МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

роян

г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-4– групповое проектное обучение 4»

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: ***ТОР (телекоммуникаций и основ радиотехники)***
Обеспечивающая и выпускающая кафедра: ***РТС (радиотехнических систем)***
Курс: 4 **Семестр: 7**

Учебные планы набора 2013, 2014, 2015 гг.

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной работы	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Всего	Единицы
1.	Лекции				16	16	час.
2.	Лабораторные работы				12	12	час.
3.	Практические занятия				12	12	час.
4.	Курсовой проект/работа (КСР) (аудиторная)						час.
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)				40	40	час.
6.	Из них в интерактивной форме				7	7	час.
7.	Самостоятельная работа (СР) студентов				32	32	час.
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)				72	72	час.
9.	СР на подготовку и сдачу экзамена				36	36	час.
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)				108	108 4	час.
	(в зачетных единицах)				3	3	ЗЕТ

Зачет: не предусмотрен **Диф. зачет: не предусмотрен**

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6893

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) 20 апреля 2016 г., протокол № 7.

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.

Согласована на портале № 6893

1. Цели и задачи дисциплины «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-4– групповое проектное обучение 4» – БТПИ (ГПО-4)

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-4 является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 учебного плана (Б1.В.ДВ.4.2) и ее изучение строится на основе знания студентами комплекса вопросов, изученных в дисциплинах: Теория электрических цепей; Основы функционального анализа; Математические методы описания сигналов; Прикладные математические методы в радиотехнике; Схемотехника телекоммуникационных устройств; Цифровая обработка сигналов; Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей; Электромагнитные поля и волны; Теоретические основы систем мобильной связи; Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем мобильной связи; Радиопередающие устройства систем мобильной связи; Радиоприемные устройства систем мобильной связи.

Знания, полученные при изучении дисциплины БТПИ (ГПО-4, должны способствовать овладению материалами последующих дисциплин: Сети и системы мобильной связи; Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов; Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи.

Дисциплина БТПИ (ГПО-4 является одной из ведущих в профессиональной подготовке студентов-бакалавров – 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 **3** зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4	5	6	7
Аудиторные занятия (всего)	40				40
В том числе:	-				-
Лекции (Л)	16				16

Согласована на портале № 6893

Лабораторные работы (ЛР)	12				12
Практические занятия (ПЗ)	12				12
Семинары (С)					
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект - контроль самостоятельной работы (КП-КСР) студентов (аудиторный)					
Другие виды аудиторной работы					
Самостоятельная работа (всего)	32				32
В том числе:	-				-
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Другие виды самостоятельной работы					
Проработка лекционного материала	8				8
Подготовка к ЛР, составление и защита отчета	6				6
Подготовка к ПЗ	18				18
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36				36
Общая трудоемкость, час.	108				108
Зачетные Единицы Трудоемкости (ЗЕТ)	3				3

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ 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 мобильной связи	16	12	12	-	32	108	ПК-8; ПК-16

5.2. Содержание разделов дисциплины по лекциям (Л, 16 час.)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость, час.	Формируемые компетенции
1	Технологии мобильной связи	1.Общие принципы построения сетей и систем подвижной радиосвязи.	4	ПК-8; ПК-16
		2.Радиальные и сотовые сети, их особенности и сопоставление. Сети с макросотовой, микросотовой, пикосотовой структурой, пакетные радиосети. Виды станций сотовой сети: центральная (ЦС), базовая (БС), мобильная (МС). Центры коммутации подвижной связи. Центры управления и обслуживания.	6	
		3.Чувствительность радиоприемной аппаратуры базовой станции (БС) и мобильной станции (МС) с учетом внешних и внутренних шумов. Необходимость использования на БС малошумящего усилителя (МШУ). Сбалансированный дуплекс в системах мобильной связи. Уравнение дуплексной радиосвязи.	6	

