определить уровень мощности излучения второй гармоники. В этом диапазоне скорость убывания спектра V = -80 дБ/дек и ослабление излучения на гармонике Ar = -30 дБ.

1) -44,08 дБ
2) -42,04 дБ
3) -48,06 дБ
4) -50,02 дБ

8. Рассчитать частоту интермодуляционной помехи 5 порядка на выходе РПДУ, работающего на частоте f1 = 423.5 МГц вблизи расположенного передатчика с частотой f2 = 423.75 МГц.

1) 423 МГц
2) 423,25 МГц
3) 423,5 МГц

Согласована на портале № 46256

4) 423,75 МГц

9. Рассчитать восприимчивость к помехам по каналам побочного приема приемника DVB-T, имеющего чувствительность -130 дБ и настроенного на частоту 550 МГц, зная, что частота передатчика, создающего помеху, – 400 МГц. Для данного соотношения частот ослабление восприимчивости по побочному каналу приема относительно основного C = 80 дБ, скорость убывания восприимчивости I = -20 дБ/дек.

1) -44,17 дБ
2) -45,19 дБ
3) -46,21 дБ
4) -47,23 дБ

10. Оценить восприимчивость УКВ приемника, настроенного на частоту 450 МГц и имеющего чувствительность -135 дБ, к помехам по каналам побочного приема, зная, что шумовой генератор, создающий помехи, настроен на частоту 550 МГц. Скорость убывания восприимчивости составит I = -20 дБ/дек, а ослабление восприимчивости по побочному каналу приема относительно основного C = 80 дБ.

1) -69,47 дБ
2) -70,49 дБ
3) -71,51 дБ
4) -72,53 дБ

11. Определить коэффициент усиления параболической антенны и ширину диаграммы направленности по уровню 0.5 РРЛ работающей на частоте 8 ГГц, имеющей радиус антенны 1.2 м и КПД $\eta = 0,9$.

1) G = 5,16 дБ, $2\theta = 1,09°$
2) G = 4,28 дБ, $2\theta = 1,59°$
3) G = 3,4 дБ, $2\theta = 2,09°$
4) G = 2,52 дБ, $2\theta = 1,09°$

12. Найти величину коэффициента усиления и ширину диаграммы направленности антенны GSM-900 с КПД $\eta = 0,5$, имеющей размер 1.6 м в вертикальной плоскости.

1) G = 2,16 дБ, $2\theta = 6,09°$
2) G = 3,26 дБ, $2\theta = 7,29°$
3) G = 4,36 дБ, $2\theta = 8,49°$
4) G = 5,46 дБ, $2\theta = 9,69°$

13. Две однотипные РРЛ расположены друг от друга на расстоянии 40 км. Определить высоту подвеса антенны каждой РРЛ.

1) 21,09 м
2) 22,11 м
3) 23,13 м
4) 24,15 м

14. Радиус первой зоны Френеля между двумя антеннами РРЛ составляет $\rho = 21$ м. Рабочая частота РРЛ f = 8 ГГц. Определить максимальное возможное расстояние между антеннами.

1) 46,03 км
2) 47.04 км
3) 48,05 км
4) 49,06 км

15. Определить защитное отношение (ЗО) по высокой частоте, если допустимое отношение полезного сигнала к мешающему равно 100.

1) 20 дБ
2) 25 дБ
3) 30 дБ
4) 35 дБ

16. Допустимое значение защитного отношения (ЗО) равно 40 дБ. Чему равно допустимое отношение полезного сигнала к мешающему?

1) 10^3
2) 10^4

Согласована на портале № 46256

3) 10^6

4) 10^8

17. Определить необходимую величину частотного разноса (ЧР) мешающего и полезного сигналов для обеспечения ЗО в 60 дБ, если коэффициент прямоугольности частотной характеристики РПУ П60 = 4, частота настройки приемника fR0 = 100 МГц, ширина полосы основного канала BR = 20 кГц.

1) 20 кГц

2) 30 кГц

3) 40 кГц

4) 60 кГц

18. Рассчитать необходимую полосу пропускания, требуемую для обеспечения пропускной способности канала связи С = 1,024 Мбит/с, при отношении Рс/Рш =25 дБ.

