

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)



УТВЕРЖДАЮ  
директор УрТИСИ СибГУТИ  
Минина Е.А.  
«    »      2023 г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Б1.В.05 Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем

Направление подготовки / специальность: **11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

Направленность (профиль) / специализация: **Сети, системы и устройства телекоммуникаций**

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: 2024

Разработчик (-и):  
к.т.н., доцент

/ С.А. Баранов

подпись

Оценочные средства обсуждены и утверждены на заседании инфокоммуникационных технологий и мобильной связи (ИТиМС)

Протокол от 28.11.2023 №3

Заведующий кафедрой

/ Н.В. Будылдина

подпись

Екатеринбург, 2023

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)

УТВЕРЖДАЮ  
директор УрТИСИ СибГУТИ  
\_\_\_\_\_ Минина Е.А.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **Б1.В.05 Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем**

Направление подготовки / специальность: **11.04.02 «Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи»**

Направленность (профиль) / специализация: **Сети, системы и устройства  
телекоммуникаций**

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: 2024

Разработчик (-и):

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ / С.А. Баранов  
подпись

Оценочные средства обсуждены и утверждены на заседании инфокоммуникационных  
технологий и мобильной связи (ИТиМС)

Протокол от 28.11.2023 №3

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Н.В. Будылдина  
подпись

Екатеринбург, 2023

## 1. Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Этап	Предшествующие этапы (с указанием дисциплин/практик)
ПК-1 Способен к устранению сбоев и отказов сетевых устройств	ПК-1.2 Знает общие принципы функционирования аппаратных, программных, программно-аппаратных средств администрируемой сети, протоколы канального, сетевого транспортного и прикладного уровня модели взаимодействия открытых систем	1	-

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен

## 2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1 Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины является уровень их освоения.

Индикатор освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ПК-1.2 Знает общие принципы функционирования аппаратных, программных, программно-аппаратных средств администрируемой сети, протоколы канального, сетевого транспортного и прикладного уровня модели взаимодействия открытых систем	Знать технические характеристики и общие принципы функционирования аппаратных средств в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты Уметь провести расчет параметров электромагнитной совместимости, провести проверку соответствия требованиям электромагнитной совместимости, учитывать мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и	Демонстрирует уверенные знания технических характеристик и общие принципы функционирования аппаратных средств в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты, не испытывает затруднений при ответе на поставленные вопросы при защите практических работ и на экзамене.  Умеет применять основные расчетные формулы параметров электромагнитной совместимости, проводит проверку соответствия требованиям электромагнитной совместимости, при этом в расчетах отсутствуют ошибки. На экзамене не испытывает затруднений при ответе на вопросы преподавателя и билета.  Выполняет практические работы

	<p>безопасности жизнедеятельности.</p> <p>– применять методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области радиоэлектронных средств и систем, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем</p> <p>Владеть навыками разработки и анализа вариантов создания устройств и систем на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и собственной интуиции; прогнозу последствий, поиск компромиссных решений в условиях многокритериальности. и сетей связи.</p>	<p>самостоятельно, используя техническую и учебную документация, демонстрирует уверенные навыки разработки и анализа вариантов создания устройств и систем на основе синтеза накопленного опыта, оформления отчетной документации</p>
--	--	---

### Шкала оценивания.

#### Экзамен

5-балльная шкала	Критерии оценки
«отлично»	<p>На экзаменационные вопросы даны полные аргументированные ответы. Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на итоговом уровне, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала по тематике: конструкция НСЭ на основе электрических и волоконно-оптических кабелей, основные параметры линий связи, параметры передачи, взаимные влияния, внешние влияния на направляющие системы электросвязи, защита направляющих систем электросвязи и линейных сооружений от коррозии, основы проектирования, строительства и технической эксплуатации направляющих систем электросвязи. Студент усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при выполнении заданий.</p>

