


МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (МИНТРАНС)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА (РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВПО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор-проректор  
по учебной работе

 Н. Н. Сухих



 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем

Специальность

25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения

Специализация

«Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов»

Квалификация выпускника  
**инженер**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2017

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цели:** систематизировать знания студентов по методам анализа и обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных систем гражданской авиации.

Дать студентам систематические знания по основам функционирования радиоэлектронных средств и систем в условиях воздействия непреднамеренных помех, их источниках и рецепторах, параметрах и способах оценки помех.

### **Задачами дисциплины являются:**

формирование представлений о причинах возникновения и методах уменьшения воздействия непреднамеренных электромагнитных помех, оценки восприимчивости радиоэлектронных средств к электромагнитным помехам.

формирование знаний основ теории расчета электромагнитной совместимости предназначенных для повышения эффективности эксплуатации комплексов бортовых и наземных радиоэлектронных систем.

## **2 Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Дисциплина «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем» представляет собой дисциплину вариативной части цикла профессиональных дисциплин (Б.3).

Дисциплина «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем» базируется на теоретических курсах следующих дисциплин: «Математика», «Информатика», «Физика», «Электротехника и электроника», «Авиационная электросвязь», «Теория радиотехнических цепей и сигналов», «Средства авиационной электросвязи и передачи данных», «Общая теория радиоэлектронных систем», «Радиотехническое оборудование аэродромов», «Измерения в радиоэлектронике» цикла профессиональных дисциплин (Б.3).

Для освоения учебного материала дисциплины «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем» предъявляются следующие требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям студентов:

### **по дисциплине «Математика»:**

#### **Знать:**

основные понятия дифференциального исчисления;  
основные понятия теории функций комплексной переменной;  
основные понятия логарифмирования;  
основы математического анализа.

#### **Уметь:**

применять математические методы названных разделов «Математики» при решении задач изучаемой дисциплины.

#### **Владеть:**

навыками решения задач, использующих математический аппарат названных разделов «Математики».

### **по дисциплине «Физика»:**

#### **Знать:**

основные понятия и законы электричества, магнетизма, колебаний и волн.

#### **Уметь:**

решать типовые задачи по названным разделам курса физики, используя методы математического анализа.

**Владеть:**

методами проведения физических измерений.

**по дисциплине «Электротехника и электроника»:**

**Знать:**

основные понятия и законы электрических цепей;  
основы электроники и принципы действия электронных устройств.

**Уметь:**

производить расчеты электрических цепей;  
использовать электронные устройства в радиотехнических цепях.

**Владеть:**

навыками расчета основных типов электрических цепей;  
методами использования электронных устройств в радиотехнических цепях.

**по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов»:**

**Знать:**

виды сигналов, применяемых в радиотехнике;  
типы радиотехнических цепей, составляющих основу радиотехнических устройств.

**Уметь:**

анализировать основные характеристики сигналов и радиотехнических цепей.

**Владеть:**

навыками расчета основных характеристик сигналов различного вида;  
навыками расчета основных типов радиотехнических цепей.

**по дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов»:**

**Знать:**

основные принципы работы аналого-дискретной и цифровой схемотехники;  
методы построения и расчета характеристик основных типов аналого-дискретных и цифровых устройств.

**3 Компетенции студента, формируемые в результате освоения дисциплины**

У студентов, приступающих к изучению дисциплины, должны быть сформированы следующие компетенции:

**общекультурные (ОК):**

владением культурой мышления, способностью формулировать понятия и суждения, индуктивные и дедуктивные умозаключения (ОК-4);

умением анализировать логику рассуждений и высказываний, выявлять значение, смысловое содержание в услышанном, увиденном или прочитанном (ОК-5);

способностью к восприятию, анализу, критическому осмыслению, систематизации и синтезу информации, полученной из разных источников,

прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения (ОК-6);

обладанием креативным мышлением, способностью к самостоятельному анализу ситуации, формализации проблемы, планированию, принятию и реализации решения в условиях неопределенности и дефицита времени (ОК-10);

**профессиональными (ПК):**

владением основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации (ПК-15);

способностью применять нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности (ПК-20);

способностью и готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию ответственных решений в рамках своей профессиональной компетенции (ПК-22);

