МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

Проректор по учебной работе								
			_ П.Е. Троян					
« 05	>>	_07	2016 г.					

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1 – групповое проектное обучение 1)»

Уровень основной образовательной программы: академический бакалавриат

Направление подготовки:

11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: Системы мобильной связи

Форма обучения: очная

Факультет: РТФ (радиотехнический)

Профилирующая кафедра: *TOP (телекоммуникаций и основ радиотехники)* Обеспечивающая и выпускающая кафедра: *PTC (радиотехнических систем)*

Курс: 2 Семестр: 4

Учебные план набора 2016 г. и последующих лет

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной работы	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Всего	Единицы
1.	Лекции	40				40	час.
2.	Лабораторные работы	34				34	час.
3.	Практические занятия	34				34	час.
4.	Курсовой проект/работа (КСР) (аудиторная)						час.
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)	108				108	час.
6.	Из них в интерактивной форме	8				8	час.
7.	Самостоятельная работа (СР) студентов	72				72	час.
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)	180				180	час.
9.	СР на подготовку и сдачу экзамена	36				36	час.
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)	216				216	час.
	(в зачетных единицах)	6				6	ЗЕТ

Зачет: не предусмотрен Диф. зачет: не предусмотрен

Экзамен: 4 семестр

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры протокол № от «___» _____20__ г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного приказом Минобрнауки России №174 от 06.03.2015 г.,

рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехнических систем (РТС) 01 июля 2016 г., протокол № 9.

Разработчики: заведующий кафедрой РТС

Мелихов С.В.

доцент кафедры РТС

Кологривов В.А.

Зав. обеспечивающей и выпускающей кафедрой РТС

Мелихов С.В.

Рабочая программа согласована с факультетом и профилирующей кафедрой направления подготовки.

Декан РТФ Попова К.Ю.

Зав. профилирующей кафедрой ТОР

Демидов А.Я.

Эксперт:

Профессор кафедры РТС

Шарыгин Г.С.

1. Цели и задачи дисциплины «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1 – групповое проектное обучение 1)» – БТПИ (ГПО-1)

Цели дисциплины: углубленное рассмотрение беспроводных технологий передачи информации; основных принципов функционирования аналоговой и цифровой связи и вещания; особенностей построения устройств и систем связи и вещания.

Задачи дисциплины: обучение студентов комплексному техническому мышлению на примерах разбора принципов работы и построения современных аналоговых и цифровых электронных систем передачи информации с использованием электромагнитных линий связи; рассмотрение вопросов, связанных с передачей, приемом, обработкой, кодированием и воспроизведением различного вида информации.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина БТПИ (ГПО-1) является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 учебного плана (Б1.В.ДВ.1.2) и ее изучение строится на основе знания студентами комплекса вопросов, изученных в дисциплинах: Теория электрических цепей; Сигналы электросвязи; Схемотехника телекоммуникационных устройств; Электромагнитные поля и волны.

Знания, полученные при изучении дисциплины БТПИ (ГПО1), должны способствовать овладению материалами последующих дисциплин: Теоретические основы систем мобильной связи; Сети и системы мобильной связи; Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов; Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи.

Дисциплина БТПИ (ГПО-1) является одной из ведущих в профессиональной подготовке студентовбакалавров – в ней рассматриваются принципы решения вопросов, которые возникают перед бакалаврами направления подготовки 11.03.02 в процессе их профессиональной деятельности.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов (ПК-8);

готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-16).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: принципы работы и особенности организации современных беспроводных технологий передачи информации; особенности их частотного планирования; способы расчета электромагнитной совместимости и оценки трафика.

Уметь: применять на практике методы анализа и расчета основных характеристик беспроводных сетей передачи информации; на основе технических характеристик имеющейся аппаратуры разрабатывать и внедрять соответствующую техническому заданию структуру беспроводной сети передачи информации с учетом экологической безопасности; проводить натурный эксперимент по измерению основных характеристик беспроводных технологий передачи информации.

