

**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: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
 Владелец: Троян Павел Ефимович  
 Действителен: с 19.01.2016 по 18.09.2019

Троян  
 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: *ТОР (телекоммуникаций и основ радиотехники)*

Обеспечивающая и выпускающая кафедра: *РТС (радиотехнических систем)*

Курс: 2

Семестр: 4

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	22				22	час.
2.	Лабораторные работы	16				16	час.
3.	Практические занятия	18				18	час.
4.	Курсовой проект/работа (КСР) (аудиторная)						час.
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)	56				56	час.
6.	Из них в интерактивной форме	7				7	час.
7.	Самостоятельная работа (СР) студентов	52				52	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: 4 семестр

Экзамен: не предусмотрен

Томск 2016

**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.

## 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; Основы функционального анализа; Математические методы описания сигналов; Прикладные математические методы в радиотехнике; Схемотехника телекоммуникационных устройств.

Знания, полученные при изучении дисциплины БТПИ (ГПО-1), 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-1) 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
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	56	56			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции (Л)	22	22			
Лабораторные работы (ЛР)	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Семинары (С)					
Коллоквиумы (К)					

Курсовой проект - контроль самостоятельной работы (КП-КСР) студентов (аудиторный)					
<i>Другие виды аудиторной работы</i>					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	52	52			
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Проработка лекционного материала	12	12			
Подготовка к ЛР, составление и защита отчета	14	14			
Подготовка к ПЗ	26	26			
<b>Вид промежуточной аттестации (экзамен)</b>					
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.	Лаб. работы, час.	Практич. Занятия, час.	Курсовой П/Р (КСР), час.	СР, час. (без экзамен.)	Всего, час. (без экзамен.)	Формируемые компетенции
1.	Технологии радиовещания (РВ) и радиосвязи (РС) с использованием аналоговых и цифровых сигналов	22	16	18	-	52	108	ПК-8; ПК-16

### 5.2. Содержание разделов дисциплины по лекциям (Л, 22 час.)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость, час.	Формируемые компетенции
1	Технологии радиовещания (РВ) и радиосвязи (РС) с использованием аналоговых и цифровых сигналов	1. Многостанционный доступ с частотным разделением каналов (FDMA). Международное соглашение в области распределения радиочастот при РВ и РС. 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. 3. Особенности распространения длинных, средних, коротких и ультракоротких радиоволн. Атмосферные, промышленные, космические шумы и их мешающее действие при радиоприеме. Расчет уровня внешних помех при радиоприеме в различных частотных диапазонах. 4. Телефонный сигнал, сигнал радиовещания, телевизионный сигнал, сигналы передачи данных, их параметры: спектр, пиковая и средняя мощности, пик-фактор, динамический диапазон. 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. 6. Расчет зон обслуживания радиостанций различных диапазонов.	4 4 4 4 4 2	ПК-8; ПК-16

### 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							...
<b>Предыдущие дисциплины</b>									
1	Теория электрических цепей	+							
2	Основы функционального анализа	+							
3	Математические методы описания сигналов	+							
4	Прикладные математические методы в радиотехнике	+							
5	Схемотехника телекоммуникационных устройств	+							
<b>Последующие дисциплины</b>									
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-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 (16 час.)

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

**8. Практические занятия (18 час.)**

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий	Трудо-емкость, час.	Формируемые компетенции
1	1 (Технологии РВ и РС с использованием аналоговых и цифровых сигналов)	1. Энергетика спутниковых систем. Эквивалентная изотропно излучаемая мощность. Добротность приемной станции. Диаграмма уровней мощности линий связи Земля-ИСЗ, ИСЗ-Земля. Расчет диаграмм уровней линий спутниковой связи.	6	ПК-8; ПК-16
		2. Определение зон обслуживания базовых станций (БС) сотовых сетей по модели Окамуры.	6	
		3. Определение зон обслуживания базовых станций (БС) сотовых сетей по моделям Окамуры-Хата.	6	

**9. Самостоятельная работа (52 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.)
1.	1 (Технологии РВ и РС с использованием аналоговых и цифровых сигналов)	1. Изучение технологий РВ и РС с использованием аналоговых и цифровых сигналов.	12	ПК-8; ПК-16	1. Регулярная проверка рабочих тетрадей (РТ) по Л, ЛР, ПЗ, П. 2. Проверка отчетов. 3. Защита отчетов.
		2. Проектирование (П) средства РВ или РС в соответствии с техническим заданием (ТЗ) – подготовка к ПЗ.	26		
		3. Составление отчета о спроектированном средстве РВ или РС – подготовка к ЛЗ.	14		

**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	<b>36</b>
Выполнение работ по проектированию в соответствии с ТЗ	6	6	6	<b>18</b>
Компонент своевременности	5	6	5	<b>16</b>
<b>Итого за период (макс.)</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>70</b>
Защита отчета: диф.зачет или экзамен (макс.)				<b>30</b>
<b>Нарастающим итогом</b>	<b>25</b>	<b>49</b>	<b>70</b>	<b>100</b>

**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)	<b>90 - 100</b>	A (отлично)
4 (хорошо), (зачтено)	<b>85 – 89</b>	B (очень хорошо)
	<b>75 – 84</b>	C (хорошо)
	<b>70 - 74</b>	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно), (зачтено)	<b>65 – 69</b>	E (посредственно)
	<b>60 - 64</b>	
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	<b>Ниже 60 баллов</b>	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]: Учебно-методическое 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 (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 (АМ); 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].