1) 160.192 кГц

2) 170,281 кГц

3) 180,37 кГц

4) 190,469 кГц

19. Напряженность поля принимаемого сигнала транкинговой системы связи составляет 26 дБмкВ/м, полоса частот приемника - 25 кГц с частотой приема 160 МГц. Необходимо оценить влияние автомобильного потока плотностью 100 авт/мин. на качество приема при а = –5дБмкВ/м, если расстояние от дороги до приемника 200 м.

1) 17 дБмкВ/м

2) 22.4 дБмкВ/м

3) 15 дБмкВ/м

4) 12 дБмкВ/м

20. Средства радиомониторинга при заданных разрешающей способности и динамическом диапазоне делятся по производительности на три группы. Какова средняя производительность средств радиомониторинга?

1) 100…1000 МГц/с

2) 1000…10000МГц/с

3) 10…100 МГц/с

4) 1…10МГц/с

14.1.2. Темы контрольных работ

Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

1. Каков уровень напряженности поля на выходе РПДУ в дБВ/м, если напряженность поля составляет 20000 В/м?

1) 20 дБВ/м

2) 43 дБВ/м

3) 86 дБВ/м

4) 100 дБВ/м

2. Определить напряженность поля на выходе РПДУ в В/м, если уровень напряженности составляет 40 дБВ/м.

1) 40 В/м

2) 100 В/м

3) 1 кВ/м

4) 10 кВ/м

3. Какой напряженности поля в локальной области соответствует уровень ЭМО в 1 дБВ/м?

1) 0,55 В/м

2) 0,891 В/м

3) 1,122 В/м

4) 1,223 В/м

4. Какой плотности мощности в локальной области соответствует уровень ЭМО в 10 дБВт/м2?

1) 1 Вт/м2

2) 10 Вт/м2

Согласована на портале № 46256

3) 20 Вт/м2
4) 30 Вт/м2

5. Выразите значение напряжения 1 мкВ в дБВ.

1) -60 дБВ
2) -100 дБВ
3) -120 дБВ
4) -180 дБВ

6. Коэффициент умножения умножителя частоты передатчика равен 10. Сколько субгармоник существует в побочных излучениях передатчика?

1) 7
2) 8
3) 9
4) 10

7. Какое значение побочного комбинационного излучения РПДУ будет наиболее близким к рабочей частоте передатчика, если частота задающего генератора fз.г. = 55 МГц, коэффициент умножения частоты k = 4?

1) 110 МГц
2) 165 МГц
3) 275 МГц
4) 495 Мгц

8. Какие частоты интермодуляционных излучений могут быть на выходе общей антенны двух РПД с частотами f1 = 100 МГц и f2 = 150 МГц?

1) 50 МГц
2) 100 МГц
3) 125 МГц
4) 150 МГц

9. Два передатчика с рабочими частотами f1 = 112 МГц и f2 = 23 МГц работают на общую антенну. Какие частоты интермодуляционных искажений могут быть на ее выходе?

1) 270 МГц
2) 89 МГц
3) 66 МГц
4) 158 МГц

10. Какие частоты интермодуляционных искажений могут быть при работе двух передатчиков на одну антенну, работающих на частотах f1 = 40 МГц и f2 = 25 МГц.

1) 14 МГц
2) 90 МГц
3) 65 МГц
4) 105 МГц

11. Определить побочные каналы приема, если частота настройки приемника – 100 МГц, частота гетеродина – 101 МГц, а порядок комбинационного канала N = 2.

1) 99 МГц
2) 100 МГц
3) 101 МГц
4) 102 МГц

12. Рассчитать восприимчивость к помехам по каналам побочного приема приемника DVB-T, имеющего чувствительность -130 дБ и настроенного на частоту 550 МГц, зная, что частота передатчика, создающего помеху, – 400 МГц. Для данного соотношения частот ослабление восприимчивости по побочному каналу приема относительно основного C = 80 дБ, скорость убывания восприимчивости I = -20 дБ/дек.

1) -44,17 дБ
2) -45,19 дБ
3) -46,21 дБ
4) -47,23 дБ

13. На какую минимальную высоту необходимо подвесить две антенны РРЛ, работающих

Согласована на портале № 46256

на частоте f = 4 ГГц, расстояние между которыми r = 25 км, чтобы радиус первой зоны Френеля не касался поверхности Земли.

1) 18,29 м
2) 19,41 м
3) 20,53 м
4) 21.65 м

14. При проектировании местоположений станций новой РРЛ выяснилось, что одна из станций РРЛ будет создавать помехи земной станции космической связи, превышающие допустимое значение защитного отношения (ЗО) на 6 дБ. На сколько процентов необходимо увеличить ТР станций РРЛ и ЗС?