Владеть: навыками настройки и регулировки аппаратуры беспроводных сетей при производстве, установке и технической эксплуатации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Daara waaan	Семестры					
	Всего часов	4	5	6	7		
Аудиторные занятия (всего)	108	108					
В том числе:	-	-	-	-	-		
Лекции (Л)	40	40					
Лабораторные работы (ЛР)	34	34					
Практические занятия (ПЗ)	34	34					
Семинары (С)							
Коллоквиумы (К)							
Курсовой проект - контроль самостоятельной работы							

(КП-КСР) студентов (аудиторный)					
Другие виды аудиторной работы					
Самостоятельная работа (всего)	72	72			
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Другие виды самостоятельной работы					
Проработка лекционного материала	20	20			
Подготовка к ЛР, составление и защита отчета	20	20			
Подготовка к ПЗ	32	32			
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36	36			
Общая трудоемкость, час.	216	216			
Зачетные Единицы Трудоемкости (ЗЕТ)	6	6			

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

	- 40,40121 41104111011111 11 211,421 3411111111							
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час.	Лаборат. работы, час.	Практич. Занятия, час.	Курсовой П/Р (КСР), час.	СР, час. (без экзам.)	Всего, час. (без экзам.)	Формируемые компетенции
1.	Технологии радиовещания (РВ) и	40	34	34	-	72	180	ПК-8; ПК-16
	радиосвязи (РС) с использованием							
	аналоговых и цифровых сигналов							

5.2. Содержание разделов дисциплины по лекциям (Л, 40 час.)

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Трудоемкость,	Формируемые
Π/Π	дисциплины	Содержание раздела	час.	компетенции
1 Технологии радиовещания (РВ) и радиосвязи (РС) с		1. Многостанционный доступ с частотным разделением каналов (FDMA). Международное соглашение в области распределения радиочастот при PB и PC.	8	ПК-8; ПК-16
	использованием аналоговых и цифровых сигналов	2. Диапазоны радиовещания, Си-Би связи, пейджинговой связи, беспроводных телефонов, сотовой телефонии, беспроводной локальной сети, спутниковой связи и вещания. Расчет числа каналов связи для заданного частотного диапазона при технологии FDMA.	8	
		3.Особенности распространения длинных, средних, коротких и ультракоротких радиоволн. Атмосферные, индустриальные, космические шумы и их мешающее действие при радиоприеме. Расчет уровня внешних помех при радиоприеме в различных частотных диапазонах.	8	
		4. Телефонный сигнал, сигнал радиовещания, телевизионный сигнал, сигналы передачи данных, их параметры: спектр, пиковая и средняя мощности, пикфактор, динамический диапазон.	6	
		5. Радиосигналы и их характеристики при различных видах аналоговой модуляции: амплитудной (АМ); балансной (БМ); однополосной (ОМ); совместимой однополосной (СОМ); частотной (ЧМ); фазовой (ФМ). Энергетика передатчиков при различных видах модуляции. Защитное отношение по низкой частоте, защитное отношение по высокой частоте.	8	
		 6.Расчет зон обслуживания радиостанций различных диапазонов. 	2	

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

OUCCI	исчивасмыми (последующими <i>)</i>	дис	41111111	1141111						
№	Наименование обеспечивающих		№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1,							
п/п	(предыдущих) и	Д.	для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин,							
	обеспечиваемых (последующих)		a			ие получен				БТПИ
	дисциплин		1	В (обеспечин	ваемых (пос	ледующи	х) дисцип	линах	
		1								• • •
		I	Іреды,	дущие д	исципли	ІНЫ				
1	Теория электрических цепей	+								
2	Сигналы электросвязи	+								
3	Схемотехника телекоммуникационных устройств	+								
4	Электромагнитные поля и волны	+								
		П	[ослед	ующие д	исципл	ины				
1	Теоретические основы систем мобильной связи	+								
2	Сети и системы мобильной связи									
3	Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов	+								
4	Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи	+								

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

Перечень		Bı	иды заня	тий		Формы контроля
компетенций	Л	ЛР	П3	ПЗ КР/КП СР		(детализация)
ПК-8; ПК-16	+	+	+		+	Проверка конспекта Л; проверка ДЗ, тесты и КтР на ПЗ; проверка отчетов по ЛР
ПК-8; ПК-16	+	+	+		+	1 1

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы, КтР – контрольные работы, КР/КП – курсовая(ой) работа/проект, СР – самостоятельная работа студента, ДЗ – домашние задания