способностью и готовностью работать с программными средствами общего назначения при решении профессиональных задач (ПК-29);

способностью оценивать спектрально-временные характеристики сигналов и помех (ПСК-4.1);

способностью рассчитывать основные характеристики сигналов и помех (ПСК-4.2);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:**

определение терминов в области электромагнитной совместимости технических средств (ПК-20);

основные функции, используемые при анализе электромагнитных помех (ОК-10, ПК-22);

амплитудную, частотную, детальную и комплексную оценку помех (ПК-29; ПСК-4.1, ПСК-4.2, ОК-10);

частоты и уровни основного излучения радиопередающего устройства (ПК-29; ПСК-4.1, ОК-6);

спектр выходного сигнала радиопередающего устройства, и модели представления его параметров для амплитудной и частотной оценки помех (ПСК-4.1, ПСК-4.2, ОК-10);

типы помех и их воздействие на радиоприёмное устройство (ПСК-4.1, ПСК-4.2);

амплитудные методы оценки (ПСК-4.1, ПСК-4.2);

диаграммы направленности антенн, используемых в гражданской авиации, распределение уровней излучения и приёма по основным и не основным направлениям, частотно-поляризационные и энергетические параметры (ПСК-4.1, ПСК-4.2);

частотная оценка излучений и их приёма, коррекция результатов амплитудной оценки, детальная оценка помех (ПСК-4.1, ПСК-4.2).

**Уметь:**

определять восприимчивость к электромагнитным помехам радиоэлектронного оборудования на любом структурном уровне (ПК-29; ОК-6, ПК-22, ПСК-4.1);

осуществлять прогнозирование электромагнитной совместимости и электромагнитных помех (ПК-29; ПСК-4.1, ПСК-4.2);

проводить оценку основного и побочного излучения каналов приёма с использованием прикладных программных пакетов (ОК-4, ПК-29; ПК-15, ПСК-4.1, ПСК-4.2);

проводить моделирование и оценку воздействия помех с учётом их частотных особенностей (ОК-4, ОК-6, ПК-29; ПСК-4.1, ПСК-4.2);

проводить частотную и амплитудную оценку излучений и коррекцию результатов амплитудной оценки с использованием прикладных программных пакетов (ОК-4, ОК-5, ПСК-4.1, ПСК-4.2);

готовить документы на получение разрешения на использование радиочастот (радиочастотных каналов) и допусков в эксплуатацию электроустановок (ПК-20).

#### **Владеть:**

современными средствами проведения анализа, оценки, моделирования и расчета параметров электромагнитных сигналов с использованием прикладных программных пакетов (ОК-4, ОК-5, ПК-29; ПСК-4.1, ПСК-4.2).

#### **4 Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры
		<b>9</b>
Общая трудоемкость дисциплины	<b>108</b>	<b>108</b>
Контактная работа	<b>70,5</b>	<b>70,5</b>
- лекции,	<b>28</b>	<b>28</b>
- практические занятия (ПЗ),	<b>38</b>	<b>38</b>
- семинары (С),		
- лабораторные работы (ЛР),		
- курсовой проект (работа)	<b>4</b>	<b>4</b>
- другие виды аудиторных занятий.		
Самостоятельная работа студента	<b>20</b>	<b>20</b>
Контрольные работы		
в том числе контактная работа		
Промежуточная аттестация	<b>18</b>	<b>18</b>
контактная работа	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
самостоятельная работа по подготовке к (зачету, экзамену) необходимо указать конкретный вид промежуточной аттестации	<b>17,5</b>	<b>Зачет с оценкой КУР</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесение разделов дисциплины и формируемых в них компетенциях

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-62	ПСК-4.7		
Тема 1. Общая характеристика электромагнитной совместимости радиоэлектронного оборудования	8	+	+	Л, ПЗ	ВК, ККР
Тема 2. Характеристики и модели непреднамеренных помех	8	+	+	Л, ПЗ	ККР
Тема 3. Восприимчивость радиоэлектронного оборудования к электромагнитным помехам	8	+	+	Л, ПЗ	ККР
Тема 4. Функционирование радиоэлектронного оборудования при воздействии помех	8	+	+	Л, ПЗ	ККР
Тема 5. Поэтапный метод оценки помех радиоэлектронных средств	8	+	+	Л, ПЗ	ККР
Тема 6. Нежелательные колебания в радиопередатчиках	8	+	+	Л, ПЗ	ККР
Тема 7. Оценка	8	+	+		

