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

_____ П.Е. Троян

«_25__» _____04_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-2 – групповое проектное обучение 2)»

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: 3 **Семестр: 5**

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		24			24	час.
2.	Лабораторные работы		20			20	час.
3.	Практические занятия		16			16	час.
4.	Курсовой проект/работа (КСР) (аудиторная)						час.
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)		60			60	час.
6.	Из них в интерактивной форме		7			7	час.
7.	Самостоятельная работа (СР) студентов		48			48	час.
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)		108			108	час.
9.	СР на подготовку и сдачу экзамена						час.
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)		108			108	час.
	(в зачетных единицах)		3			3	ЗЕТ

Зачет: не предусмотрен **Диф. зачет: 5 семестр**

Экзамен: не предусмотрен

Томск 2016

Согласована на портале № 6890

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 № 6890

1. Цели и задачи дисциплины «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-2 – групповое проектное обучение 2)» – БТПИ (ГПО-2)

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-2) является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 учебного плана (Б1.В.ДВ.2.2) 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; Статистическая теория инфокоммуникационных систем; Цифровая обработка сигналов; Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей.

Знания, полученные при изучении дисциплины БТПИ (ГПО-2), должны способствовать овладению материалами последующих дисциплин: Теоретические основы систем мобильной связи; Сети и системы мобильной связи; Математическое моделирование устройств связи; Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов; Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи.

Дисциплина БТПИ (ГПО-2) 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:

готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта (**ПК-7**);

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		
Аудиторные занятия (всего)	60		60		
В том числе:	-		-		
Лекции (Л)	24		24		
Лабораторные работы (ЛР)	20		20		
Практические занятия (ПЗ)	16		16		
Семинары (С)					
Коллоквиумы (К)					

Согласована на портале № 6890

Курсовой проект - контроль самостоятельной работы (КП-КСР) студентов (аудиторный)					
Другие виды аудиторной работы					
Самостоятельная работа (всего)	48		48		
В том числе:	-		-		
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Другие виды самостоятельной работы					
Проработка лекционного материала	12		12		
Подготовка к ЛР, составление и защита отчета	10		10		
Подготовка к ПЗ	26		26		
Вид промежуточной аттестации (экзамен)					
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 средств беспроводной связи	24	20	16	-	48	108	ПК-7; ПК-16

5.2. Содержание разделов дисциплины по лекциям (Л, 24 час.)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость, час.	Формируемые компетенции
1	Технологии средств беспроводной связи	1.Дифференциальная бинарная фазовая манипуляция. Структурная схема модема, принцип и особенности дифференциальной (относительной) бинарной фазовой манипуляции (DBPSK). Фазовая неоднозначность при приеме. Когерентная и некогерентная демодуляция.	4	ПК-7; ПК-16
		2.Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция. Структурные схемы модемов, принципы и особенности квадратурной фазовой манипуляций (QPSK) и дифференциальной квадратурной фазовой манипуляции (DQPSK).	4	
		3.Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом Pi/4. Структурная схема модема, принцип и особенности дифференциальной квадратурной фазовой манипуляции со сдвигом Pi/4 (Pi/4 QPSK).	4	
		4.Частотная манипуляция и многопозиционная частотная манипуляция. Структурные схемы модемов, принципы и особенности частотной манипуляции (FSK) и многопозиционной частотной манипуляции (M-FSK).	2	
		5.Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK) и гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом. Структурные схемы модемов, принципы и особенности манипуляции с минимальным сдвигом (MSK) и гауссовской манипуляций с минимальным сдвигом (GMSK).	4	
		6.Квадратурная амплитудная манипуляция. Структурная схема модема, принцип и особенности квадратурной амплитудной манипуляции. Эффективность радиосигналов с различными видами манипуляции.	2	
		7.Сравнительная характеристика эффективности	4	

Согласована на портале № 6890

		использования полосы частот и энергетических характеристик передатчиков при радиосигналах с различными видами манипуляции.		