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Формы	Лекции, час.	Лабораторные работы, час.	Практические занятия, час.	Тренинг Мастер- класс, час.	Всего
Мини-лекции, тесты		2				2
Работа в команде			2			2
Решение ситуационных задач				2		2
Исследовательский метод				2		2
Итого интерактивных занятий		2	2	4		8

7. Лабораторные работы (34 час.)

	opuropiibie puod			
№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо- емкость, час.	Формируемые компетенции
1	1	1. Телефонный эффект при детектировании сигналов с	6	ПК-8; ПК-16
	(Технологии РВ и РС с использованием	различными видами модуляции и дальность радиосвязи [8]. 2. Дискретизация аналогового сигнала в цифровых системах связи [9].	6	
	аналоговых и	3. Импульсная система ФАПЧ для цифровых систем связи [10]. 4. Трехканальная система связи на основе шумоподобных	6	
	цифровых	сигналов [11].	6	
	сигналов)	5. Подавление межсимвольной интерференции эквалайзером [12].	10	

8. Практические занятия (34 час.)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий	Трудо- емкость, час.	Формируемые компетенции
1	1	1. Энергетика спутниковых систем. Эквивалентная изотропно	14	ПК-8; ПК-16
	(Технологии РВ	излучаемая мощность. Добротность приемной станции. Диаграмма		
	и РС с	уровней мощности линий связи Земля-ИСЗ, ИСЗ-Земля. Расчет		
	использованием	диаграмм уровней линий спутниковой связи.		
	аналоговых и	2.Определение зон обслуживания базовых станций (БС) сотовых сетей	10	
	_	по модели Окамуры.		
	цифровых	3. Определение зон обслуживания базовых станций (БС) сотовых сетей	10	
	сигналов)	по моделям Окамуры-Хата.		

9. Самостоятельная работа (72 час.)

, · · ·	mocionicabilan p	72 iuc.)			
№	№ раздела	Тематика самостоятельной работы	Трудо-	Компетенции	Контроль выполнения
Π/Π	дисциплины	(детализация)	емкость,		работы
	из табл. 5.1		час.		(опрос, тест, дом.
					задание
					и т.п.)
1.	1	1.Изучение технологий РВ и РС с	15	ПК-8; ПК-16	1 Регулярная проверка
	(Технологии РВ	использованием аналоговых и цифровых			рабочих тетрадей (РТ)
	и РС с	сигналов.			по Л, ЛР, ПЗ, П.
	использованием	2.Проектирование (П) средства РВ или	45		2. Проверка отчетов.
	аналоговых и	РС в соответствии с техническим			3. Защита отчетов.
		заданием (ТЗ) – подготовка к ПЗ.			
	цифровых	3.Составление отчета о	12		
	сигналов)	спроектированном средстве РВ или РС –			
		подготовка к ЛЗ.			

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1. Балльные оценки элементов контроля ПЗ, проектирования, защиты отчета (диф.зачет или экзамен)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	14	12	10	36
Выполнение работ по проектированию в соответствии с Т3	6	6	6	18
Компонент своевременности	5	6	5	16
Итого за период (макс.)	25	24	21	70
Защита отчета: экзамен (макс.)				30
Нарастающим итогом	25	49	70	100

Таблица 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки (КТ)

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
\geq 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)	
5 (отлично), (зачтено)	90 - 100	А (отлично)	
A (85 – 89	В (очень хорошо)	
4 (хорошо),	75 – 84	С (хорошо)	
(зачтено)	70 - 74	D ()	
3 (удовлетворительно),	65 – 69	— D (удовлетворительно)	
(зачтено)	60 - 64	Е (посредственно)	
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)	

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 592 с. (40 экз.).

12.2. Дополнительная литература

- 2. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов. М.: Горячая линия Телеком, 2005. 231 с. (101 экз.).
- 3. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. М.: Эко-Трендз, 2005. 292 с. (23 экз.).
- 4. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учебное пособие для вузов. М.: Радио и связь, 2002. 440 с. (72 экз.).
- 5. Бонч-Бруевич А.М., Быков В.Л., Кантор Л.Я. и др. Системы спутниковой связи. Учебное пособие для вузов / Под ред. Л.Я. Кантора. М.: Радио и связь, 1992. 224 с. (15 экз.).
- 6. Мелихов С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание [Электронный ресурс]: Учебное пособие. Издание третье, исправленное. Томск: Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. 233 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5457).
- 7. Мелихов С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание: Учебное пособие. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2002. 251 с. (80 экз.).