помех в радиоприемных устройствах				Л, ПЗ	ККР
Тема 8. Учет характеристик направленности антенн и затухания при распространении в задачах электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	8	+	+	Л, ПЗ	ККР
Тема 9. Методы обеспечения электромагнитной совместимости	8	+	+	Л, ПЗ	ККР
Тема 10. Распределение частот в совокупности радиоэлектронного оборудования	8	+	+	Л, ПЗ	ККР
Тема 11. Алгоритм решения расчетных задач по электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	10	+	+	Л, ПЗ	ККР
<b>Итого за 9 семестр</b>	<b>90</b>			Л, ПЗ	ККР
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>				
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>				

Примечание: Л – лекция, ПЗ – Практическое занятие, ККР – краткосрочная контрольная работа.

## 5.2 Содержание разделов и тем дисциплины

## **Тема 1. Общая характеристика электромагнитной совместимости радиоэлектронного оборудования**

Термины и определения в области электромагнитной совместимости технических средств. Источники и рецепторы электромагнитных помех, их классификация. Пути решения проблемы электромагнитной совместимости.

Модель группировки радиоэлектронных средств как единой системы. Системные показатели совместимости. Принципы построения моделей для анализа совместимости. Виды моделирования.

## **Тема 2. Характеристики и модели непреднамеренных помех**

Основные определения и классификация радиоэлектронных помех. Комбинационные, интермодуляционные, паразитные и шумовые излучения. Контактные помехи. Источники и механизмы возникновения промышленных помех.

## **Тема 3. Восприимчивость радиоэлектронного оборудования к электромагнитным помехам**

Определение восприимчивости к электромагнитным помехам радиоэлектронного оборудования на любом структурном уровне. Прогнозирование электромагнитной совместимости и электромагнитных помех. Разработка эффективных мер защиты радиоэлектронного оборудования от электромагнитных помех.

## **Тема 4. Функционирование радиоэлектронного оборудования при воздействии помех**

Декомпозиция процесса функционирования радиоэлектронного оборудования. Сетевая модель функционирования радиоэлектронного оборудования. Качество функционирования радиоэлектронного оборудования в условиях воздействия помех.

## **Тема 5. Поэтапный метод оценки помех радиоэлектронных средств**

Амплитудная оценка помех. Частотная оценка помех. Детальная оценка помехи.

Оценка показателей работы систем передачи цифровой информации. Оценка показателей работы радиотехнических средств наблюдения. Оценка показателей работы радиотехнических средств навигации и посадки.

## **Тема 6. Нежелательные колебания в радиопередатчиках**

Побочные колебания на гармониках рабочей частоты. Комбинационные колебания. Интермодуляционные колебания. Паразитные колебания. Внеполосные колебания.

Нормы на уровни побочных излучений радиопередающих устройств. Нормы государственных стандартов Российской Федерации. Международные нормы на уровни побочных излучений радиопередающих устройств.

## **Тема 7. Оценка помех в радиоприёмных устройствах**



Типы помех и их воздействие на радиоприёмное устройство. Восприимчивость радиоприёмного устройства к электромагнитным помехам в полосе пропускания, по соседнему каналу приёма и вне полосы пропускания.

Амплитудные методы оценки. Порог восприимчивости в полосе пропускания и по каналам побочного приёма. Оценка воздействия помех с учётом их частотных особенностей. Детальная оценка помех. Взаимная модуляция. Насыщение приёмника помехой. Перекрестная модуляция.

Частотная оценка излучений и их приёма. Существование критических комбинаций излучения и приёма. Амплитудная оценка помех.

Коррекция результатов амплитудной оценки, учитывающая различие полос частот и их разнос у источника помех и приёмника. Детальная оценка помех, учитывающая наличие гармоник, тип модуляции и поляризацию излучения.

Нормы на параметры избирательности радиоприемников. Требования, предъявляемые к приемникам подвижной электросвязи. Требования, предъявляемые к приемникам радиотехнических средств наблюдения. Требования, предъявляемые к приемникам средств навигации и посадки.

