

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего 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 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Системы и устройства радиосвязи и радиодоступа**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль): **Системы радиосвязи и радиодоступа**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4**

Семестр: **7, 8**

Учебный план набора 2016 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36		36	часов
2	Практические занятия	12	14	26	часов
3	Лабораторные работы	36		36	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)		10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	84	24	108	часов
6	Самостоятельная работа	60	84	144	часов
7	Всего (без экзамена)	144	108	252	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
9	Общая трудоемкость	180	108	288	часов
		5.0	3.0	8.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Зачет: 8 семестр

Курсовая работа (проект): 8 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол №\_\_\_\_\_.

Разработчики:

доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_ А. Я. Демидов

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. Я. Демидов

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ \_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. Я. Демидов

Эксперты:

доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_ С. И. Богомолов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение принципов построения современных систем цифровой радиосвязи, ознакомление с их техническими характеристиками и перспективами развития;

Приобретение необходимых теоретических и практических навыков построения беспроводных сетей и систем.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Получение необходимых знаний по теоретическим основам и физическим принципам построения функционирования цифровой радиосвязи и радиодоступа.

– Получение необходимых знаний по сетевой и структурной организации многоканальной радиосвязи и радиодоступа;

– Получение необходимых навыков работы с технической документацией и стандартами современных систем радиосвязи и радиодоступа.;

–

–

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы и устройства радиосвязи и радиодоступа» (Б1.В.ОД.11) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Общая теория связи, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-12 готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

– ПК-14 умением осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** Принципы построения современных система цифровой радиосвязи. Современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем. Требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи

– **уметь** Формулировать основные технические требования к телекоммуникационным сетям и системам. Оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники. Проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов. Оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем.

– **владеть** Навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования. Навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	108	84	24

Лекции	36	36	
Практические занятия	26	12	14
Лабораторные работы	36	36	
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10		10
Самостоятельная работа (всего)	144	60	84
Выполнение курсового проекта (работы)	84		84
Выполнение домашних заданий	8	8	
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16	
Проработка лекционного материала	10	10	
Написание рефератов	18	18	
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	8	
Всего (без экзамена)	252	144	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость ч	288	180	108
Зачетные Единицы	8.0	5.0	3.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр							
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	8	4	8	12	0	32	ПК-12, ПК-14
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	4	2	12	14	0	32	ПК-12, ПК-14
3 Методы организации каналов множественного доступа	6	2	8	8	0	24	ПК-12, ПК-14
4 Системы мобильной связи и радиодоступа.	10	0	8	8	0	26	ПК-12, ПК-14
5 Спутниковые систем связи.	8	4	0	18	0	30	ПК-12, ПК-14

Итого за семестр	36	12	36	60	0	144	
8 семестр							
6 Радиорелейные линии связи прямой видимости	0	14	0	84	10	98	ПК-12, ПК-14
Итого за семестр	0	14	0	84	10	108	
Итого	36	26	36	144	10	252	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	Представление полосовых сигналов- Комплексная огибающая. Векторное представление сигнала Квадратурный модулятор Межсимвольная интерференция. Фильтр Найквиста Формирующий фильтр Найквиста для устранения МСИ Физически-реализуемый формирующий фильтр «приподнятого косинуса» Квадратурная фазовая модуляция (QPSK) Структурная схема QPSK модулятора Спектр QPSK сигнала. Модуляция $\pi/4$ DQPSK Ортогональное частотное мультиплексирование данных (OFDM)	8	ПК-14
	Итого	8	
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	Псевдослучайные последовательности и их свойства Линейные последовательности максимальной длины (m-последовательности) Последовательности Голда (g-последовательности). Последовательности Касами (k-последовательности). Ортогональная модуляция Демодуляция (корреляционный прием) ортогональных сигналов Оценки помехоустойчивости при когерентном приеме	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Множественный доступ с частотным разделением. Множественный доступ с временным разделением. Множественный доступ с кодовым разделением. Множественный доступ с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDMA).	6	ПК-12, ПК-14

	Итого	6	
4 Системы мобильной связи и радиодоступа.	Канал передачи данных .Канальное кодирование.Помехоустойчивое кодирование.Цифровой канал связи.	10	ПК-14
	Итого	10	
5 Спутниковые систем связи.	Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов. Спутниковые системы связи с использованием негеостационарных ретрансляторов. Спутниковые орбиты-Системы связи Иридиум, Глобал стар и др.Электромагнитная совместимость в спутниковой системе связи	8	ПК-12, ПК-14
	Итого	8	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Общая теория связи		+				
2 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей			+			

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля
--	--------------	----------------

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПК-12	+	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Реферат
ПК-14	+	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Реферат

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

7 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	OFDM Модуляция	8	ПК-14
	Итого	8	
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	Процедура частотной синхронизации в OFDM системах связи	12	ПК-12, ПК-14
	Итого	12	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA	8	ПК-12, ПК-14
	Итого	8	
4 Системы мобильной связи и радиодоступа.	Процедура эквалайзирования в OFDMA	8	ПК-12, ПК-14
	Итого	8	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурный модулятор. Многопозиционная квадратурная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование данных (OFDM)	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	Линейные последовательности максимальной длины (m-последовательности). Последовательности Голда (g-последовательности). Последовательности Касами (k-последовательности). Ортогональная модуляция. Демодуляция (корреляционный прием) ортогональных сигналов.	2	ПК-12, ПК-14
	Итого	2	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Множественный доступ с временным разделением Множественный доступ с кодовым разделением Множественный доступ с ортогональным частотным разделением (OFDMA)	2	ПК-12, ПК-14
	Итого	2	