12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

12.3.1. Учебно-методические пособия для ЛР и СР при подготовке к ним

- 8. Мелихов С.В., Цебер Н.А. Телефонный эффект при детектировании сигналов с различными видами модуляции и дальность радиосвязи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в компьютерной среде Design Center (PSpice). Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 17 с. (Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/2281).
- 9. Мелихов С.В., Ненахов А.В. Дискретизация аналогового сигнала в цифровых системах связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в компьютерной среде Design Center (PSpice). Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 12 с. (Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/2282).
- 10. Мелихов С.В., Ненахов А.В. Импульсная система ФАПЧ для цифровых систем связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в компьютерной среде Design Center (PSpice). Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 15 с. (Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/2284).
- 11. Мелихов С.В., Вербило И.М. Трехканальная система связи на основе шумоподобных сигналов [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в пакете SIMULINK компьютерной среды MATLAB. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 17 с. (Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/2286).
- 12. Кологривов В.А., Петров В.Н., Мелихов С.В. Подавление межсимвольной интерференции эквалайзером [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 28 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1362).

12.3.2. Учебно-методические пособия для ПЗ и СР при подготовке к ним

- 13. Мелихов С.В., Титов А.А. Радиовещание, радиосвязь и электроакустика [Электронный ресурс]: Учебнометодическое пособие по практическим занятиям и курсовому проектированию для студентов радиотехнических специальностей. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 49 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1335).
- 14. Мелихов С.В. Модели предсказания уровня сигнала для расчета зон обслуживания базовых станций систем мобильной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. 18 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4132).

12.3.3. Программное обеспечение

- 1. MatLab 6.5.
- 2. MatLab 7.0.
- 3. Microsoft Word.

- **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:** компьютерный класс (ауд. 427 РК) сервер, 7 ПЭВМ; Лаборатория ГПО (ауд. 414а РК) сервер, 6 ПЭВМ.
- **14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**: посещение всех плановых занятий и консультаций; систематическое выполнение заданий.
- 15. Контрольные вопросы для проверки знаний по дисциплине, входящие в экзаменационные билеты (приведены также в Приложении к данной рабочей программе (ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1)».
- 1. Частотные диапазоны радиовещания, Си-Би связи, пейджинговой связи, беспроводных телефонов, сотовой телефонии, беспроводной локальной сети, спутниковой связи и вещания при технологии FDMA
- 2. Расчет числа каналов связи для заданного частотного диапазона при технологии FDMA.
- 3. Особенности распространения длинных, средних, коротких и ультракоротких радиоволн. Помехи радиоприему.
- 4. Виды первичных (модулирующих) сигналов связи и их параметры: телефонный сигнал, сигнал радиовещания, телевизионный сигнал, сигналы передачи данных, их параметры: спектр, пиковая и средняя мощности, пик-фактор, динамический диапазон.
- 5. Основные виды аналоговых радиосигналов и их характеристики при различных видах модуляции: амплитудной (AM); балансной (БМ); однополосной (ОМ); совместимой однополосной (СОМ); частотной (ЧМ); фазовой (ФМ). Энергетика передатчиков при различных видах модуляции.
- 6. Защитное отношение по низкой частоте, защитное отношение по высокой частоте.
- 7. Расчет зон обслуживания радиостанций различных диапазонов.
- 8. Особенности РВ с амплитудной модуляцией в диапазонах длинных, средних, коротких волн.
- 9. Особенности спутникового радиовещания (РВ) и телевещания (ТВ). Структурная схема спутниковой радиорелейной линии.
- 10. Энергетика спутниковых систем. Эквивалентная изотропно излучаемая мощность. Добротность приемной станции.
- 11. Диаграмма уровней мощности линий связи Земля-ИСЗ, ИСЗ-Земля. Расчет диаграмм уровней линий спутниковой связи.
- 12. Определение зон обслуживания базовых станций (БС) сотовых сетей по модели Окамуры.
- 13. Определение зон обслуживания базовых станций (БС) сотовых сетей по моделям Окамуры-Хата.
- **16.** Типовые задачи для практических занятий: приведены в Приложении к данной рабочей программе (ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1)». Полный комплект задач для практических занятий см. в [13-14].

