

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01 Электромагнитная совместимость
радиоэлектронных средств и систем на основе
оборудования Huawei

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)

11.04.02.03 Системы связи и инфокоммуникаций на основе
оборудования Huawei

Форма обучения

очная

Год набора

2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

д-р техн. наук, профессор, Бульбик Янис Иванович

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Получение компетенций по глубокой декомпозиции и серьезной профессиональной проработки нового поколения инфокоммуникационных технологий, средств и систем на основе оборудования Huawei, в том числе, на примерах обеспечения электромагнитной совместимости.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Формирование знаний об основах планирования сетей радиосвязи и показателях эффективности на основе оборудования Huawei, используемых для оптимизации распределения каналов; освоение методов обеспечения оптимального частотно-территориального планирования сетей радиосвязи.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать: методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах по электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем инфокоммуникаций; методы планирования инфокоммуникационных сетей радиосвязи; показатели эффективности, используемые для оптимизации распределения каналов в инфокоммуникационных сетях радиосвязи; методы оптимального частотно-территориального планирования сетей радиосвязи современных инфокоммуникаций;

уметь: разрабатывать схемы организации сетей радиосвязи и обосновывать выбор параметров радиосетей инфокоммуникаций; проводить расчет распределения каналов радиосети инфокоммуникаций; проводить расчет объема оборудования сетей инфокоммуникаций; осуществлять техническое проектирование систем инфокоммуникаций;

владеть: основными методами планирования инфокоммуникационных сетей радиосвязи.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-2: Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы и подходы исследований с целью создания перспективных сетей связи	
ПК-2.1: Понимает основные технические характеристики, преимущества и недостатки продукции мировых и российских производителей информационно-коммуникационных систем и/или их составляющих	Знает эволюцию систем беспроводной радиосвязи и факторы их электромагнитной совместимости (ЭМС) Знает особенности беспроводной связи стандартов LTE и LTE-A при их ограничивающих ЭМС факторах Знает концепцию SDR современного развития беспроводной связи в ее реализациях фирмами Qualcomm и Huawei Умеет определять возможное число OFDM-символов ресурсного блока (RB) Умеет располагать места опорных сигналов в ресурсной сетке стандарта LTE

	<p>Умеет выбирать в зависимости от числа RB ширину полосы передачи системы связи стандарта LTE</p> <p>Владеет типовыми протоколами беспроводных каналов (БК) систем связи</p> <p>Владеет технологиями оценки текущего параметра БК системы связи</p> <p>Владеет основами оценки качества системы связи с БК</p>
<p>ПК-2.2: Осуществляет поиск, анализирует и оценивает информацию, необходимую для эффективного выполнения задачи, применяет современные методы исследований с целью создания перспективных сетей связи</p>	<p>Знает тенденции дизайна СВЧ-элементов каналообразующего оборудования (КОО) систем связи</p> <p>Знает ограничивающие факторы микрополосковых СВЧ-линий КОО систем связи</p> <p>Знает ограничивающие факторы микрополосковых СВЧ-линий КОО систем связи</p> <p>Умеет оценивать качество релевантных устройств КОО беспроводных сетей связи</p> <p>Умеет оценивать уровень побочных искажений электромагнитных сигналов, вносимых КОО систем связи</p> <p>Умеет определять уровень электромагнитной мощности сигналов КОО систем связи</p> <p>Владеет методами сравнительного анализа вариантов дизайна КОО систем связи</p> <p>Владеет методами экспериментального исследования СВЧ-линий КОО систем связи</p> <p>Владеет основами сравнительных оценок качества возможных КОО систем связи</p>
<p>ПК-2.3: Выбирает наилучшее решение для инфраструктуры информационно-коммуникационной системы</p>	<p>Знает виды радиопомех, источники их излучения и статистические оценки</p> <p>Знает внутрисистемные радиопомехи и статистические оценки их модельного описания</p> <p>Знает методы моделирования и экспериментального исследования ЭМС-характеристик систем связи</p> <p>Умеет устанавливать критерии подобия между параметрами БК систем связи и абонентскими цифровыми DLS-линиями</p> <p>Умеет оценивать уровень темпа среднестатистических ошибок при передаче данных (ПД) на имитаторах процесса ПД</p> <p>Умеет определять возможную степень снижения частоты несущего СВЧ-колебания и частоты следования тактовых интервалов для имитаторов ПД по БК систем связи</p> <p>Владеет методами физического моделирования процессов ПД по БК систем связи</p> <p>Владеет аппаратом статистического описания возможных ошибок ПД по БК систем связи</p> <p>Владеет адаптивным выбором объема канального алфавита при ПД по БК систем связи</p>
<p>ПК-3: Способен к выполнению работы по обеспечению функционирования</p>	