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	2	3	4					…
Предыдущие дисциплины										
1	Теория электрических цепей	+								
2	Основы функционального анализа	+								
3	Математические методы описания сигналов	+								
4	Прикладные математические методы в радиотехнике	+								
5	Схемотехника телекоммуникационных устройств	+								
6	Статистическая теория инфокоммуникационных систем									
7	Цифровая обработка сигналов									
8	Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей									
Последующие дисциплины										
1	Теоретические основы систем мобильной связи	+								
2	Сети и системы мобильной связи	+								
3	Математическое моделирование устройств связи	+								
4	Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов	+								
5	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-7; 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

Согласована на портале № 6890

7. Лабораторные работы (20 час.)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость, час.	Формируемые компетенции
1	1 (Технологии средств беспроводной связи)	1. Исследование MSK модема (классическая реализация) [13]. 2. Исследование MSK модема (реализация с фазовым кодером) [14]. 3. Исследование Pi/4_QPSK модема (реализация с фазовым кодером) [15]. 4. Исследование QPSK модема (классическая реализация) [16]. 5. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером) [17].	4 4 4 4 4	ПК-7; ПК-16

8. Практические занятия (16 час.)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1, (семестр)	Тематика практических занятий	Трудо-емкость, час.	Формируемые компетенции
1	1 (Технологии средств беспроводной связи)	1.Частотное планирование систем мобильной связи. 2.Электромагнитная совместимость систем мобильной связи. 3.Трафик и емкость систем мобильной связи. 4.Устойчивость систем мобильной связи.	4 4 4 4	ПК-7; ПК-16

9. Самостоятельная работа (48 час.)

№ 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.)
2.	1 (Технологии средств беспроводной связи)	1. Изучение технологий средств беспроводной связи. 2. Проектирование технологии средства беспроводной связи в соответствии с ТЗ – подготовка к ПЗ. 3. Составление отчета о спроектированной технологии средства беспроводной связи – подготовка к ЛЗ.	12 26 10	ПК-7; ПК-16	1 Регулярная проверка рабочих тетрадей (РТ) по Л, ЛР, ПЗ, П. 2. Проверка отчета. 3. Защита отчета.

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

Согласована на портале № 6890

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.).

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 третие, 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. Кологривов В.А. Исследование MSK модема (классическая реализация) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 29 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1524).
14. Кологривов В.А. Исследование MSK модема (реализация с фазовым кодером) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 39 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1525).
15. Кологривов В.А. Исследование Pi/4_QPSK модема (реализация с фазовым кодером) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 38 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1527).
16. Кологривов В.А. Исследование QPSK модема (классическая реализация) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 27 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1528).
17. Кологривов В.А. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 35 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1532).

Согласована на портале № 6890

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

18. Мелихов С.В. Частотное планирование и электромагнитная совместимость 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. – 13 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4129).
19. Мелихов С.В.Трафик, емкость и устойчивость 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. – 13 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4134).

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 (приведены также в Приложении к данной рабочей программе (ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-2)».

1. Особенности дифференциальной бинарной фазовой манипуляции.
2. Особенности дифференциальной квадратурной фазовой манипуляции.
3. Особенности дифференциальной квадратурной фазовой манипуляции со сдвигом Pi/4.
4. Особенности многопозиционной частотной манипуляции.
5. Особенности манипуляции с минимальным сдвигом (MSK) и гауссовской манипуляции с минимальным сдвигом.
6. Особенности квадратурной амплитудной манипуляции.
7. Сравнительная характеристика эффективности использования полосы частот и энергетических характеристик передатчиков при радиосигналах с различными видами манипуляции.
8. Особенности частотных планов системы мобильной связи NMT-450.
9. Особенности частотных планов системы мобильной связи GSM.
10. Однородная сотовая структура систем мобильной связи.
11. Интерференционные помехи на совпадающих частотах в сотовых системах связи.
12. Понятие кластера. Ромб совмещенного канала сотовой системы. Параметр SIR сотовых систем.
13. Понятие трафика. Трафик сотовых систем.
14. Модель Эрланга В (модель системы связи массового обслуживания с отказами).
15. Устойчивость связи мобильных сотовых систем.

16. Типовые задачи для практических занятий: приведены в Приложении к данной рабочей программе (**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-2)».** Полный комплект задач для практических занятий см. в [18-19].

Согласована на портале № 6890

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-2 – групповое проектное обучение 2)»

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: 3 **Семестр: 5**

Учебные планы набора 2013, 2014, 2015 гг.

Зачет: не предусмотрен **Диф. зачет: 5 семестр**

Экзамен: не предусмотрен

Разработчик **С.В. Мелихов**

Томск 2016

Согласована на портале № 6890

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-2 – групповое проектное обучение 2)» БТПИ (ГПО-2) 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-7	Готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта	***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-7: Готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта

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	Знать приемы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.	Уметь изучать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.	Владеть навыками изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.