Приложение к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)

			УТВЕРЖДАЮ Проректор по У П.Е.Троз	
 "_	05	"	07	2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1 – групповое проектное обучение 1)»

Уровень основной образовательной программы: академический бакалавриат

Направление подготовки: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль: Системы мобильной связи

Форма обучения: очная

Факультет: РТФ (радиотехнический)

Кафедра обеспечивающая и выпускающая: РТС (радиотехнических систем)

Курс: 2 Семестр: 4

Учебные план набора 2016 г. и последующих лет

Зачет: не предусмотрен Диф. зачет: не предусмотрен

Экзамен: 4 семестр

Разработчик С.В. Мелихов

Томск 2016

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1 — групповое проектное обучение 1)» БТПИ (ГПО-1) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-8	Умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	Должен знать: ■ принципы работы и особенности организации современных беспроводных технологий передачи информации; особенности их частотного планирования; способы расчета электромагнитной совместимости и оценки трафика.
ПК-16	Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	 Примень: применять на практике методы анализа и расчета основных характеристик беспроводных сетей передачи информации; на основе технических характеристик имеющейся аппаратуры разрабатывать и внедрять соответствующую техническому заданию структуру беспроводной сети передачи информации с учетом экологической безопасности; проводить натурный эксперимент по измерению основных характеристик беспроводных технологий передачи информации. Должен владеть: навыками настройки и регулировки аппаратуры беспроводных сетей при производстве, установке и технической эксплуатации.

2. Реализация компетенций

2.1. Компетенция ПК-8: Умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает приемы сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	Умеет собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	Владеет приемами сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов

Виды занятий	 Лекции Лабораторные работы Практические занятия Консультации Выполнение домашнего задания Самостоятельная работа студентов 	 Лекции Лабораторные работы Практические занятия Консультации Выполнение домашнего задания Самостоятельная работа студентов 	 Лекции Лабораторные работы Практические занятия Консультации Выполнение домашнего задания Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	 Тест Выполнение домашнего задания Оформление и защита домашнего задания Контрольная работа Экзамен 	 Тест Выполнение домашнего задания Оформление и защита домашнего задания Контрольная работа Экзамен 	 Тест Выполнение домашнего задания Оформление и защита домашнего задания Контрольная работа Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает все приемы сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	Умеет быстро собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	Свободно владеет приемами сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов
Хорошо (базовый уровень)	Знает приемы сбора и анализа информации для формирования исходных данных для	Умеет собирать и анализировать и информацию для формирования	Владеет приемами сбора и анализа информации для формирования

	проектирования средств и сетей связи и их элементов	исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Знает основные приемы сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	В принципе умеет собирать и анализировать и иформацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	Частично владеет приемами сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов

2.2. Компетенция ПК-16: Готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Методы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Изучать научно- техническую информацию, отечественный и зарубежный опыта по тематике исследования	Научно-технической информацией, отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования
Виды занятий	 Лекции Лабораторные работы Практические занятия Консультации Выполнение домашнего задания Самостоятельная работа студентов 	 Лекции Лабораторные работы Практические занятия Консультации Выполнение домашнего задания Самостоятельная работа студентов 	 Лекции Лабораторные работы Практические занятия Консультации Выполнение домашнего задания Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	 Тест Выполнение домашнего задания Оформление и защита домашнего задания Контрольная работа Экзамен 	 Тест Выполнение домашнего задания Оформление и защита домашнего задания Контрольная работа Экзамен 	 Тест Выполнение домашнего задания Оформление и защита домашнего задания Контрольная работа Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия

	области с пониманием границ применимости	творческих решений, абстрагирования проблем	работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Знает все методы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Умеет быстро изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	Свободно владеет приемами изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования
Хорошо (базовый уровень)	Знает методы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Умеет изучать научно- техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	Владеет приемами изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Знает основные методы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	В принципе умеет изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	Частично владеет приемами изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования

3. Формы контроля усвоения материала дисциплины и формирования компетенций

Для контроля усвоения материала дисциплины и формирования компетенций используются экспрессопрос на лекциях и практических занятиях, лабораторные задания, домашние задания по практическим занятиям и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

4. Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения, подготовки к практическим занятиям и самостоятельной работы используются методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в следующем составе.