«хорошо»	На экзаменационные вопросы даны полные аргументированные ответы, но с замечаниями преподавателя. Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на среднем уровне: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при ответе на поставленные вопросы, по тематике: конструкция НСЭ, основные параметры линий связи, параметры передачи, взаимные влияния, внешние влияния и коррозия. Допущены ошибки при решении задач
«удовлетворительно»	На экзаменационные вопросы даны ответы со слабой аргументацией, преподаватель задал множество наводящих вопросов. Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: в ходе выполнения практических заданий, решения задач допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, по некоторым дисциплинарным разделам, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и по тематике: конструкция НСЭ, основные параметры линий связи, параметры передачи, взаимные влияния, внешние влияния и защита направляющих систем электросвязи и линейных сооружений от коррозии, основы проектирования, строительства и технической эксплуатации направляющих систем электросвязи.
«неудовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на уровне ниже порогового, проявляется недостаточность знаний. Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний по темам дисциплины, отсутствуют навыки решения задач.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания по дисциплине

#### 3.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы и методы текущего контроля

Тема и/или раздел	Формы/методы текущего контроля успеваемости
ПК-1.2 Знает общие принципы функционирования аппаратных, программных, программно-аппаратных средств администрируемой сети, протоколы канального, сетевого транспортного и прикладного уровня модели взаимодействия открытых систем	
Задачи, решаемые при обеспечении электромагнитной совместимости (ЭМС)	экзамен
Методы обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств	экзамен
Радиопомехи	Практическое занятие, зачет экзамен
Технические характеристики узлов РЭС, влияющие на ЭМС и их нормирование	Практическое занятие, зачет экзамен
Методы анализа и обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, расположенных на одном объекте	экзамен

Управление использованием радиочастотных спектров на международном и национальном уровнях.	экзамен
Обеспечение ЭМС в системах радиосвязи	Практическое занятие, зачет экзамен
Экономические методы управления использованием радиочастотных спектров	экзамен
Организация службы радиоконтроля	экзамен
	экзамен
Теория направляющих систем	экзамен

### 3.2. Типовые материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

#### ПК-1 Способен к устранению сбоев и отказов сетевых устройств

Пример задания на практическое занятие

Практическая работа №1 Оценка помехоустойчивой обстановки в диапазоне 100 МГц.

1. Цель работы:

1.1 Познакомиться с требованиями стандартов электромагнитной совместимости (ЭМС) России, стран Европы и США.

1.2 Изучить основные параметры электромагнитного канала утечки сообщений и методику определения критериев оценки безопасности сообщения, передаваемого по электромагнитному каналу.

1.3 Исследовать с помощью предложенной методики влияние различных видов ограждающих конструкций и уровня конфиденциальности передаваемых сообщений на параметры контролируемой зоны.

2. Выполнить задание:

Используя изученный теоретический материал, оценить среднеквадратическое значение напряженности поля, создаваемое атмосферными помехами при температуре 20 °С для частот 100 МГц, 500 МГц и 1000 МГц. Примечание. Для перевода измерений из мкВ/м в дБ достаточно воспользоваться формулой:  $E_{дБ} = 20 \lg E_{мкВ/м}$

В соответствии с методикой оценки критериев безопасности сообщений, передаваемых по электромагнитному каналу, определить расстояния до границ контролируемой зоны, требуемые для передачи важной информации, при использовании различных ограждающих конструкций в открытой сельской местности Соответствующие коэффициенты экранирования представлены в таблице 1.

Провести аналогичные измерения расстояний до границ контролируемой зоны при передаче весьма важной информации. Полученные результаты занести в таблицу 3.

Сделать выводы о границах контролируемой зоны в зависимости от вида конфиденциальной информации, передаваемой по электромагнитному каналу, и использования различных экранирующих конструкций.

Предложить дополнительные способы защиты конфиденциальной информации, передаваемой по электромагнитному каналу, с целью сокращения расстояния до границ контролируемой зоны.

Таблица 1 - Значения коэффициентов экранирования различных ограждающих конструкций.