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин, а также использование полученных знаний по дисциплине БТПИ в обеспечиваемых (последующих) дисциплинах								
		1								…
Предыдущие дисциплины										
1	Теория электрических цепей	+								
2	Основы функционального анализа	+								
3	Математические методы описания сигналов	+								
4	Прикладные математические	+								

Согласована на портале № 6893

	методы в радиотехнике									
5	Схемотехника телекоммуникационных устройств	+								
6	Цифровая обработка сигналов	+								
7	Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей;	+								
8	Электромагнитные поля и волны	+								
9	Теоретические основы систем мобильной связи	+								
10	Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем мобильной связи	+								
11	Радиопередающие устройства систем мобильной связи	+								
12	Радиоприемные устройства систем мобильной связи	+								
Последующие дисциплины										
1	Сети и системы мобильной связи	+								
2	Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов	+								
3	Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи	+								

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля *(детализация)*
	Л	ЛР	ПЗ	КР/КП	СР	
ПК-8; ПК-16	+	+	+		+	Проверка конспекта Л; проверка ДЗ, тесты и КтР на ПЗ; проверка отчетов по ЛР

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	1				1
Работа в команде		2			2
Решение ситуационных задач			2		2
Исследовательский метод			2		2
Итого интерактивных занятий	1	2	4		7

7. Лабораторные работы (12 час.)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость, час.	Формируемые компетенции
1	1 (Технологии мобильной связи)	1. Система сотовой связи стандарта GSM-900 [13]. 2. Структура логических каналов управления и алгоритмы функционирования системы GSM [14]. 3. Интерфейсы, терминальное оборудование, структура кадров и формирование сигналов в стандарте GSM [15].	4 4 4	ПК-8; ПК-16

8. Практические занятия (12 час.)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий	Трудо-емкость, час.	Формируемые компетенции
1	1 (Технологии мобильной связи)	1.Оценка чувствительности аналогового приемника с учетом внешних и внутренних шумов. 2.Оценка чувствительности цифрового приемника с учетом вероятности ошибок при использовании радиосигналов с	2 4	ПК-8; ПК-16

Согласована на портале № 6893

		различными видами манипуляции. 3.Основы проектирования сбалансированной дуплексной радиосвязи мобильной системы с учетом параметров приемо-передающей аппаратуры БС и МС. 4.Особенности оценки чувствительности приемника шумоподобных сигналов.	4 2	

9. Самостоятельная работа (32 час., без экзамена)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость, час.	Компетенции	Контроль выполнения работы (опрос, тест, дом. задание и т.п.)
1.	1 (Технологии моделирования каналов связи)	1. Изучение технологий моделирования каналов связи. 2. Проектное моделирование канала связи в соответствии с ТЗ – подготовка к ПЗ. 3. Составление отчета о проектном моделировании канала связи – подготовка к ЛЗ.	8 18 6	ПК-8; ПК-16	1 Регулярная проверка рабочих тетрадей (РТ) по Л, ЛР, ПЗ, П. 2. Проверка отчетов. 3. Защита отчетов.

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 ТЗ	6	6	6	**18**
Компонент своевременности	5	6	5	**16**
Итого за период (макс.)	**25**	**24**	**21**	**70**
Защита отчета: диф.зачет или 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**
≥ 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**	A (отлично)
4 (хорошо), (зачтено)	**85 – 89**	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно), (зачтено)	**65 – 69**	
	60 - 64	E (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.).

Согласована на портале № 6893

12.2. *Дополнительная литература*

2. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 432 с. (1 экз.).
3. 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.).
4. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с. (42 экз.).
5. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 292 с. (23 экз.).
6. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002. – 440 с. (72 экз.).
7. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М.: Изд. Дом Вильямс, 2004. – 1099 с. (18 экз.).
8. Ратынский Н.В. Основы сотовой связи. – М.: Радио и связь, 2000. – 248 с. (5 экз.).
9. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра: Пер. с англ. / Под ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. – 520 с. (25 экз.).
10. Столингс В. Беспроводные линии связи и сети. – М.: Изд. Дом Вильямс, 2003. – 638 с. (1 экз.).
11. 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).
12. 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

13. Мелихов С.В. Система сотовой связи стандарта GSM-900 [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 15 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1367).
14. Мелихов С.В. Структура логических каналов управления и алгоритмы функционирования системы GSM [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 17 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1370).
15. Мелихов С.В. Интерфейсы, терминальное оборудование, структура кадров и формирование сигналов в стандарте GSM [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 17 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1368).