#### **Тема 8. Учет характеристик направленности антенн и затухания при распространении в задачах электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств**

Особенности описания диаграмм направленности антенны в задачах электромагнитной совместимости. Диаграмма направленности антенны в области главного лепестка. Диаграмма направленности антенны в области бокового излучения. Критерии взаимной ориентации антенн.

Распространение сигналов мешающих передатчиков. Область прямой видимости. Дифракция и тропосферное распространение.

#### **Тема 9. Методы обеспечения электромагнитной совместимости**

Организационно-технические методы обеспечения совместимости. Иерархическая структура управления в совокупности радиоэлектронных средств. Координация работы совокупности радиоэлектронных средств. Математические методы в задачах обеспечения совместимости.

#### **Тема 10. Распределение частот в совокупности радиоэлектронного оборудования**

Международные организации распределения частот и регламент радиосвязи. Занимаемая полоса и задачи присвоения частот. Нормативно-правовые документы регламентирующие распределение частот на территории Российской Федерации.

Присвоение частот с учетом пространственного расположения радиоэлектронных средств и выдача разрешений на использование радиочастот (радиочастотных каналов). Присвоение частот с учетом неодновременной работы радиоэлектронных средств. Роль и место радиоконтроля в системе управления использованием радиочастотного спектра.

Осуществление процедур межгосударственного согласования новых частотных присвоений. Регистрация частотных присвоений в Международном Союзе электросвязи. Заявки на выделение и использование рабочих частот, позывных сигналов.

### **Тема 11. Алгоритм решения расчетных задач по электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств**

Принцип формирования и правила построения операторной схемы алгоритмов. Алгоритмы оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. Алгоритм расчета норм частотно-территориального разнеса радиоэлектронных средств.

#### **5.3 Разделы дисциплины и виды занятий**

<b>Разделы дисциплины</b>	<b>Л</b>	<b>ПЗ</b>	<b>ЛР</b>	<b>СРС</b>	<b>КР</b>	<b>Всего часов</b>
Тема 1. Общая характеристика электромагнитной совместимости радиоэлектронного оборудования	2	3		2		7
Тема 2. Характеристики и модели непреднамеренных помех	2	3		2		7
Тема 3. Восприимчивость радиоэлектронного оборудования к электромагнитным помехам	2	3		2		7
Тема 4. Функционирование радиоэлектронного оборудования при воздействии помех	2	3		2		7
Тема 5. Поэтапный метод оценки помех радиоэлектронных средств	2	3		2	4	11
Тема 6. Нежелательные колебания в радиопередатчиках	2	3		2		7
Тема 7. Оценка помех в радиоприемных устройствах	2	3		2		7
Тема 8. Учет характеристик направленности антенн и затухания при распространении в задачах электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	2	3		2		7
Тема 9. Методы обеспечения электромагнитной совместимости	2	3		2		7
Тема 10. Распределение частот в совокупности радиоэлектронного оборудования	2	3		1		6
Тема 11. Алгоритм решения расчетных задач по электромагнитной	8	8		1		17

Разделы дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КР	Всего часов
совместимости радиоэлектронных средств						
<b>Итого за 9 семестр</b>	<b>28</b>	<b>38</b>		<b>20</b>	<b>4</b>	<b>90</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>						<b>18</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>28</b>	<b>38</b>		<b>20</b>	<b>4</b>	<b>90</b>
<b>Всего по дисциплине</b>						<b>108</b>

#### 5.4 Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

#### 5.5 Практические занятия

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
1	Практическое занятие № 1. Моделирование с использованием программного пакета <i>Simulink</i> системы радиоэлектронных средств в районе аэропорта.	3
2	Практическое занятие № 2. Расчет основных параметров радиоэлектронных помех.	3
3	Практическое занятие № 3. Моделирование с использованием программного пакета <i>Simulink</i> влияния помех на систему радиоэлектронных средств.	3
4	Практическое занятие № 4. Порядок разработки мер защиты радиоэлектронного оборудования в районе аэропорта от электромагнитных помех.	3
5	Практическое занятие № 5. Моделирование с использованием программного пакета <i>Simulink</i> спектра выходного сигнала радиопередающего устройства и представление его параметров для амплитудной и частотной оценки помех.	3
6	Практическое занятие № 6. Расчет с использованием программного пакета <i>MatLab</i> спектра побочных колебаний формируемых на	3