1) ~50%
2) ~60%
3) ~80%
4) ~100%

15. Частота настройки радиоприемника f0R = 105 МГц, и на его входе действует помеха с частотой 110 МГц при порядке N = 3, определить величину необходимого УР для обеспечения ЗО ≥ 48 дБ.

1) 25 град.
2) 35 град.
3) 40 град.
4) >= 45 град.

16. Определить необходимую величину частотного разноса (ЧР) мешающего и полезного сигналов для обеспечения ЗО в 60 дБ, если коэффициент прямоугольности частотной характеристики РПУ П60 = 4, частота настройки приемника fR0 = 100 МГц, ширина полосы основного канала BR = 20 кГц.

1) 20 кГц
2) 30 кГц
3) 40 кГц
4) 60 кГц

17. Определить величину эквивалентной изотропно-излучаемой мощности, дБВт, мешающей станции, если мощность передатчика 40 дБВт; КУ Gmax = 30 дБ; потери в антенно-фидерном тракте Lрпд = 3 дБ.

1) 67 дБВт
2) 77 дБВт
3) 87 дБВт
4) 97 дБВт

18. Определить величину эквивалентной изотропно-излучаемой мощности, дБВт, мешающей станции, если мощность передатчика 150 кВт; КУ Gmax = 3162; потери в антенно-фидерном тракте Lрпд = 2,5 дБ.

1) 64,3 дБВт
2) 84,3 дБВт
3) 94,3 дБВт
4) 104,3 дБВт

19. Какой величине напряженности поля соответствует уровень поля в -20 дБмВ/м

1) 0,1 В/м
2) 10^2 В/м
3) 10^3 В/м
4) 10^4 В/м

20. Какой плотности мощности в локальной области соответствует уровень ЭМО в -60 дБм-кВт/м2?

1) 10^-6 Вт/м2
2) 10^-8 Вт/м2
3) 10^-10 Вт/м2
4) 10^-12 Вт/м2

Согласована на портале № 46256

14.1.3. Зачёт

1. Каков уровень напряженности поля на выходе РПДУ в дБВ/м, если напряженность поля составляет 1000 В/м?

1) 30 дБВ/м
2) 40 дБВ/м
3) 50 дБВ/м
4) 60 дБВ/м

2. Каков уровень напряженности поля на выходе РПДУ в дБВ/м, если напряженность поля составляет 20000 В/м?

1) 20 дБВ/м
2) 43 дБВ/м
3) 86 дБВ/м
4) 100 дБВ/м

3. Определить напряженность поля на выходе РПДУ в В/м, если уровень напряженности составляет 40 дБВ/м.

1) 40 В/м
2) 100 В/м
3) 1 кВ/м
4) 10 кВ/м

4. Какие частоты побочных каналов могут существовать в супергетеродинном радиоприемнике, если порядок комбинационного канала N = 2?

1) fпч
2) fг - fпч
3) fг + fпч
4) fг + 2fпч

5. Коэффициент умножения частоты передатчика равен 8. Сколько субгармоник может существовать в его побочных излучениях?

1) 2
2) 3
3) 5
4) 7

6. Какое значение побочного комбинационного излучения РПДУ будет наиболее близким к рабочей частоте передатчика, если частота задающего генератора fз.г. = 55 МГц, коэффициент умножения частоты k = 4?

1) 110 МГц
2) 165 МГц
3) 275 МГц
4) 495 Мгц

7. На сколько децибел ослабевает сигнал с частотой 2 ГГц на трассе дальностью 20 км при свободном распространении радиоволн в атмосфере без поглощения?

1) 92,5 дБ
2) 120,5 дБ
3) 128,5 дБ
4) 130 дБ

8. Определить частоту интермодуляции третьего порядка двух радиостанций УКВ диапазона, работающих на частотах f1 = 422 МГц и f2 = 422.25 МГц.

1) 421 МГц
2) 421,25 МГц
3) 421,5 МГц
4) 421,75 МГц

9. Во сколько раз необходимо уменьшить уровень излучаемой мощности вторичного РПДУ, если допустимое значение защитного отношения (ЗО) при приеме сигнала РПУ первичной службы от вторичного РПДУ превышено на 20 дБ?

