




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)


---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) Л.Г. Стаценко  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
«\_16\_» сентября 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующая кафедрой  
Электроники и средств связи

  
(подпись) Л.Г. Стаценко  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
«\_16\_» сентября 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем

**Направление подготовки**

**11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

**профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»**

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3

лекции – не предусмотрено учебным планом

практические занятия 36 час.

лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом

в том числе с использованием МАО пр. 10 час.

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО 10 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы – не предусмотрено учебным планом

курсовая работа / курсовой проект – 3 семестр

зачет – не предусмотрено учебным планом

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22.09.2017 №958.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроники и средств связи, протокол №1 от «16» сентября 2019 г.

Заведующая кафедрой: д.ф.-м.н., профессор Л.Г. Стаценко  
Составитель: ст. преподаватель А. А. Бахвалова

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's/Specialist's/Master's degree in 11.04.02 Infocomm technologies and communication system**

**Master's Program Radiocommunication and radio access systems**

**Course title:** *Theory of Electromagnetic Compatibility of Radio-Electronic Means and Systems*

**Variable part of Block, 4 credits**

**Instructor:** *Bakhvalova A.A.*

**At the beginning of the course a student should be able to:**

use regulatory and legal documentation specific to the field of information and communication technologies and communication systems (regulatory legal acts of the Russian Federation, technical regulations, international and national standards, recommendations of the international telecommunication union);

willingness to promote the introduction of promising technologies and standards

carry out installation, commissioning, configuration, adjustment, pilot testing, testing and commissioning of facilities, tools and equipment of networks and communication organizations;

readiness to study scientific and technical information, domestic and foreign experience in the field of research;

willingness to organize work on the practical use and implementation of research results.

**Learning outcomes:**

Professional Competence

PC-6 – capable of designing, building, assembling and operating electronic means of infocommunications, directing media.

**Course description:** Study of electromagnetic radiation as a source of harmful effects on people and the environment. Study of regulatory documentation in the field of design and ecology. Communication facility design.

**Main course literature:**

1. Kostikov V.G. Electromagnetic compatibility in electronic devices [Electronic resource]: a tutorial / VG Kostikov, R.V. Kostikov, V.A. Shahn. - Electron. text data. - M.: Moscow State Technical University named after N.E. Bauman, 2012. - 128 p. - 2227-8397. - Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/31593.html>

2. Electromagnetic compatibility and noise immunity of RES: study guide [Electronic resource] / A.P. Pudovkin, Yu.N. Panasyuk, T.I. Chernyshov. -

Tambov: Publishing house TSTU, 2013. - 92 p.  
[www.tstu.ru/book/elib2/pdf/2013/pudovkin3.pdf](http://www.tstu.ru/book/elib2/pdf/2013/pudovkin3.pdf)

3. Efanov V.I. Electromagnetic compatibility of radio-electronic means and systems [Electronic resource]: a tutorial / V.I. Efanov, A.A. Tikhomirov. - Electron. text data. - Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2012. - 228 p. - 5-86889-188-0. - Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/14033.html>

**Form of final knowledge control:** exam.

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» предназначена для направления 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа». Трудоемкость дисциплины 4 зачетных единицы, 144 академических часа, из них 36 часов практических занятий, 108 часов самостоятельная работа (27 часов на подготовку к экзамену).

Данная дисциплина входит в вариативную часть блока обязательных дисциплин. Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре. Дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» базируется на подготовке, которую студенты получают при изучении дисциплин: «Физика (электродинамика)», «Высшая математика (интегро-дифференциальное счисление, спецфункции)». Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: сбор, передача, обработка и накопление информации, технические и программные средства реализации функциональных и вычислительных задач, базы данных, прикладные задачи.

**Цель:** изучение распространения электромагнитного излучения в местах размещения объектов связи, исследование формирования зон взаимного влияния источников излучения, методов защиты от электромагнитного излучения, а также ознакомление с действующей нормативной документацией и программного обеспечения для электромагнитной совместимости.

### **Задачи:**

1. Изучение характеристик радиоэлектронных средств вне основных полос частот излучения и приема радиосигналов;
2. изучение особенностей промышленных радиопомех;
3. изучение методов анализа электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств;
4. приобретение знаний в области современных системных методов исследования и обеспечения электромагнитной совместимости при проектировании радиоэлектронных средств;
5. формирование представлений об организационных аспектах, стандартах и нормативных документах в области электромагнитной совместимости.