Тип здания	Экранирование, дБ	Коэффициент экранирования $k_{экр}$
------------	-------------------	-------------------------------------

	100 МГц	500 МГц	1 ГГц	100 МГц	500 МГц	1 ГГц
Деревянное здание с толщиной стен 20 см	5 - 7	7 – 9	9- 11	0,56	0,45	0,36
Кирпичное здание с толщиной стен 1,5 кирпича	13 – 15	15 – 17	16 - 19	0,23	0,18	0,16
Железобетонное здание с ячейкой арматуры 15x15 см и толщиной 160 мм	20 – 25	18 – 19	15 - 17	0,09	0,13	0,18

Таблица 2-Расстояния до границ контролируемой зоны передачи важной информации, при использовании различных ограждающих конструкций.

Тип здания	Расстояние до границы контролируемой зоны, м		
	100 МГц	500 МГц	1 ГГц
Деревянное здание с толщиной стен 20 см			
Кирпичное здание с толщиной стен 1,5 кирпича			
Железобетонное здание с ячейкой арматуры 15x15 см и толщиной 160 мм			

Таблица 3- Расстояния до границ контролируемой зоны передачи весьма важной информации, при использовании различных ограждающих конструкций.

Тип здания	Расстояние до границы контролируемой зоны, м		
	100 МГц	500 МГц	1 ГГц
Деревянное здание с толщиной стен 20 см			
Кирпичное здание с толщиной стен 1,5 кирпича			
Железобетонное здание с ячейкой арматуры 15x15 см и толщиной 160 мм			

## Практическая работа №2 Оценка внеполосных излучений передатчиков

### 1.Цель работы:

1.1.Целью практической работы является закрепления теоретического материала в ходе программирования и экспериментального исследования основных показателей профессиональных радиостанций и получение практических навыков работы с аппаратурой.

1.2.Задачами работы являются ознакомление с методикой программирования профессиональной портативной радиостанции DJ-195 с клавиатуры и измерение основных показателей радиостанции после программирования.

## 2. Порядок выполнения работы:

2.1 Познакомиться с характеристиками трансивера DJ-195

2.2 Изучить органы управления трансивера  
2.3. Пользуясь описанием трансивера DJ-195, включить и настроить этот трансивер на работу с параметрами, указанными в таблице 1 для вашей бригады.

*Внимание!* При настройке трансивера кнопку РТТ (переход в режим передачи) не нажимать.

Таблица 1

Параметры	Номера бригад					
	1	2	3	4	5	6
Уровень громкости	7	8	9	10	11	12
Уровень шумоподавителя	0	1	2	3	4	5
Номер канала	1	2	3	4	5	6
Частота канала, кГц	144100	144300	144600	144900	145100	145400
Шаг сетки, кГц	10	12,5	15	25	5	30
Разнос частот, МГц (направление смещения)	1 (+)	2 (-)	3 (+)	4 (-)	5 (+)	6 (-)
Мощность	LO	LO	LO	LO	LO	LO
Максимальное время передачи, с	30	60	90	120	150	180

2.4. Выключить трансивер и собрать стенд в соответствии со схемой (рисунок 1), на которой показаны блоки стенда и кабели 1, 2 – ВЧ кабели RG-58 с разъемами BNC-male и UHF-male. При этом на вход частотомера (проводник длиной 10...20 см) сигнал трансивера поступает через паразитную емкостную связь.



Рисунок 1

2.5 Включить трансивер и на вашем канале, кратковременно переходя в режим передачи, провести измерение мощности и частоты выходного колебания передатчика. Трансивер перевести в режим полной мощности и повторить ее измерение. Затем трансивер перевести в режим пониженной мощности.

2.6 Выключить трансивер, разобрать стенд и подключить к трансиверу антенну.



2.7 Включить трансивер и прослушать эфир в режимах выключенного и принудительно открытого шумоподавителя.

2.8 Трансивер выключить и сдать преподавателю для проверки правильности запрограммированных параметров.

Практическая работа №3 Оценка помехоустойчивости радиоприемника по зеркальному каналу.

1.Цель работы:

1.1 Изучение оценки помехоустойчивости радиоприемника по зеркальному каналу.

2.Порядок выполнения работы:

1. Измерение реальной чувствительности Внимание! Звуковой генератор Г 3-104 (ЗГ) должен быть выключен. 1.Включить осциллограф. Включить генератор Г 4-102 (ГСС).