**телекоммуникационного оборудования корпоративных
инфокоммуникационных сетей с учетом требований информационной
безопасности**

ПК-3.1: Применяет средства мониторинга и анализа, принципы использования анализаторов протоколов и сетей

Знает функциональную блок-структуру SISO(OFDM)-технологии ПД по БК системы связи
Знает функциональную блок-структуру STBC (OFDM)-технологии ПД по БК системы связи
Знает ограничения по обеспечению функционирования SISO и STBC технологий ПД по БК систем связи
Умеет определять необходимую полосу частот при SISO(OFDM)-технологии ПД по БК системы связи
Умеет определять необходимую полосу частот при STBC(OFDM)-технологии ПД по БК системы связи
Умеет назначать значения стандартного либо расширенного циклического префикса OFDM-технологий систем связи
Владеет методологией формирования карт сигнального созвездия при комплексной их форме представления
Владеет методологией формирования дискретного обратного преобразования Фурье и передаче OFDM-сигналов в БК связи
Владеет методологией формирования дискретного прямого преобразования Фурье на принимаемой стороне БК связи

<p>ПК-3.2: Пользуется нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий</p>	<p>Знает функциональные элементы геоинформационной системы (ГИС) частотно-территориального планирования беспроводной сети связи</p> <p>Знает состав модуля электронной карты местности сети связи с учетом возможных сценариев ЭМС-обстановки</p> <p>Знает требования к картографической информации и геоинформационным базам данных для выбираемой местности</p> <p>Умеет формировать массив данных о базовых станциях, размещаемых с учетом электронных карт местности</p> <p>Умеет выбирать инструментальные средства создания ГИС при планировании беспроводной сети связи</p> <p>Умеет использовать встроенную базу данных с картографическим интерфейсом на выбираемой местности</p> <p>Владеет технологией построения электронных карт местности планируемой беспроводной сети связи</p> <p>Владеет инструментальными средствами создания ГИС местности планируемой беспроводной сети связи</p> <p>Владеет структурной оптимизацией решений с</p>
	<p>учетом моделей возможных сценариев ЭМС-обстановки, электронной карты местности и возможного размещения базовых станций беспроводной сети связи</p>

<p>ПК-3.3: Проводит работы по исправлению ошибок конфигурации сетевых устройств и операционных систем</p>	<p>Знает способ относительной фазовой модуляции/демодуляции несущего СВЧ-колебания, уменьшающей вероятность возникновения ошибок в процессе ПД по каналу связи</p> <p>Знает способ плавного изменения фазы несущего СВЧ-колебания, уменьшающей вероятность возникновения ошибок в процессе ПД по каналу связи</p> <p>Знает способ склемлирования/десклемлирования цифровой информации, уменьшающей вероятность ошибок в процессе ПД по каналу связи</p> <p>Умеет прогнозировать степень помехозащищенности системы беспроводной связи выбором определенного типа фазовой модуляции несущего СВЧ-колебания</p> <p>Умеет прогнозировать степень помехозащищенности системы беспроводной связи по оценкам кодового расстояния между смежными состояниями сигналов несущего СВЧ-колебания</p> <p>Умеет определять уровень среднестатистических ошибок в процессах ПД при различных типах модуляции несущего СВЧ-колебания</p> <p>Владеет методологией относительной фазовой</p>
	<p>модуляции/демодуляции несущего СВЧ-колебания</p> <p>Владеет методологией обеспечения плавных изменений фаз несущего СВЧ-колебания в беспроводном канале связи</p> <p>Владеет методологией оценок степени помехозащищенности процессов ПД при различных методах фазовой модуляции</p>

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,33 (48)	
занятия лекционного типа	0,44 (16)	
практические занятия	0,44 (16)	
лабораторные работы	0,44 (16)	
Самостоятельная работа обучающихся:	2,67 (96)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Системная концепция электромагнитной совместности (ЭМС) беспроводных систем связи									
	1. Предмет и задачи курса. Концепция электромагнитной совместности (ЭМС) беспроводных сетей связи. Виды радиопомех от различных источников излучения. Параметр «шумовая температура». Многолучевое распространение электромагнитных волн и его характеристики	4							
	2. Классификация инфокоммуникационных сетей и систем. Стандартизация телекоммуникационного оборудования			4					
	3. Инфокоммуникационные сети и системы на основе оборудования Huawei					4			
	4. Инфокоммуникационные сети и системы на основе оборудования Huawei							4	
2. Общая характеристика процесса распространения радиоволн с замиранием, обусловленным его многолучевой структурой									