б. формирование специалистов, глубоко владеющих современными технологиями и способных эффективно использовать эти знания при проектировании объектов связи, планировании сети и составлении технических заданий.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-6 - способен к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации	Знает	методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, направляющих сред передачи информации инфокоммуникаций, основы теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств
	Умеет	применять нормативные документы к проектируемым объектам, определять соответствие нормативным требованиям, проектировать и эксплуатировать радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, оформлять проектную документацию, применять основы теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств
	Владеет	основами проектирования и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, методиками, нормативными документами, правилами оформления проектной документации, основами теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: проблемная лекция, дискуссия.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Не предусмотрено учебным планом

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (36 час.)**

**Практическое занятие № 1.** Электромагнитная совместимость и непреднамеренные электромагнитные помехи. **(6 час.)**. Занятие проводится с использованием метода активного обучения «практика-консультация» **(2 час.)**. В начале урока каждому студенту выдается методический материал, содержащий теоретический материал по пройденной теме, варианты заданий и решение типового задания. Сначала, вместе с преподавателем разбирается и повторяется теоретический материал по теме. После чего, каждый студент решает свой вариант, при возникновении вопросов, обращается за помощью к преподавателю. Практика консультации проводится с целью научить студентов самостоятельной работе с учебной литературой, оказания помощи в самостоятельной работе, в подготовке к рубежной контрольной работе. Преподаватель контролирует ход решения задач, отвечает на возникающие вопросы и обобщает рассмотренный материал. Преимущество практики-консультации перед другими формами проведения практического занятия в том, что она позволяет приучить студентов к работе с литературой, индивидуализировать процесс обучения с учетом уровня понимания и восприятия материала каждым обучаемым.

**Цель занятия:** Оформить умение применять на практике полученные обучаемыми ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

#### **План занятия:**

1. Общие сведения о непреднамеренных помехах. Аддитивная и мультипликативная помеха. Основы прогнозирования ЭМС.

2. Источники и рецепторы электромагнитных помех. Уравнение баланса между помехозащищенностью и эмиссией помех. Информационная мера близости-расхождения двух сигналов (помех).

3. Классификация задач оптимального присвоения радиочастот. Излучения радиопередатчиков. Модели представления параметров передатчиков.

4. Оценка воздействия помех с учетом их частотных особенностей. Диаграммы направленности наиболее распространенных типов антенн. 5. Основные и неосновные направления излучений. Физические поля антенн в ближней, переходной и дальней зонах. Основные функциональные соотношения при поэтапном способе оценки ЭМС.

**Практическое занятие № 2.** Прогнозирование и анализ внутри системных помех. **(6 час.)**. Занятие проводится с использованием метода **активного обучения «практика-консультация» (2 час.)**. В начале урока каждому студенту выдается методический материал, содержащий теоретический материал по пройденной теме, варианты заданий и решение типового задания. Сначала, вместе с преподавателем разбирается и повторяется теоретический материал по теме. После чего, каждый студент решает свой вариант, при возникновении вопросов, обращается за помощью к преподавателю. Практика консультации проводится с целью научить студентов самостоятельной работе с учебной литературой, оказания помощи в самостоятельной работе, в подготовке к рубежной контрольной работе. Преподаватель контролирует ход решения задач, отвечает на возникающие вопросы и обобщает рассмотренный материал. Преимущество практики-консультации перед другими формами проведения практического занятия в том, что она позволяет приучить студентов к работе с литературой, индивидуализировать процесс обучения с учетом уровня понимания и восприятия материала каждым обучаемым.

**Цель занятия:** Оформить умение применять на практике полученные обучаемыми ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.



### **План занятия:**

1. Помехи, обусловленные импульсными переходными процессами в цепях. Декомпозиция ЭМО до симплекса «источник помехи-рецептор помехи».

2. Теория экранирования. Экранирующие материалы, непрерывность электромагнитного экрана. Методы уменьшения взаимных электромагнитных помех при наладочных работах. Технология изготовления высоконадежных разъемов.

3. Теория электрической разведки и обеспечение заземления в интересах ЭМС. Сопротивление грунта растеканию тока. Методы расчета сложных заземляющих устройств. Заземление аппаратуры в зданиях.