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

16. Мелихов С.В. Чувствительность радиоприемных устройств [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 99 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5109).
17. Мелихов С.В. Мобильная радиосвязь: шумовые характеристики, спектральная и энергетическая эффективность, сбалансированный дуплекс [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 51 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5113).
18. Мелихов С.В. Радиосвязь на основе шумоподобных сигналов (Часть 1) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по материалам лекционных занятий, практических занятий, для курсового проектирования и самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 32 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4135).

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.

Согласована на портале № 6893

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-4)».

1. Общие принципы построения сетей и систем подвижной радиосвязи.
2. Радиальные и сотовые сети, их особенности и сопоставление. Сети с макросотовой, микросотовой, пикосотовой структурой, пакетные радиосети.
3. Виды станций сотовой сети: центральная (ЦС), базовая (БС), мобильная (МС).
4. Центры коммутации подвижной связи. Центры управления и обслуживания.
5. Соединительные радиорелейные линии (РРЛ) систем мобильной связи.
6. Особенности оценки чувствительности аналогового приемника для различных диапазонов длин волн с учетом внешних и внутренних шумов.
7. Связь между вероятностью ошибок и отношением сигнал/шум для цифровых радиосигналов с различными видами манипуляции. Предел Шеннона.
8. Особенности оценки чувствительности цифрового приемника при различных видах манипуляции.
9. Чувствительность радиоприемной аппаратуры базовой станции (БС) и мобильной станции (МС) с учетом внешних и внутренних шумов.
10. Необходимость использования на БС малошумящего усилителя (МШУ).
11. Обеспечение сбалансированного дуплекса в системах мобильной связи с учетом основных параметров приемо-передающей аппаратуры БС и МС.
12. Уравнение сбалансированной дуплексной радиосвязи.
13. Особенности оценки чувствительности приемника шумоподобных сигналов.

16. Типовые задачи для практических занятий: приведены в Приложении к данной рабочей программе (**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-4)»**. Полный комплект задач для практических занятий см. в [17-18].

Согласована на портале № 6893

Приложение к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по УР
П.Е.Троян
_____

"__25__"_____04_____2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«Беспроводные технологии передачи информации
(ГПО-4 – групповое проектное обучение 4)»

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: 4 **Семестр: 7**

Учебные планы набора 2013, 2014, 2015 гг.

Зачет: не предусмотрен **Диф. зачет: не предусмотрен**

Экзамен: 7 семестр

Разработчик **С.В. Мелихов**

Томск 2016

Согласована на портале № 6893

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-4 – групповое проектное обучение 1)» БТПИ (ГПО-4) 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. ***Должен 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. ***Должен владеть:*** • навыками настройки и регулировки аппаратуры беспроводных сетей при производстве, установке и технической эксплуатации.
ПК-16	Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	

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

Согласована на портале № 6893

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 информацию для формирования	Владеет приемами сбора и анализа информации для формирования

Согласована на портале № 6893

	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 информацию 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

Согласована на портале № 6893

	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 экспресс-опрос 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.).