1. Системный характер проблемы ЭМС РЭС. Физическое моделирование, имитационное и смешанное ЭМС обстановки	2							
2. Сравнительный анализ спектральных эффективностей методов модуляции и параметров пик-фактора			4					
3. Технологии адаптации на основе оборудования Huawei					4			
4. Принципы преодоления частотно-пространственных ограничений в сетях радиосвязи. Технологии MIMO							26	
3. Методы вычислительного моделирования и экспериментальные исследования характеристик ЭМС РЭС								
1. Зависимость внеполосных излучений от вида модуляции несущего колебания радиосигналов и помехозащищенность систем подвижной связи. Методы вычислительного и экспериментального исследования	6							
2. Статистические оценки помехозащищенности приема бинарных фазомодулированных сигналов			2					
3. Сравнительный анализ помехозащищенности процессов передачи/приема радиосигналов при BPSK- и QPSK-технологиях			2					
4. Оптимальное частотно-территориальное планирование сетей радиосвязи					4			
5. Технологии адаптации, оптимальная частотно-территориальная реализация сетей когнитивной радиосвязи							46	
4. Частотно-территориальное планирование сотовых сетей связи								

1. Принципы использования геоинформационных баз данных при решении задач планирования сетей подвижной радиосвязи. Требования к информации баз данных. Геоинформационная система автоматического проектирования сетей мобильной радиосвязи. Методика построения начального приближения сотовой сети с частотно-временным разделением каналов. Методика построения начального приближения сотовой связи с кодовым разделением каналов. Планирование услуг мобильного Интернета в сетях с кодовым разделением каналов. Особенности построения сотовой сети с ортогональным частотным разделением каналов	4							
2. Анализ помехозащищенности при многократной фазовой манипуляции			4					
3. Частотно-пространственная адаптация в сетях радиосвязи на основе оборудования Huawei					4			
4. Частотно-пространственная эффективность технологий ММО и многопозиционной модуляции в сетях радиосвязи							20	
Всего	16		16		16		96	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Ефанов В.И., Тихомиров А.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учеб. пособие(Томск: Томский государственный ун-т систем управления и радиоэлектроники).
2. Борисов В. И., Зинчук В. М. Помехозащищенность систем радиосвязи. Вероятностно-временной подход(Москва: РадиоСофт).
3. Панько С. П., Гарин Е. Н., Сухотин В. В. Радиотехнические системы специального назначения. Системы связи: учебник(Красноярск: СФУ).
4. Буга Н.Н., Фалько А.И., Чистяков Н.И., Чистяков Н.И. Радиоприемные устройства: учеб. для вузов по спец. "Радиосвязь и радиовещание"(Москва: Радио и связь).
5. Иванов В.А., Ильницкий Л.Я., Фузик М.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств(Киев: Техника).
6. Иванова Т.И. Корпоративные сети связи(Москва: ЭКО-ТРЕНДЗ).
7. Иванова Т.И. Компьютерные технологии в телефонии: научное издание (Москва: Эко-Трендз).
8. Фомин Н.Н., Головин О.В., Буга Н.Н., Фомин Н.Н. Радиоприемные устройства: учебник для вузов(Москва: Радио и связь).
9. Алдонин Г. М., Левицкий А.А. Объемный и печатный монтаж в РЭС. Электромагнитная совместимость: метод. указ. по лаб. работам для студентов радиотехн. спец.(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
10. Бадалов А. Л., Михайлов А.С. Нормы на параметры электромагнитной совместимости РЭС: справочник(Москва: Радио и связь).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Регулярно обновляемый интернет-браузер (Mozilla Firefox, Google Chrome, Yandex Browser, Opera, Internet Explorer, Safari);
2. Офисный пакет (MS Office, Libre Office, Open Office).

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Сайт библиотеки СФУ. Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/>
2. Электронный каталог библиотеки СФУ. Режим доступа: <http://catalog.sfu-kras.ru/>
3. Google Scholar. Режим доступа: <http://scholar.google.com>
4. Электронные базы научных статей по выбору студента.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения занятий необходимо наличие аудитории с мультимедийным проектором и аудиосистемой (колонками).

Для выполнения самостоятельной работы с применением ЭОК каждый студент должен иметь доступ к сайту ЭО СФУ с удаленного рабочего места (личный ПК, планшет, ПК в читальном зале библиотеки) и иметь возможность пользоваться наушниками и микрофоном.