4. Теория построения межсистемных фильтров. Характеристики электрорадиоизделий как источников и рецепторов помех. Помехи в приборах и устройствах, межкаскадные связи. Обеспечение электромагнитной совместимости при проектировании радиоэлектронных средств.

**Практическое занятие № 3.** Методы решения типовых задач оптимального присвоения рабочих частот **(6 час.)**. Занятие проводится с использованием метода активного обучения «практика-консультация» **(2 час.)**. В начале урока каждому студенту выдается методический материал, содержащий теоретический материал по пройденной теме, варианты заданий и решение типового задания. Сначала, вместе с преподавателем разбирается и повторяется теоретический материал по теме. После чего, каждый студент решает свой вариант, при возникновении вопросов, обращается за помощью к преподавателю. Практика консультации проводится с целью научить студентов самостоятельной работе с учебной литературой, оказания помощи в самостоятельной работе, в подготовке к рубежной контрольной работе. Преподаватель контролирует ход решения задач, отвечает на возникающие вопросы и обобщает рассмотренный материал. Преимущество практики-консультации перед другими формами проведения практического занятия в

том, что она позволяет приучить студентов к работе с литературой, индивидуализировать процесс обучения с учетом уровня понимания и восприятия материала каждым обучаемым.

**Цель занятия:** Оформить умение применять на практике полученные обучаемыми ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

**План занятия:**

1. Повторение методов оптимального присвоения рабочих частот
2. Разбор типовых задач

**Практическое занятие № 4.** Экранирование и фильтрация. Общие сведения об экранировании. (6 час.). Занятие проводится с использованием метода активного обучения «практика-консультация» (2 час.). В начале урока каждому студенту выдается методический материал, содержащий теоретический материал по пройденной теме, варианты заданий и решение типового задания. Сначала, вместе с преподавателем разбирается и повторяется теоретический материал по теме. После чего, каждый студент решает свой вариант, при возникновении вопросов, обращается за помощью к преподавателю. Практика консультации проводится с целью научить студентов самостоятельной работе с учебной литературой, оказания помощи в самостоятельной работе, в подготовке к рубежной контрольной работе. Преподаватель контролирует ход решения задач, отвечает на возникающие вопросы и обобщает рассмотренный материал. Преимущество практики-консультации перед другими формами проведения практического занятия в том, что она позволяет приучить студентов к работе с литературой, индивидуализировать процесс обучения с учетом уровня понимания и восприятия материала каждым обучаемым.

**Цель занятия:** Оформить умение применять на практике полученные обучаемыми ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

**План занятия:**

1. Электростатическое экранирование. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля.

2. Экранирование высокочастотного магнитного поля.
3. Экранирование помехонесущего электромагнитного поля.
4. Общие сведения о фильтрах. Сглаживающие фильтры и их расчет. Высокочастотные фильтры и их расчет

**Практическое занятие № 5.** Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех. **(6 час.)**. Занятие проводится с использованием метода активного обучения «практика-консультация» **(2 час.)**. В начале урока каждому студенту выдается методический материал, содержащий теоретический материал по пройденной теме, варианты заданий и решение типового задания. Сначала, вместе с преподавателем разбирается и повторяется теоретический материал по теме. После чего, каждый студент решает свой вариант, при возникновении вопросов, обращается за помощью к преподавателю. Практика консультации проводится с целью научить студентов самостоятельной работе с учебной литературой, оказания помощи в самостоятельной работе, в подготовке к рубежной контрольной работе. Преподаватель контролирует ход решения задач, отвечает на возникающие вопросы и обобщает рассмотренный материал. Преимущество практики-консультации перед другими формами проведения практического занятия в том, что она позволяет приучить студентов к работе с литературой, индивидуализировать процесс обучения с учетом уровня понимания и восприятия материала каждым обучаемым.

**Цель занятия:** Оформить умение применять на практике полученные обучаемыми ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

**План занятия:**

1. Устранение высокочастотных помех в цепях питания. Заземление.
2. Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления.
3. Обеспечение ЭМС РЭС на основе пространственных и временных факторов.