Согласована на портале № 6893

4.2. Дополнительная литература

2. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 432 с. (1 экз.).
3. 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.).
4. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с. (42 экз.).
5. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 292 с. (23 экз.).
6. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002. – 440 с. (72 экз.).
7. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М.: Изд. Дом Вильямс, 2004. – 1099 с. (18 экз.).
8. Ратынский Н.В. Основы сотовой связи. – М.: Радио и связь, 2000. – 248 с. (5 экз.).
9. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра: Пер. с англ. / Под ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. – 520 с. (25 экз.).
10. Столингс В. Беспроводные линии связи и сети. – М.: Изд. Дом Вильямс, 2003. – 638 с. (1 экз.).
11. 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).
12. 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

13. Мелихов С.В. Система сотовой связи стандарта GSM-900 [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 15 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1367).
14. Мелихов С.В. Структура логических каналов управления и алгоритмы функционирования системы GSM [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 17 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1370).
15. Мелихов С.В. Интерфейсы, терминальное оборудование, структура кадров и формирование сигналов в стандарте GSM [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 17 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1368).

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

16. Мелихов С.В. Чувствительность радиоприемных устройств [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 99 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5109).
17. Мелихов С.В. Мобильная радиосвязь: шумовые характеристики, спектральная и энергетическая эффективность, сбалансированный дуплекс [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 51 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5113).
18. Мелихов С.В. Радиосвязь на основе шумоподобных сигналов (Часть 1) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по материалам лекционных занятий, практических занятий, для курсового проектирования и самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 32 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4135).

4.5. Контрольные вопросы для проверки знаний по дисциплине

1. Общие принципы построения сетей и систем подвижной радиосвязи.
2. Радиальные и сотовые сети, их особенности и сопоставление. Сети с макросотовой, микросотовой, пикосотовой структурой, пакетные радиосети.
3. Виды станций сотовой сети: центральная (ЦС), базовая (БС), мобильная (МС).
4. Центры коммутации подвижной связи. Центры управления и обслуживания.
5. Соединительные радиорелейные линии (РРЛ) систем мобильной связи.
6. Особенности оценки чувствительности аналогового приемника для различных диапазонов длин волн с учетом внешних и внутренних шумов.
7. Связь между вероятностью ошибок и отношением сигнал/шум для цифровых радиосигналов с различными видами манипуляции. Предел Шеннона.

Согласована на портале № 6893

8. Особенности оценки чувствительности цифрового приемника при различных видах манипуляции.
9. Чувствительность радиоприемной аппаратуры базовой станции (БС) и мобильной станции (МС) с учетом внешних и внутренних шумов.
10. Необходимость использования на БС малошумящего усилителя (МШУ).
11. Обеспечение сбалансированного дуплекса в системах мобильной связи с учетом основных параметров приемо-передающей аппаратуры БС и МС.
12. Уравнение сбалансированной дуплексной радиосвязи.
13. Особенности оценки чувствительности приемника шумоподобных сигналов.

4.6. Типовые задачи для практических занятий (полный комплект задач для практических занятий см. в [17-18])

1. Рассчитать необходимую реальную чувствительность приемника мобильной станции (МС) Си-Би диапазона (*CB – Citizens Band*, 27 МГц), установленной на автомобиле и имеющей вертикальную четвертьволновую антенну, для двух режимов работы в малом городе: 1) режим приема АМ-сигнала; 2) режим приема ЧМ-сигнала. Потери в фидере, соединяющим антенну и вход приемника 1 дБ. Коэффициент шума усилителя-селектора приемника $N_{\text{УС}} = 5\,\text{дБ}$. Средняя величина индекса модуляции АМ-сигнала $m_{\text{ср}} = 0{,}3$. Максимальная девиация частоты ЧМ-сигнала $f_{\text{д max}} = 3{,}4\,\text{кГц}$. Для обоих режимов: верхняя частота модуляции $F_{\text{в}} = 3{,}4\,\text{кГц}$, необходимое отношение сигнал / шум на выходе приемника (в громкоговорителе) $\gamma_{\text{вых}} = 14\,\text{дБ}$.

Ответить на вопрос: какие факторы ограничивают чувствительность приемника?