Согласована на портале № 6890

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 рациональные приемы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.	• Умеет изучать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.	• Свободно владеет навыками изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.
Хорошо (базовый уровень)	• Знает приемы изучения научно-технической информации, отечественного и	• Умеет изучать научно-техническую информацию, отечественного и	• Владеет навыками изучения научно-технической информации,

Согласована на портале № 6890

	зарубежного опыта по тематике проекта.	зарубежного опыта по тематике проекта.	отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает элементы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.	• В принципе умеет изучать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.	• Частично владеет навыками изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.

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 области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы

Согласована на портале № 6890

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 № 6890

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. Кологривов В.А. Исследование MSK модема (классическая реализация) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 29 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1524).
14. Кологривов В.А. Исследование MSK модема (реализация с фазовым кодером) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 39 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1525).
15. Кологривов В.А. Исследование Pi/4_QPSK модема (реализация с фазовым кодером) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 38 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1527).
16. Кологривов В.А. Исследование QPSK модема (классическая реализация) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 27 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1528).
17. Кологривов В.А. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 35 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1532).

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

18. Мелихов С.В. Частотное планирование и электромагнитная совместимость 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. – 13 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4129).
19. Мелихов С.В.Трафик, емкость и устойчивость 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. – 13 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4134).

4.5. Контрольные вопросы для проверки знаний по дисциплине

1. Особенности дифференциальной бинарной фазовой манипуляции.
2. Особенности дифференциальной квадратурной фазовой манипуляции.
3. Особенности дифференциальной квадратурной фазовой манипуляции со сдвигом Pi/4.
4. Особенности многопозиционной частотной манипуляции.
5. Особенности манипуляции с минимальным сдвигом (MSK) и гауссовской манипуляции с минимальным сдвигом.
6. Особенности квадратурной амплитудной манипуляции.
7. Сравнительная характеристика эффективности использования полосы частот и энергетических характеристик передатчиков при радиосигналах с различными видами манипуляции.
8. Особенности частотных планов системы мобильной связи NMT-450.
9. Особенности частотных планов системы мобильной связи GSM.
10. Однородная сотовая структура систем мобильной связи.

Согласована на портале № 6890

11. Интерференционные помехи на совпадающих частотах в сотовых системах связи.
12. Понятие кластера. Ромб совмещенного канала сотовой системы. Параметр SIR сотовых систем.
13. Понятие трафика. Трафик сотовых систем.
14. Модель Эрланга В (модель системы связи массового обслуживания с отказами).
15. Устойчивость связи мобильных сотовых систем.

4.6. Типовые задачи для практических занятий (полный комплект задач для практических занятий см. в [18-19])

1. Определить возможное число дуплексных каналов связи на одной базовой станции стандарта NMT-450, работающей по первому (основному) частотному плану.

Ответ: 26 каналов.

2. Определить возможное число дуплексных каналов связи на одной базовой станции стандарта GSM-900.

Ответ: 42 канала.

3. Найти возможные размерности кластера в интервале $3 \le N_{кл} \le 19$, которые используются в сотовых системах мобильной связи.

Ответы: 3; 4; 7; 9; 12; 13; 16; 19.

4 Определите отношение сигнал/интерференция (SIR) в однородной сети мобильной связи для квазигладкого города, если коэффициент затухания радиоволн $n = 4$, а размерность кластера $N_{кл} = 7$.

Ответ: 17,8 дБ.

5. Определить вероятность поступления в один канал связи двух, трех, четырех, пяти вызовов за время 6 мин, если средняя частота поступления вызовов 40 вызов/ч.

Ответ: 0,146; 0,195; 0,195; 0,156.

6. Используя экспоненциальный закон плотности распределения вероятности занятости канала связи, построить зависимость вероятности занятости канала связи от продолжительности обслуживания одного абонента τ_1, если средняя продолжительность обслуживания вызовов каналом связи равна $\langle T \rangle$. Объяснить полученный результат.

Ответ:

$\tau_1 / \langle T \rangle$	0	0,25	0,5	1	2	5
$P_{отк}$	0	0,22	0,39	0,63	0,86	0,99

Согласована на портале № 6890