**Практическое занятие № 6.** Общие сведения об обеспечении ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой. **(6 час.)**. Занятие проводится с использованием метода **активного обучения «практика-консультация» (2 час.)**. В начале урока каждому студенту выдается методический материал, содержащий теоретический материал по пройденной теме, варианты заданий и решение типового задания. Сначала, вместе с преподавателем разбирается и повторяется теоретический материал по теме. После чего, каждый студент решает свой вариант, при возникновении вопросов, обращается за помощью к преподавателю. Практика консультации проводится с целью научить студентов самостоятельной работе с учебной литературой, оказания помощи в самостоятельной работе, в подготовке к рубежной контрольной работе. Преподаватель контролирует ход решения задач, отвечает на возникающие вопросы и обобщает рассмотренный материал. Преимущество практики-консультации перед другими формами проведения практического занятия в том, что она позволяет приучить студентов к работе с литературой, индивидуализировать процесс обучения с учетом уровня понимания и восприятия материала каждым обучаемым.

**Цель занятия:** Оформить умение применять на практике полученные обучаемыми ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

**План занятия:**

1. Сведения об обеспечении ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой.
2. Выбор мощностей передатчиков в группе радиоэлектронных средств

**Лабораторные работы**

Не предусмотрены учебным планом.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Электромагнитная совместимость и непреднамеренные электромагнитные помехи. Прогнозирование и анализ внутри системных помех.	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 1-12, курсовой проект
			умеет		
			владеет		
2	Методы решения типовых задач оптимального присвоения рабочих частот	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 13-16, курсовой проект
			умеет		
			владеет		
3	Экранирование и фильтрация. Общие сведения об экранировании	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 17-19, курсовой проект
			умеет		
			владеет		
4	Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 20-24, курсовой проект
			умеет		
			владеет		

5	Общие сведения об обеспечении ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой.	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 25-28, курсовой проект
			умеет		
			владеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Костиков В.Г. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Костиков, Р.В. Костиков, В.А. Шахнов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 128 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31593.html>
2. Электромагнитная совместимость и помехозащищённость РЭС: учебное пособие [Электронный ресурс]/ А.П. Пудовкин, Ю.Н. Панасюк, Т.И. Чернышова. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 92 с. [www.tstu.ru/book/elib2/pdf/2013/pudovkin3.pdf](http://www.tstu.ru/book/elib2/pdf/2013/pudovkin3.pdf)
3. 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. — 5-86889-188-0. — Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/14033.html>

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Жежеленко И.В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Жежеленко, М.А. Короткевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. — 197 с. — 978-985-06-2184-9. — Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/20304.html>

Аполлонский С.М. Электромагнитные поля технического оборудования. Том 2. Методы математической физики и их использование при расчетах электромагнитных полей [Электронный ресурс] : монография / С.М. Аполлонский. — Электрон. текстовые данные. — М. : Русайнс, 2016. — 280 с. — 978-5-4365-0733-0. — Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/61685.html>

### **Нормативно-правовые материалы**

1. ГОСТ 23611-79. Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Термины и определения  
<http://vsegost.com/Catalog/21/2190.shtml>
2. ГОСТ 23872-79. Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Номенклатура параметров и классификация технических характеристик. <http://vsegost.com/Catalog/24/24242.shtml>
3. ГОСТ Р 51320-99 Радиопомехи промышленные. Методы испытаний источников промышленных помех. <http://vsegost.com/Catalog/87/8760.shtml>

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Мультимедийная (презентационная) система. Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic, экран 316x500 см, 16:10 с электрическим приводом, крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta
2. Операционная система Windows 7
3. Интегрированный пакет прикладных программ Microsoft Office 2010

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для изучения дисциплины «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» обучающемуся предлагаются практические занятия. Обязательным элементом является также самостоятельная работа. Из 144 общих учебных часов 108 часов отводится на самостоятельную работу студента. В рамках часов, выделенных на самостоятельную работу, студент должен производить подготовку к рейтинговым и зачетным проверкам, а также изучать темы, отведенные преподавателем на самостоятельное изучение. Помимо различных методических указаний и списка рекомендуемой литературы обучающийся должен обсуждать возникающие у него вопросы на консультациях, назначаемых преподавателем.

Примерное распределение часов самостоятельной работы, которые студент должен отводить на тот или иной вид занятий: подготовка к практическим занятиям – 81 ч., подготовка к экзамену – 27 ч. Тем не менее, учитывая особенности каждого студента, указанные часы могут варьироваться.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. Обучающийся должен своевременно выполнять задания, выданные на практических занятиях.