4.1. Основная литература

1. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 592 с. (40 экз.).

4.2. Дополнительная литература

- 2. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов. М.: Горячая линия Телеком, 2005. 231 с. (101 экз.).
- 3. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. М.: Эко-Трендз, 2005. 292 с. (23 экз.).
- 4. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учебное пособие для вузов. М.: Радио и связь, 2002. 440 с. (72 экз.).
- 5. Бонч-Бруевич А.М., Быков В.Л., Кантор Л.Я. и др. Системы спутниковой связи. Учебное пособие для вузов / Под ред. Л.Я. Кантора. М.: Радио и связь, 1992. 224 с. (15 экз.).
- 6. Мелихов С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание [Электронный ресурс]: Учебное пособие. Издание третье, исправленное. Томск: Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. 233 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5457).
- 7. Мелихов С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание: Учебное пособие. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2002. 251 с. (80 экз.).

4.3. Учебно-методические пособия для ЛР и СР при подготовке к ним

- 8. Мелихов С.В., Цебер Н.А. Телефонный эффект при детектировании сигналов с различными видами модуляции и дальность радиосвязи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в компьютерной среде Design Center (PSpice). Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 17 с. (Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/2281).
- 9. Мелихов С.В., Ненахов А.В. Дискретизация аналогового сигнала в цифровых системах связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в компьютерной среде Design Center (PSpice). Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 12 с. (Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/2282).
- 10. Мелихов С.В., Ненахов А.В. Импульсная система ФАПЧ для цифровых систем связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в компьютерной среде Design Center (PSpice). Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 15 с. (Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/2284).
- 11. Мелихов С.В., Вербило И.М. Трехканальная система связи на основе шумоподобных сигналов [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в пакете SIMULINK компьютерной среды MATLAB. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 17 с. (Режим доступа http://edu.tusur.ru/training/publications/2286).
- 12. Кологривов В.А., Петров В.Н., Мелихов С.В. Подавление межсимвольной интерференции эквалайзером [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 28 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1362).

4.4. Учебно-методические пособия для ПЗ и СР при подготовке к ним

- 13. Мелихов С.В., Титов А.А. Радиовещание, радиосвязь и электроакустика [Электронный ресурс]: Учебнометодическое пособие по практическим занятиям и курсовому проектированию для студентов радиотехнических специальностей. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 49 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1335).
- 14. Мелихов С.В. Модели предсказания уровня сигнала для расчета зон обслуживания базовых станций систем мобильной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. 18 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4132).

4.5. Контрольные вопросы для проверки знаний по дисциплине, вхолящие в экзаменационные билеты

- 1. Частотные диапазоны радиовещания, Си-Би связи, пейджинговой связи, беспроводных телефонов, сотовой телефонии, беспроводной локальной сети, спутниковой связи и вещания при технологии FDMA
- 2. Расчет числа каналов связи для заданного частотного диапазона при технологии FDMA.
- 3. Особенности распространения длинных, средних, коротких и ультракоротких радиоволн. Помехи радиоприему.
- 4. Виды первичных (модулирующих) сигналов связи и их параметры: телефонный сигнал, сигнал радиовещания, телевизионный сигнал, сигналы передачи данных, их параметры: спектр, пиковая и средняя мощности, пикфактор, динамический диапазон.
- 5. Основные виды аналоговых радиосигналов и их характеристики при различных видах модуляции: амплитудной (AM); балансной (БМ); однополосной (ОМ); совместимой однополосной (СОМ); частотной (ЧМ); фазовой (ФМ). Энергетика передатчиков при различных видах модуляции.
- 6. Защитное отношение по низкой частоте, защитное отношение по высокой частоте.
- 7. Расчет зон обслуживания радиостанций различных диапазонов.
- 8. Особенности РВ с амплитудной модуляцией в диапазонах длинных, средних, коротких волн.