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
	выходе радиопередающего устройства	
7	Практическое занятие № 7. Оценка восприимчивости радиоприёмного устройства к электромагнитным помехам в полосе пропускания. Моделирование результатов оценки.	3
7	Практическое занятие № 8. Оценка восприимчивости радиоприёмного устройства к электромагнитным помехам по соседнему каналу приёма и вне полосы пропускания. Моделирование результатов оценки.	3
7	Практическое занятие № 9. Оценка воздействия помех с учётом их частотных особенностей. Детальная оценка помех. Моделирование полученных результатов оценки программного пакета <i>MatLab</i> .	3
8	Практическое занятие № 10. Расчет зон взаимного влияния антенн. Моделирование полученных результатов оценки программного пакета <i>MatLab</i> .	3
9	Практическое занятие № 11. Методика расчета электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	2
10	Практическое занятие № 12. Порядок и правила составления документов для получения разрешения на использования радиочастот (радиочастотных каналов)	2
11	Практическое занятие № 13. Определение требований в технические задания на разработку (модернизацию) средств радиотехнического обеспечения полетов и связи на основе анализа работоспособности средств в существующей электромагнитной обстановке	2
12	Практическое занятие № 14. Реализация с использованием программного пакета <i>Simulink</i> алгоритмов оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	2
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>38</b>

## 5.6 Самостоятельная работа

№ раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоёмкость (часы)
1	Самостоятельное изучение теоретического материала. Моделирование работы радиэлектронных средств с помощью программного пакета <i>Simulink</i> [1]	2
2	Самостоятельное изучение теоретического материала. Расчет параметров с помощью программного пакета <i>MatLab</i> [1, 3]	2
3	Самостоятельное изучение теоретического материала. Моделирование работы радиэлектронных средств с помощью программного пакета <i>Simulink</i> [2, 5]	2
4	Самостоятельное изучение теоретического материала. [3]	2
5	Самостоятельное изучение теоретического материала. Моделирование работы радиэлектронных средств с помощью программного пакета <i>Simulink</i> [6]	2
6	Самостоятельное изучение теоретического материала. Моделирование работы радиэлектронных средств с помощью программного пакета <i>Simulink</i> [2]	2
7	Самостоятельное изучение теоретического материала. Моделирование работы радиэлектронных средств с помощью программного пакета <i>Simulink</i> [4]	2
8	Самостоятельное изучение теоретического материала. Моделирование работы радиэлектронных средств с помощью программного пакета <i>MatLab</i> [1]	2
9	Самостоятельное изучение теоретического материала. [2]	1
10	Самостоятельное изучение теоретического материала. [6]	1
11	Самостоятельное изучение теоретического материала. Моделирование работы радиэлектронных средств с помощью программного пакета <i>MatLab</i> [2, 5]	1
12	Самостоятельное изучение теоретического материала. Моделирование работы радиэлектронных средств с помощью программного пакета <i>Simulink</i> [2, 5]	1

№ раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоёмкость (часы)
<b>Итого за 9 семестр</b>		<b>20</b>
<b>Итого</b>		<b>20</b>

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1 **Фролов, В. И.** Электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования [Текст] / В.И.Фролов. – СПб: ФГОУ ВПО АГА, 2004.

2 **Бадалов, А. Л.** Нормы на параметры электромагнитной совместимости РЭС : Справочник [Текст] / А.Л.Бадалов, А.С.Михайлов. – М: Радио и связь, 1990. – 272 с. – ISBN 5-256-006970-3.

3 **Малков, Н.А.** Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: учеб. пособие / Н.А.Малков, А.П.Пудовкин, - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2007. – 88 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-0659-2

### **б) дополнительная литература:**

4 Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем [Текст] / А.Л.Бузов, М.А.Быховский, Н.В.Васехо и др. Под ред. д-на, проф. М.А.Быховского . – М: Эко-Тренз, 2006. – 376 с., ил. – 2000 экз. – ISBN 5-88405-067-4

5 Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 020/2011 Электромагнитная совместимость технических средств [Электронный ресурс] / Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 879. – Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/Pages/default.aspx>

6 **ГОСТ 23611-79.** Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Введ. 1.06.1980. – Режим доступа: [http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost\\_921.htm](http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost_921.htm)