При подготовке к занятиям обучающийся изучает план изучаемого материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

К экзамену обучающийся должен отчитаться по всем практическим занятиям. Темы, рассмотренные на практических занятиях, закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы и при написании курсового проекта.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посещать консультации. Экзамен проставляется по результатам рейтинга.



## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Мультимедийная аудитория:

Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости  
радиоэлектронных средств и систем»**

**Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии  
и системы связи профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2019**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Курсовой проект	45	Курсовой проект
2	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям	36	Дискуссии
3	В течение семестра	Подготовка к экзамену	27	Экзамен

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Успешное освоение дисциплины основывается на систематической повседневной работе обучающегося. Самостоятельная работа предполагает работу с литературой, нормативными документами, интернет-ресурсами, предложенными преподавателем, а также посещение консультаций, проводимых преподавателем. Систематизация материала может проводиться в виде конспектов, рефератов, табличном варианте и другими способами, удобными для обучающегося.

### Методические указания к написанию конспекта

Конспект может быть выполнен в печатной или письменной форме.

Основные требования к конспекту:

1. Тема изучаемого материала,
2. Запись основных понятий, определений, закономерностей, формул, и т.д.,

3. Заключение по пройденному материалу,

4. Список использованных источников.

Конспекты дополняются материалами, полученными при проработке дополнительной литературы.

### Методические указания к написанию реферата и представлению доклада

- внимательно изучить теоретический материал по теме задания;
- отобрать эмпирический материал для выполнения задания;
- интерпретировать эмпирический материал в соответствии с требованиями к курсовой работе, предъявляемыми преподавателем (например, обосновать применимость объяснительной теоретической модели к конкретной коммуникативной ситуации или применимость модели оценки эффективности коммуникации к конкретному Интернет-сайту организации);
- предложить собственные рекомендации по совершенствованию коммуникативных процессов на основании полученных данных.

При выполнении курсовой работы необходимо использовать не только теоретические знания по теме задания, но и личный социальный опыт, творческий подход к оценке коммуникативных процессов и разрешению проблемных ситуаций.

#### **Методические указания по подготовке к экзамену**

Обучающийся должен своевременно выполнять задания, выданные на практических занятиях.

К концу семестра обучающийся должен сдать реферат и представить доклад по теме реферата. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в практических работах, закрепляются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации. Экзамен проставляется по результатам рейтинга. Для положительной оценки необходимо набрать не менее 61 балла.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости**  
**радиоэлектронных средств и систем»**  
**Направление подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии**  
**и системы связи профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2019**

## Паспорт ФОС

*Заполняется в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.*

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-6 - способен к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации	Знает	методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, направляющих сред передачи информации инфокоммуникаций, основы теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств
	Умеет	применять нормативные документы к проектируемым объектам, определять соответствие нормативным требованиям, проектировать и эксплуатировать радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, оформлять проектную документацию, применять основы теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств
	Владеет	основами проектирования и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, методиками, нормативными документами, правилами оформления проектной документации, основами теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Электромагнитная совместимость и непреднамеренные электромагнитные помехи. Прогнозирование и анализ внутри системных помех.	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 1-12, курсовой проект
			умеет		
			владеет		
2	Методы решения типовых задач оптимального	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 13-16, курсовой проект
			умеет		
			владеет		

	присвоения рабочих частот				
3	Экранирование и фильтрация. Общие сведения об экранировании	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 17-19, курсовой проект
			умеет		
			владеет		
4	Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 20-24, курсовой проект
			умеет		
			владеет		
5	Общие сведения об обеспечении ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой.	ПК-6	знает	УО-4 Дискуссия	Экзаменационные вопросы 25-28, курсовой проект
			умеет		
			владеет		

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ПК-6 - способен к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации и радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации	знает (пороговый уровень)	методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, направляющих сред передачи информации инфокоммуникаций, основы теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	Применение методической и нормативной базы в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, направляющих сред передачи информации инфокоммуникаций, основы теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	Знание методической и нормативной базы в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, направляющих сред передачи информации инфокоммуникаций, основ теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	61-75
	умеет (продвинутый)	применять нормативные документы к проектируемым объектам,	Применение нормативных документов к проектируемым объектам,	Знание нормативных документов к проектируемым объектам, умение	76-85