- 9. Особенности спутникового радиовещания (РВ) и телевещания (ТВ). Структурная схема спутниковой радиорелейной линии.
- 10. Энергетика спутниковых систем. Эквивалентная изотропно излучаемая мощность. Добротность приемной станции.
- 11. Диаграмма уровней мощности линий связи Земля-ИСЗ, ИСЗ-Земля. Расчет диаграмм уровней линий спутниковой связи
- 12. Определение зон обслуживания базовых станций (БС) сотовых сетей по модели Окамуры.
- 13. Определение зон обслуживания базовых станций (БС) сотовых сетей по моделям Окамуры-Хата.

4.6. Типовые задачи для практических занятий (полный комплект задач для практических занятий см. в [13-14])

1. Для обслуживания сплошной территории радиовещательные станции (PBC) с равной мощностью излучения располагаются по квадратной сетке. Определить наибольшее расстояние между PBC, если радиус зоны обслуживания каждой из них имеет значение ${\bf r}_0$. Определить площадь квадрата обслуживания.

Ответы:
$$D_{KB MAKC} = \sqrt{2}r_0$$
; $S_{KB} = 2r_0^2$.

2. Определить максимальную дальность устойчивого приема радиосигнала с частотной модуляцией (ЧМ) от Томской РВС ''Маяк'', имеющей ЭИИМ 2,5 кВт на частоте 68,8 МГц, максимальную девиацию частоты $f_{_{\rm д \, Marc}} = 50 {\rm k} \Gamma$ ц, нижнюю и верхнюю частоты модуляции звукового сигнала соответственно $F_{_{\rm H}} = 30 \Gamma$ ц и $F_{_{\rm B}} = 15 {\rm k} \Gamma$ ц, высоту подвеса передающей антенны $H_{_{\rm I}} \approx 200 {\rm m}$. Используется монофонический переносной приемник с телескопической антенной длиной $I_{_{\rm a}} = 1,1 {\rm m}$. Коэффициент шума линейной части приемника $N = 10 {\rm д} {\rm E}$. Необходимо, чтобы защитное отношение на выходе УНЧ приемника $\gamma_{_{\rm вых}} \ge 26 {\rm д} {\rm E}$. Напряженности поля индустриальных и космических помех в точке приема соответственно равны: $-30 {\rm д} {\rm E} {\rm mkB}/{\rm m} \sqrt{{\rm k} \Gamma} {\rm q}$; $-23 {\rm g} {\rm E} {\rm mkB}/{\rm m} \sqrt{{\rm k} \Gamma} {\rm q}$

Ответ:
$$r_{\text{marc}} \approx 170 \text{ км}$$
.

3. Определить диаметр зеркала параболических антенн искусственного спутника Земли с глобальным охватом земного шара, если одна из них обеспечивает вещание на частоте $3,875\ \Gamma\Gamma$ ц, а другая – на частоте $11,525\ \Gamma\Gamma$ ц.

Ответы:
$$D_{A1} \approx 30 \text{ cm}$$
; $D_{A2} \approx 10 \text{ cm}$.

4. С использованием модели Окамуры рассчитать усредненную медианную мощность сигнала (УММС) в антенне мобильной станции (МС) от базовой станции (БС) системы сотовой телефонии NМТ на расстояниях $1\kappa M$, $3\kappa M$, $5\kappa M$, $10\kappa M$; $20\kappa M$; $30\kappa M$ для квазигладкого городского района, если: высота антенны БС $h_{BC} = 50M$; высота антенны мобильной станции (МС) $h_{MC} = 1,5M$; мощность передатчика БС $P_{BC} = 4Bm$; коэффициенты усиления антенн БС и МС $G_{BC} = 6\partial B$, $G_{MC} = 0\partial B$; потери в фидере БС $\eta_{BC} = 1\partial B$; частота передаваемого сигнала $f = 460M\Gamma y$.

Ответы:
$$-105,7$$
; $-121,0$; $-128,1$; $-138,7$; $-153,3$; $-168,8$ [∂EBm].

5. С использованием модели COST 231-Хата найти дальность обслуживания базовой станцией (БС) мобильных станций (МС), находящихся на борту морского судна, если: БС находится на берегу моря; $h_{EC} = 50\,\mathrm{M}$; дальность связи на открытой местности в сторону суши 5 $\kappa\mathrm{M}$; сотовая связь организована в диапазоне $1800\,\mathrm{MT}\mathrm{u}$.

Ответ: 11,75 км.