7 **ГОСТ 23872-79.** Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Номенклатура параметров и классификация технических характеристик [Электронный ресурс]. – Введ. 1.01.1981. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200016051>

8 **ГОСТ 14777-76.** Радиопомехи промышленные. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Введ. 1.01.1978. – Режим доступа: [http://www.elec.ru/viewer?url=/library/gosts\\_e00/gost\\_14777-76.pdf](http://www.elec.ru/viewer?url=/library/gosts_e00/gost_14777-76.pdf)

9 **Постановление Правительства Российской Федерации** от 15 июля 2006 № 439-23 «Об утверждении Таблицы распределения полос между радиослужбами Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://static.scbist.com/scb/uploaded/1056\\_radiofrequency.pdf](http://static.scbist.com/scb/uploaded/1056_radiofrequency.pdf)

10 Нормы на ширину полосы радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского назначения. Нормы 19-02 [Электронный

ресурс] / Утв. реш. ГКРЧ при Минсвязи России от 28 октября 2002 . – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=372284>

11 **Постановление Правительства Российской Федерации** от 21 декабря 2011 № 1049-34 «Об утверждении таблицы распределения радиочастот между радиослужбами Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Российской Федерации

## **7 Материально-техническое обеспечение преподавания дисциплины**

Персональный компьютер.

Проектор.

Авиационные лабораторное радиооборудование.

Средства электроизмерений и радиоизмерений.

## **8 Образовательные технологии**

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии.

**Традиционная лекция.** Составляет основу теоретического обучения и направлена на системное изложение знаний в области основных проблем дисциплины.

На лекции особое внимание уделяется наиболее сложным вопросам, стимулируя когнитивные функции студентов.

Ведущим методом является устное изложение учебного материала.

**Практическое занятие** проводится в виде **семинарских занятий**, целями которого является закрепление теоретического материала излагаемого на лекции. На семинарах проводится анализ представленных рефератов, их обсуждение и оценивание студентами по заранее объявленным критериям.

Главной целью семинара является индивидуальная, практическая работа каждого студента направленная на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины.

**Самостоятельная работа** студента является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения более широких знаний по вопросам теоретического курса, самостоятельная работа с литературой, в том числе с источниками глобальных компьютерных сетей. Самостоятельная работа подразумевает написание рефератов и подготовка их к защите.

Контроль за выполнением заданий осуществляет преподаватель.

**Консультации** являются одной из форм руководства самостоятельной работой студентов и оказания им помощи в освоении учебного материала.

## 9 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Основными оценочными средствами, используемыми для текущего контроля успеваемости, являются защита краткосрочные контрольные работы, проводимые в течение 10 минут перед каждым практическим занятием.

### 9.1. Балльно - рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов.

#### 9 семестр

№ п/п	Раздел (тема)/Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
<b>Обязательные виды занятий</b>					
	<b>Тема 1. Общая характеристика электромагнитной совместимости радиоэлектронного оборудования</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>					
1	Лекции (2)	2	3		
2	Практическое занятие (3)	2	3		
	<b>Тема 2. Характеристики и модели непреднамеренных помех</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>					
3	Лекции (2)	2	3		



4	Практическое занятие (3)	2	3		
	<b>Тема 3. Восприимчивость радиозлектронного оборудования электромагнитным помехам</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>					
5	Лекции (2)	2	3		
6	Практическое занятие (3)	2	3		
	<b>Тема 4. Функционирование радиозлектронного оборудования при воздействии помех</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>					
7	Лекции (2)	2	3		
8	Практическое занятие (3)	2	3		
	<b>Тема 5. Поэтапный метод оценки помех радиозлектронных средств</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>					
9	Лекции (2)	2	3		
10	Практическое занятие (3)	2	3		
	<b>Тема 6. Нежелательные колебания в радиопередатчиках</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>					
11	Лекции (2)	2	3		
12	Практическое	2	3		

	занятие (3)				
	<b>Тема 7. Оценка помех в радиоприемных устройствах</b>				
	<b>Аудиторные занятия</b>				
13	Лекции (2)	2	3		
14	Практическое занятие (3)	2	3		
	<b>Тема 8. Учет характеристик направленности антенн и затухания при распространении в задачах электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств</b>				
	<b>Аудиторные занятия</b>				
15	Лекции (2)	2	3		
16	Практическое занятие (3)	2	3		
	<b>Тема 9. Методы обеспечения электромагнитной совместимости</b>				
	<b>Аудиторные занятия</b>				
17	Лекции (2)	2	3		
18	Практическое занятие (3)	2	3		
	<b>Тема 10. Распределение частот в совокупности радиоэлектронного оборудования</b>				
	<b>Аудиторные занятия</b>				