		определять соответствие нормативным требованиям, проектировать и эксплуатировать радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, оформлять проектную документацию, применять основы теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	определять соответствие нормативным требованиям, проектирование и эксплуатация радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, оформление проектной документации, применение основ теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	определять соответствие нормативным требованиям, проектирование и эксплуатация радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, оформление проектной документации, знание основ теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	
	владеет (высокий)	основами проектирования и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, методиками, нормативными документами, правилами оформления проектной документации, основами теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	Применение основ проектирования и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, методик, нормативных документов, правил оформления проектной документации, основами теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	Знание основ проектирования и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, методик, нормативных документов, правил оформления проектной документации, основами теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	86-100

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся является обязательной. Для получения положительной оценки на экзамене необходимо сформировать свое Портфолио, которое состоит из результатов индивидуальных графических заданий.



## **Портфолио**

по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем»

### **1 Название портфолио**

### **2 Структура портфолио:**

2.1 конспект лекций;

2.2 курсовой проект.

### **Подготовка и выполнение заданий**

По каждой теме дисциплины предлагаются вопросы. Рекомендации по изучению каждой темы дисциплины предложены ниже.

### **ТЕМА 1. Электромагнитная совместимость и непреднамеренные электромагнитные помехи.**

При изучении темы необходимо:

- прочитать соответствующую литературу;
- ответить на вопросы для самоконтроля.

### **ТЕМА 2. Прогнозирование и анализ внутри системных помех.**

При изучении темы необходимо:

- прочитать соответствующую литературу;
- ответить на вопросы для самоконтроля.

### **ТЕМА 3. Методы решения типовых задач оптимального присвоения рабочих частот.**

При изучении темы необходимо:

- прочитать соответствующую литературу;
- ответить на вопросы для самоконтроля.

#### **ТЕМА 4. Экранирование и фильтрация. Общие сведения об экранировании.**

При изучении темы необходимо:

- прочитать соответствующую литературу;
- ответить на вопросы для самоконтроля.

#### **ТЕМА 5. Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.**

При изучении темы необходимо:

- прочитать соответствующую литературу;
- ответить на вопросы для самоконтроля.

#### **ТЕМА 6. Общие сведения об обеспечении ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой.**

При изучении темы необходимо:

- прочитать соответствующую литературу;
- ответить на вопросы для самоконтроля.

Для выполнения курсовой работы рекомендуется с начала изучения курса самостоятельно изучать литературу, приведенную в перечне, особое внимание уделив нормативным и методическим указаниям.

Задание на курсовую работу выдается в начале учебного семестра.

**Цель курсовой работы** – углублённое изучение одной из проблем электромагнитной совместимости РЭС.

#### **Задания для курсовой работы**

**Цель курсовой работы** – углублённое изучение одной из проблем электромагнитной совместимости РЭС.

Содержание курсовой работы:

- название;
- цель;

- реферат по теме курсовой работы;
- заключение;
- перечень цитируемой литературы.

#### Этапы курсовой работы:

- Получение задания на курсовую работу.
- Подбор и обзор литературы.
- Подбор и оформление разделов по литературным источникам.
- Подбор и оформление разделов по источникам, взятым из Интернета.
- Полное оформление работы в виде реферата.
- Защита курсовой работы.

#### Примерный перечень тем курсовой работы:

- 1) Анализ требований, предъявляемых к автономным системам электропитания с учётом ЭМС.
- 2) Особенности электромагнитной обстановки на промышленных объектах.
- 3) Электромагнитная совместимость радиоприемных устройств СВЧ.
- 4) Электромагнитная совместимость в приводной технике.
- 5) Выбор оптимальной структуры сигнала с целью обеспечения электромагнитной совместимости.
- 6) Электромагнитная совместимость сотовых сетей.
- 7) Электромагнитная совместимость импульсных источников электропитания.
- 8) Экранирование для обеспечения электромагнитной совместимости систем управления.
- 9) Электромагнитная совместимость радиорелейных и спутниковых систем связи.
- 10) Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.
- 11) Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.
- 12) Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями.