2. Измерение избирательности по соседнему каналу

3. Измерение избирательности по зеркальному каналу

4. Исследование эффективности АРУ

5. Снятие сквозной амплитудно - частотной характеристики

Практическая работы №4 Оценка параметров излучения спиральных антенн

1.Цель работы:

1.1Изучение направленных и частотных свойств цилиндрических спиральных антенн

2.Порядок выполнения работы:

2.1Для выполнения работы следует собрать лабораторную установку, которая содержит генератор СВЧ, исследуемую и приёмную антенны, регистрирующее устройство (измерительный усилитель или осциллограф).

2.2 Исследовать две цилиндрические спиральные антенны, снять диаграммы направленности.

2.3 Выбрать частоту настройки генератора в зависимости от диаметра исследуемой антенны. Для антенн, имеющих наибольший диаметр, выбрать среднюю частоту диапазона, для третьей антенны наибольшую частоту генератора.

2.3.4 Настроить генератор на максимум генерируемой мощности, установив необходимую частоту.

## 2.5 Снять диаграммы направленности по данным измерительного устройства.

Практическая работа № 5 Расчет параметров антенн для приема спутникового телевизионного вещания

**Цель работы:** изучение принципов работы и конструкции приемных направленных антенн спутникового телевидения и их облучателей - рупорных антенн; исследование зависимости диаграммами направленности от размеров рупора и амплитудно-фазового распределения в раскрыве; исследование корректирующего действия линз, установленных в раскрыве; измерение коэффициента усиления рупорных антенн.

### 2. Расчетное задание

Выполняется при домашней подготовке.

1. Рассчитать максимальные фазовые сдвиги рупоров 1, 2, 3 по формуле (6) и сравнить их с оптимальными ( $\lambda = 32$  мм).
2. Рассчитать коэффициенты усиления и диаграммы направленности (с помощью программы Mathcad) исследуемых в экспериментальной части рупорных антенн.

Практическая работа №6 Расчет частот для радиолинии ВЧ диапазона

**1. Цель работы:** Изучить методику выбора частот ВЧ диапазона при ионосферном отражении волны для коротких (менее 4000 км) и длинных трасс (более 4000 км).

2. Практическое задание: выбрать рабочую частоту для трассы от Свердловска до Донецка и от Свердловска до Владивостока.

Рассчитать длину трассы имея схожий принцип, с учетом нескольких деталей. Для длинных трасс рассчитывается отражение только по слою F2. Трасса разбивается на несколько скачков (отражений), соответственно рассматриваемых точек для выбора МПЧ становится больше

Типовые вопросы и задания к экзамену:

1. Методы и оценки электромагнитной совместимости РЭС
2. Задачи и средства обеспечения электромагнитной совместимости РЭС
3. Организационно-технические меры обеспечения ЭМС
4. Назовите источники электромагнитных помех и их характеристики
5. Характеристики антенн, влияющих на ЭМС
6. Основные параметры антенн
7. Особенности распространения радиосигналов.
8. Методы частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа

**Типовые задачи:**

1. Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости кру-говая, в вертикальной – описывается законом  $F(\theta) = |\sin \theta|$ . Максимальная эффективная излучаемая мощность равна 20 дБм. Определите, какая эффективная мощность излучается в направлении 60 градусов к горизонту, к земле.
2. Номинальная мощность передатчика 20 Вт на частоте 850 МГц, полоса пропускания равна 1 МГц, внеполосное излучение не превышает –60 дБ. Определите мощность передатчика на частотах: а) 850,5 МГц, б) 849,5 МГц, в) 851 МГц
3. Определить расстояние, на котором сигнал частоты 2 ГГц испытает ослабление 80 дБ в свободном пространстве

Банк контрольных вопросов, заданий и иных материалов, используемых в процессе процедур текущего контроля и промежуточной аттестации находится в учебно-методическом комплексе дисциплины и/или представлен в электронной информационно-образовательной среде по URI:<http://www.aup.uisi.ru>.

### **3.3. Методические материалы проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся**

Перечень методических материалов для подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации:

1. Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем». –URL: <http://aup.uisi.ru/>