19	Лекции (2)	2	3		
20	Практическое занятие (3)	2	3		
	<b>Тема 11. Алгоритм решения расчетных задач по электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств</b>				
	<b>Аудиторные занятия</b>				
21	Лекции (8)	2	3		
22	Практическое занятие (8)	3	7		
	<b>Итого по обязательным видам занятий</b>	<b>45</b>	<b>70</b>		
	<b>Экзамен</b>	<b>15</b>	<b>30</b>		
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>60</b>	<b>100</b>		
	<b>Премииальные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</b>				
	Участие в конференции по темам дисциплины		10		
	Научная публикация по темам дисциплины		10		
	<b>Итого дополнительно премиальных баллов</b>		<b>20</b>		
	<b>Итого баллов за 9 семестр</b>	<b>60</b>	<b>120</b>		

<b>Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по 5-ти бальной «академической» шкале</b>	
<b>Количество баллов по балльно-рейтинговой системе</b>	<b>Оценка (по 5-ти бальной «академической» шкале)</b>
<b>90 и более</b>	5 - «отлично»
<b>75-89</b>	4 - «хорошо»
<b>60-74</b>	3 - «удовлетворительно»
<b>менее 60</b>	2 - «неудовлетворительно»

## **9.2 Темы рефератов, курсовых работ, эссе и т.д. по разделам дисциплины**

### **Темы курсовых работ**

1 Оценка электромагнитной совместимости средств радиотехнического обеспечения полетов и связи при построении системы радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов.

2 Оценка электромагнитной совместимости средств электросвязи при радиотехническом обеспечении полетов воздушных судов.

3 Обеспечение электромагнитной совместимости средств обзорной радиолокации в гражданской авиации.

## **9.3 Контрольные вопросы и задания для проведения входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **Примерный перечень теоретических вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию**

1 Термины и определения в области электромагнитной совместимости технических средств.

2 Источники и рецепторы электромагнитных помех, их классификация.

3 Пути решения проблемы электромагнитной совместимости.

4 Модель группировки радиоэлектронных средств как единой системы.

5 Системные показатели совместимости.

6 Принципы построения моделей для анализа совместимости.

7 Виды моделирования.

8 Основные определения и классификация радиоэлектронных помех.

9 Комбинационные, интермодуляционные, паразитные и шумовые излучения.

10 Контактные помехи.

11 Источники и механизмы возникновения промышленных помех.

12 Определение восприимчивости к электромагнитным помехам радиоэлектронного оборудования на любом структурном уровне.

- 13 Прогнозирование электромагнитной совместимости и электромагнитных помех.
- 14 Разработка эффективных мер защиты радиоэлектронного оборудования от электромагнитных помех.
- 15 Декомпозиция процесса функционирования радиоэлектронного оборудования.
- 16 Сетевая модель функционирования радиоэлектронного оборудования.
- 17 Качество функционирования радиоэлектронного оборудования в условиях воздействия помех.
- 18 Амплитудная оценка помех.
- 19 Частотная оценка помех.
- 20 Детальная оценка помехи.
- 21 Оценка показателей работы систем передачи цифровой информации.
- 22 Оценка показателей работы радиотехнических средств наблюдения.
- 23 Оценка показателей работы радиотехнических средств навигации и посадки.
- 24 Побочные колебания на гармониках рабочей частоты.
- 25 Комбинационные колебания.
- 26 Интермодуляционные колебания.
- 27 Паразитные колебания.
- 28 Внеполосные колебания.
- 29 Нормы на уровни побочных излучений радиопередающих устройств.
- 30 Нормы государственных стандартов Российской Федерации.
- 31 Международные нормы на уровни побочных излучений радиопередающих устройств.
- 32 Типы помех и их воздействие на радиоприёмное устройство.
- 33 Восприимчивость радиоприёмного устройства к электромагнитным помехам в полосе пропускания, по соседнему каналу приёма и вне полосы пропускания.
- 34 Амплитудные методы оценки.
- 35 Порог восприимчивости в полосе пропускания и по каналам побочного приёма.
- 36 Оценка воздействия помех с учётом их частотных особенностей.
- 37 Детальная оценка помех.
- 38 Взаимная модуляция.
- 39 Насыщение приёмника помехой.
- 40 Перекрестная модуляция.
- 41 Частотная оценка излучений и их приёма.
- 42 Существование критических комбинаций излучения и приёма.
- 43 Амплитудная оценка помех.
- 44 Коррекция результатов амплитудной оценки, учитывающая различие полос частот и их разнос у источника помех и приёмника.
- 45 Детальная оценка помех, учитывающая наличие гармоник, тип модуляции и поляризацию излучения.
- 46 Нормы на параметры избирательности радиоприемников.