Ответы:

$$\left(P_{\text{с вх 0 МС}}\right)_{\text{АМ}} \approx -112{,}3\ \text{дБВт};\ \left(P_{\text{с вх 0 МС}}\right)_{\text{ЧМ}} \approx -127{,}6\ \text{дБВт}.$$

2. Рассчитать реальную чувствительность приемника мобильной станции (МС) системы *GSM* (*Global System for Mobile*), работающего в частотном диапазоне (935-960) МГц и принимающего *GMSK*-радиосигнал (*Gaussian Minimum Shift Keying*), если: коэффициент шума усилителя-селектора приемника $N_{\text{УС}} = 6\,\text{дБ}$; произведение полосы гауссовского фильтра на длительность бита $B_G T_b = 0{,}3$; длительность бита $T_b = 3{,}69\,\text{мкс}$, вероятность битовой ошибки $P_b \le 0{,}01\%$.

Ответить на вопрос: какие факторы ограничивают чувствительность приемника?

Ответ:

$$P_{\text{с вх 0 МС}} \approx -123{,}5\,\text{дБВт}.$$

3. Рассчитать допустимое ослабление мощности радиоволны на трассе распространения, радиус зоны обслуживания базовой станции (БС) для «квазигладкого пригорода», реальную чувствительность приемника мобильной станции (МС), реальную чувствительность приемника базовой станции (БС), оптимальную мощность передатчика БС системы *GSM* (*Global System for Mobile*), работающей в частотном диапазоне (890-960) МГц если:

- высота антенны БС $h_{\text{БС}} = 30\,\text{м}$;
- потери мощности радиосигнала в комбайнере БС в режимах передачи и приема $\eta_{\text{п К БС}} = \eta_{\text{пр К БС}} = 6\ \text{дБ}$;
- потери мощности радиосигнала в фидере БС в режимах передачи и приема $\eta_{\text{п Ф БС}} = \eta_{\text{пр Ф БС}} = 1\ \text{дБ}$;
- коэффициент шума усилителя-селектора (УС) приемника БС $N_{\text{УС БС}} = 3\ \text{дБ}$;
- фидер в МС отсутствует;
- коэффициент шума УС приемника МС $N_{\text{УС МС}} = 4\ \text{дБ}$;
- высота антенны МС $h_{\text{МС}} = 1{,}5\,\text{м}$;
- максимальная мощность передатчика МС $P_{\text{МС макс}} = 0\ \text{дБВт}$;
- необходимое отношение средней мощности сигнала к средней мощности шума на выходе радиотрактов приемников МС и БС $\gamma_{\text{вых РТ МС}} = \gamma_{\text{вых РТ БС}} = 13\ \text{дБ}$;
- полоса пропускания приемников МС и БС $B_{RF} = 200\ \text{кГц}$;
- коэффициенты усиления антенн БС и МС для режимов передачи и приема одинаковы: $G_{\text{п БС}} = G_{\text{пр БС}} = 6\,\text{дБ}$;

Согласована на портале № 6893

$G_{\text{п МС}} = G_{\text{пр МС}} = 0\,\text{дБ}$.

Ответить на вопрос: почему реальная чувствительность приемника БС хуже, чем реальная чувствительность приемника МС?

Ответы:

$$P_{\text{с вх 0 МС}} \approx -132{,}5\ \text{дБВт};\quad P_{\text{с вх 0 БС}} \approx -127{,}5\ \text{дБВт};\quad P_{\text{БС опт}} \approx 2\ \text{дБВт};$$

$$L_p \approx 133{,}6\,\text{дБ};\quad r \approx 2{,}76\,\text{км}.$$

4. На примере прямого канала трафика БС $\rightarrow$ МС (базовая станция $\rightarrow$ мобильная станция) системы сотовой телефонии IS-95 объясните, почему при корреляционном приеме шумоподобных сигналов происходит улучшение отношения сигнал/помеха (или отношения сигнал/шум) и во сколько раз.

Согласована на портале № 6893