1) 100 раз

Согласована на портале № 46256

2) 20 раз
3) 10 раз
4) 50 раз

10. Автомобильный поток плотностью 50 авт/мин проходит на расстоянии 90 м от приемника системы CDMA с частотой приема 430 МГц. Напряженность поля принимаемого сигнала составляет 34 дБмкВ/м, полоса частот приемника - 35 кГц. Необходимо оценить влияние трассы на качество приема при а = –10дБмкВ/м.

1) 21.7 дБмкВ/м
2) 15,24 дБмкВ/м
3) 16 дБмкВ/м
4) 28 дБмкВ/м

11. Частота приема системы связи TETRA 410 МГц, полоса частот приемника - 15 кГц. Приемник расположен на расстоянии 150 м от дороги с плотностью автомобильного потока 50авт/мин. Напряженность поля принимаемого сигнала составляет 37 дБмкВ/м, а = –10дБмкВ/м. Необходимо оценить влияние проходящих автомобилей на качество приема.

1) 7.2 дБмкВ/м
2) 34 дБмкВ/м
3) 14 дБмкВ/м
4) 26 дБмкВ/м

12. Укажите до¬статочный динамический диапазон средств радиомониторинга.

1) 100…120дБ
2) 40…50 дБ
3) 50…60дБ
4) 70...90 дБ

13. Каков порядок чувствительности современных систем радиоконтроля?

1) 12 мкВ
2) 8 мкВ
3) 4 мкВ
4) 2,5 мкВ

14. Определить уровень помехи передатчика линии связи на приемник РЛС для возможных комбинаций основного и побочного каналов приема, потери при распространении составляют 120 дБ. Передатчик имеет мощность 1,6 кВт, побочные каналы ослабляются на 70 дБ. Приемник имеет чувствительность на основной частоте -90 дБм, на побочных частотах - -40дБм. В ответ записать положительную величину превышения сигнала над чувствительностью.

15. Определить влияние передатчика РЛС мощностью 1 МВт на приемник системы транкинговой связи МРТ1327 с порогом чувствительности -120дБм. Потери при распространении помехи в свободном пространстве составляют 150 дБ. Частота третьей субгармоники РЛС меньше на 65 дБ основного излучения и совпадает с частотой приема станции связи. В ответ записать превышение помехой порога восприимчивости приемника.

16. Каково будет требуемое отношение Рс/Рш, если пропускная способность линии связи С = 55 Мбит/с, а ширина полосы пропускания $\Delta f = 5$ МГц

1) 43,13 дБ
2) 44.25 дБ
3) 45,37 дБ
4) 47,49 дБ

17. Допустимое отношение полезного сигнала к мешающему равно 100, определить на сколько децибел необходимо уменьшить КУ антенны мещающего РПДУ в направлении станции-реципиента за счет углового разноса, при Rmin.доп = 250 км.

1) на 5,5 дБ
2) на 6,5 дБ
3)на 7,5 дБ
4) на 8,5 дБ

18. Определить величину эквивалентной изотропно-излучаемой мощности, дБВт, мешающей станции, если мощность передатчика 40 дБВт; КУ Gmax = 30 дБ; потери в антенно-фидерном

Согласована на портале № 46256

тракте Lрпд = 3 дБ.

1) 67 дБВт
2) 77 дБВт
3) 87 дБВт
4) 97 дБВт

19. Радиус первой зоны Френеля между двумя антеннами РРЛ составляет ρ = 21 м. Рабочая частота РРЛ f = 8 ГГц. Определить максимальное возможное расстояние между антеннами.

1) 46,03 км
2) 47.04 км
3) 48,05 км
4) 49,06 км

20. Определить коэффициент усиления параболической антенны и ширину диаграммы направленности по уровню 0.5 РРЛ работающей на частоте 8 ГГц, имеющей радиус антенны 1.2 м и КПД η = 0,9.

1) G = 5,16 дБ, 2θ = 1,09°
2) G = 4,28 дБ, 2θ = 1,59°
3) G = 3,4 дБ, 2θ = 2,09°
4) G = 2,52 дБ, 2θ = 1,09°

14.1.4. Темы лабораторных работ

Межсистемная электромагнитная совместимость

14.1.5. Методические рекомендации

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

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

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории	Виды дополнительных оценочных	Формы контроля и оценки

Согласована на портале № 46256

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

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

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

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 46256