- 47 Требования, предъявляемые к приемникам подвижной электросвязи.
- 48 Требования, предъявляемые к приемникам радиотехнических средств наблюдения.
- 49 Требования, предъявляемые к приемникам средств навигации и посадки.
- 50 Особенности описания диаграмм направленности антенны в задачах электромагнитной совместимости.
- 51 Диаграмма направленности антенны в области главного лепестка.
- 52 Диаграмма направленности антенны в области бокового излучения.
- 53 Критерии взаимной ориентации антенн.
- 54 Распространение сигналов мешающих передатчиков.
- 55 Область прямой видимости.
- 56 Дифракция и тропосферное распространение.
- 57 Организационно-технические методы обеспечения совместимости.
- 58 Иерархическая структура управления в совокупности радиоэлектронных средств.
- 59 Координация работы совокупности радиоэлектронных средств.
- 60 Математические методы в задачах обеспечения совместимости.
- 61 Международные организации распределения частот и регламент радиосвязи.
- 62 Занимаемая полоса и задачи присвоения частот.
- 63 Нормативно-правовые документы регламентирующие распределение частот на территории Российской Федерации.
- 64 Присвоение частот с учетом пространственного расположения радиоэлектронных средств.
- 65 Присвоение частот с учетом неодновременной работы радиоэлектронных средств.
- 66 Роль и место радиоконтроля в системе управления использованием радиочастотного спектра.
- 67 Управление мощностью в совокупности радиоэлектронных средств.
- 68 Оптимизация координат радиоэлектронных средств на плоскости.
- 69 Управление поляризационными параметрами сигнала.
- 70 Управление диаграммами направленности антенн в совокупности радиоэлектронных средств.
- 71 Принцип формирования и правила построения операторной схемы алгоритмов.
- 72 Алгоритмы оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств.
- 73 Алгоритм расчета норм частотно-территориального разноса радиоэлектронных средств.

## **10 Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Теоретическая подготовка студентов по дисциплине обеспечивается на лекциях. На лекциях обучаемым даются систематизированные основы научных знаний по электромагнитной совместимости радиоэлектронных систем.

Выполнение лабораторных работ и проведение практических занятий осуществляется после прочтения на лекциях соответствующего теоретического материала, и служит средством закрепления полученных знаний и формирования навыков и умений инженерных исследований.

Текущий контроль успеваемости студентов необходимо осуществлять систематически: на лекциях, при подготовке и проведении лабораторных работ и при их защите, при подготовке и проведении практических занятий. Кроме того, следует проводить рубежный контроль усвоения теоретического материала по наиболее сложным разделам программы дисциплины.

Итоговый контроль знаний студентов по разделам и темам дисциплины проводится в формах защиты отчетов выполненных лабораторных работ и курсовой работы и выполнения заданий практических занятий, а по окончанию семестра – в виде экзамена.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» и профилю подготовки «Организация технической эксплуатации автоматизированных систем управления воздушным движением».

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 12 «Радиоэлектронных систем» « 12 » января 2017 года, протокол № 6

Разработчики:

К.т.н.



Максимов В.А.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)*

Заведующий кафедрой № 12

Д.т.н., с.н.с.



Кудряков С.А.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)*

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.т.н., с.н.с.



Кудряков С.А.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)*  
*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)*

Программа одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «15 февраля 2017 года, протокол № 5.

Программа с изменениями и дополнениями (в соответствии с Приказом от 14 июля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры») рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «30» августа 2017 года, протокол № 10.