- 13) Актуальные вопросы радиоконтроля.
- 14) Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре.
- 15) Измерения уровня электромагнитных помех.
- 16) Стандарты в области электромагнитной совместимости.
- 17) Использование фильтров для обеспечения электромагнитной совместимости.
- 18) Обеспечение электромагнитной совместимости на подвижных объектах радиосвязи.
- 19) Обеспечение электромагнитной совместимости спутниковых систем связи с наземными системами.
- 20) Нормирование в практике обеспечения электромагнитной совместимости.
- 21) Особенности задач обеспечения электромагнитной совместимости на различных уровнях.
- 22) Обеспечение электромагнитной совместимости на основе пространственных и временных факторов.
- 23) Радиочастотный ресурс и его использование.
- 24) Обеспечение электромагнитной совместимости радиорелейных линий связи.
- 25) Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в условиях непреднамеренных помех.

### **Объём курсовой работы и порядок её защиты:**

Минимальный объём пояснительной записки курсовой работы 25 страниц машинописного текста. Для написания курсовой работы рекомендуется использовать источники из списка литературы, приведённые в данной программе, имеющиеся в библиотеке ДВФУ и в городских библиотеках, источники из Интернета и другие источники.

В ходе защиты курсовой работы студент выступает с докладом продолжительностью 10 минут и отвечает на вопросы преподавателя и членов учебной группы.

### **Объём курсовой работы и порядок её защиты:**

Минимальный объём пояснительной записки курсовой работы 25 страниц машинописного текста. Для написания курсовой работы рекомендуется использовать источники из списка литературы, приведённые в данной программе, имеющиеся в библиотеке ДВФУ и в городских библиотеках, источники из Интернета и другие источники.

В ходе защиты курсовой работы студент выступает с докладом продолжительностью 10 минут и отвечает на вопросы преподавателя и членов учебной группы.

### **Критерии оценки:**

✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 баллов выставляется студенту, если оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными

навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Перечень вопросов на экзамен**

по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем»

1. Термины, относящиеся к электромагнитной совместимости (ЭМС).
2. Разделение на внешнюю и внутреннюю электромагнитные совместимости РЭС в свете системного подхода.
3. Пути обеспечения внутренней электромагнитной совместимости.
4. Пути обеспечения внешней электромагнитной совместимости.
5. Решение вопросов обеспечения ЭМС РЭС в различных подразделениях базы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи.
6. Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС.
7. Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями.
8. Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.
9. Нормирование параметров радиоизлучений и приема РЭС, влияющих на ЭМС.

10. Радиоизлучения передающих устройств и их нормируемые параметры.
11. Нормируемые параметры радиоприемных устройств, связанные с ЭМС.
12. Электростатическое экранирование.
13. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля.
14. Экранирование высокочастотного магнитного поля.
15. Экранирование помехонесущего электромагнитного поля.
16. Общие сведения о фильтрах.
17. Сглаживающие фильтры и их расчет.
18. Высокочастотные фильтры и их расчет.
19. Устранение высокочастотных помех в цепях питания.
20. Заземление.
21. Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления.
22. Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.
23. Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите.
24. Электромагнитная обстановка вблизи высоковольтных линий передачи, вблизи железнодорожной контактной сети и вблизи высоковольтных установок.
25. Обеспечение ЭМС РЭС на основе пространственных и временных факторов.
26. Выбор мощностей передатчиков в группе радиоэлектронных средств.
27. Общие сведения об обеспечении ЭМС спутниковых систем связи с наземными системами и космических служб между собой.
28. Какие устройства называют электрическими фильтрами?
29. Какими параметрами описывают АЧХ фильтров?
30. Где используют фильтры?
31. Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от частоты пропускания?

32. Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от особенностей реализации?

33. Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от элементной базы?

34. Как классифицируют электрические фильтры в зависимости от функционального назначения?

35. В чём отличия АЧХ фильтров Чебышева и Баттерворта?

36. В чём преимущества резистивно-емкостных фильтров перед индуктивно-емкостными фильтрами?

В основе оценки знаний по курсу «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» лежат следующие базовые требования: - освоение всех разделов теоретического курса программ, основных проблем современного радиооборудования; - умение применять профессиональные знания и умения для работы с радиоэлектронными средствами.

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем»

Баллы (рейтинго вой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-85	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.
85-76	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при



		решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.
75-61	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.