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-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 планы набора 2013, 2014, 2015 гг.**

**Зачет: не предусмотрен**

**Диф. зачет: 4 семестр**

**Экзамен: не предусмотрен**

**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	<p><i>Должен знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы работы и особенности организации современных беспроводных технологий передачи информации; особенности их частотного планирования; способы расчета электромагнитной совместимости и оценки трафика.</li> </ul> <p><i>Должен уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul> <p><i>Должен владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками настройки и регулировки аппаратуры беспроводных сетей при производстве, установке и технической эксплуатации.</li> </ul>
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 вида 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

<b>Виды занятий</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные работы</li> <li>• Практические занятия</li> <li>• Консультации</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Самостоятельная работа студентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные работы</li> <li>• Практические занятия</li> <li>• Консультации</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Самостоятельная работа студентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные работы</li> <li>• Практические занятия</li> <li>• Консультации</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Самостоятельная работа студентов</li> </ul>
<b>Используемые средства оценивания</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тест</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Оформление и защита домашнего задания</li> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Экзамен</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тест</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Оформление и защита домашнего задания</li> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Экзамен</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тест</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Оформление и защита домашнего задания</li> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Экзамен</li> </ul>

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**

<b>Показатели и критерии</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	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
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	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
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	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**

<b>Показатели и критерии</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	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
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	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

	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
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	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 вида занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
<b>Содержание этапов</b>	Методы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	Научно-технической информацией, отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования
<b>Виды занятий</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные работы</li> <li>• Практические занятия</li> <li>• Консультации</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Самостоятельная работа студентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные работы</li> <li>• Практические занятия</li> <li>• Консультации</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Самостоятельная работа студентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лекции</li> <li>• Лабораторные работы</li> <li>• Практические занятия</li> <li>• Консультации</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Самостоятельная работа студентов</li> </ul>
<b>Используемые средства оценивания</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тест</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Оформление и защита домашнего задания</li> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Экзамен</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тест</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Оформление и защита домашнего задания</li> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Экзамен</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тест</li> <li>• Выполнение домашнего задания</li> <li>• Оформление и защита домашнего задания</li> <li>• Контрольная работа</li> <li>• Экзамен</li> </ul>

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
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	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
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	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
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	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
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	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
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	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
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	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.).

#### 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. Макаеева 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]: Учебно-методическое 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

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 (АМ); 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 (РВС) с равной мощностью излучения располагаются по квадратной сетке. Определить наибольшее расстояние между РВС, если радиус зоны обслуживания каждой из них имеет значение  $r_0$ . Определить площадь квадрата обслуживания.

$$\text{Ответы: } D_{\text{кв макс}} = \sqrt{2}r_0 ; S_{\text{кв}} = 2r_0^2 .$$

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  $f_{\text{д макс}} = 50\text{кГц}$ , нижнюю и верхнюю частоты модуляции звукового сигнала соответственно  $F_{\text{н}} = 30\text{Гц}$  и  $F_{\text{в}} = 15\text{кГц}$ , высоту подвеса передающей антенны  $H_1 \approx 200\text{м}$ . Используется монофонический переносной приемник с телескопической антенной длиной  $l_a = 1,1\text{м}$ . Коэффициент шума линейной части приемника  $N = 10\text{дБ}$ . Необходимо, чтобы защитное отношение на выходе УНЧ приемника  $\gamma_{\text{вых}} \geq 26\text{дБ}$ . Напряженности поля промышленных и космических помех в точке приема соответственно равны:  $-30\text{дБ мкВ/м } \sqrt{\text{кГц}}$ ;  $-23\text{дБ мкВ/м } \sqrt{\text{кГц}}$

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

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

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

4. С использованием модели Окамуры рассчитать усредненную медианную мощность сигнала (УММС) в антенне мобильной станции (МС) от базовой станции (БС) системы сотовой телефонии NMT на расстояниях 1 км, 3 км, 5 км, 10 км; 20 км; 30 км для квазигладкого городского района, если: высота антенны БС  $h_{\text{БС}} = 50\text{м}$ ; высота антенны мобильной станции (МС)  $h_{\text{МС}} = 1,5\text{м}$ ; мощность передатчика БС  $P_{\text{БС}} = 4\text{Вт}$ ; коэффициенты усиления антенн БС и МС  $G_{\text{БС}} = 6\text{дБ}$ ,  $G_{\text{МС}} = 0\text{дБ}$ ; потери в фидере БС  $\eta_{\text{БС}} = 1\text{дБ}$ ; частота передаваемого сигнала  $f = 460\text{МГц}$ .

$$\text{Ответы: } -105,7; -121,0; -128,1; -138,7; -153,3; -168,8 [\text{дБВт}] .$$

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;  $h_{\text{БС}} = 50\text{м}$ ; дальность связи на открытой местности в сторону суши 5 км; сотовая связь организована в диапазоне 1800 МГц.

$$\text{Ответ: } 11,75 \text{ км} .$$