5 Спутниковые систем связи.	Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов. Спутниковые системы связи с использованием негеостационарных ретрансляторов. Спутниковые орбиты. Электромагнитная совместимость в спутниковой системе связи.	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
<b>8 семестр</b>			
6 Радиорелейные линии связи прямой видимости	Трасса РРЛ прямой видимости, расстояние прямой видимости. Учет рефракции радиоволн. Расчет средней мощности принимаемого сигнала. Учет рельефа местности при расчете множителя ослабления.	14	ПК-12, ПК-14
	Итого	14	
Итого за семестр		14	
Итого		26	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>7 семестр</b>				
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	Проработка лекционного материала	4	ПК-14, ПК-12	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение домашних заданий	4		
	Итого	12		
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-12, ПК-14	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение домашних заданий	4		
	Итого	14		

3 Методы организации каналов множественного доступа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-12, ПК-14	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
4 Системы мобильной связи и радиодоступа.	Проработка лекционного материала	4	ПК-14, ПК-12	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
5 Спутниковые системы связи.	Написание рефератов	18	ПК-12, ПК-14	Реферат
	Итого	18		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
<b>8 семестр</b>				
6 Радиорелейные линии связи прямой видимости	Выполнение курсового проекта (работы)	84	ПК-12, ПК-14	Защита курсовых проектов (работ)
	Итого	84		
Итого за семестр		84		
Итого		180		

### 9.1. Темы домашних заданий

1. Межсимвольная интерференция. Фильтр Найквиста
2. Последовательности Голда (g-последовательности).
3. Последовательности Касами (k-последовательности).

### 10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>8 семестр</b>		
Пролет радиорелейной линии прямой видимости	10	ПК-12, ПК-14
Итого за семестр	10	

### 10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- 
- 
- Пролет радиорелейной линии прямой видимости
- Система мобильной связи с кодовым разделением каналов

- Нисходящий канал (Downlink) LTE – PDSCH
- Нисходящий канал (Uplink) LTE – PUSCH

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
<b>7 семестр</b>				
Домашнее задание	4	3	4	11
Конспект самоподготовки	4	4	3	11
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	2	4	5	11
Реферат	5	10	10	25
Итого максимум за период	19	25	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	19	44	70	100
<b>8 семестр</b>				
Защита курсовых проектов (работ)	30	30	40	100
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	100	100

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

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	С (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
		60 - 64
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Волков Л.Н., и др. Системы цифровой радиосвязи: Учебн. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005. – 392с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Системы радиодоступа: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работе / Вершинин А. С., Долгих Д. А. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2573>, дата обращения: 16.03.2017.

2. Космические и наземные системы радиосвязи и телевидения: Методические указания по выполнению курсовой работы / Вершинин А. С., Эрдынеев Ж. Т. - 2012. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1694>, дата обращения: 16.03.2017.

3. Системы радиодоступа: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Долгих Д. А. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2572>, дата обращения: 16.03.2017.

4. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Крюков Я. В., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - 2015. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5107>, дата обращения: 16.03.2017.

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал ТУСУР, (<http://edu.tusur.ru>, <http://lib.tusur.ru>),
2. Google, Яндекс

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 318. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; 8 рабочих станций на базе процессоров AMD Athlon II X2; диагональ мониторов 20" 2 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo; Операционная система: Microsoft Windows 7. Программное обеспечение: LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro). Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 309. Состав оборудования: 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 23"-24". Операционная система: Microsoft Windows 7. Программное обеспечение: LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Velleman PcLab2000LT; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)

#### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 313. Состав оборудования: 5 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo; диагональ мониторов 19" Операционная система: Microsoft Windows XP Программное обеспечение: Microsoft Office; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Mathcad 13; Mathworks Matlab 7.3

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Системы и устройства радиосвязи и радиодоступа**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль): **Системы радиосвязи и радиодоступа**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4**

Семестр: **7, 8**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

– доцент каф. ТОР А. Я. Демидов

Экзамен: 7 семестр

Зачет: 8 семестр

Курсовая работа (проект): 8 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) 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 (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-12	готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	<p>Должен знать Принципы построения современных система цифровой радиосвязи. Современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем. Требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи ;</p> <p>Должен уметь Формулировать основные технические требования к телекоммуникационным сетям и системам. Оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники. Проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов. Оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем. ;</p> <p>Должен владеть Навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования. Навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств. ;</p>
ПК-14	умением осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций 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	Обладает диапазоном практических умений,	Берет ответственность за завершение задач в ис-

	тия в пределах изучаемой области	требуемых для решения определенных проблем в области исследования	следовании, 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

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-12

ПК-12: готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	<p>Должен знать: принципы построения современных систем многоканальной связи и радиодоступа; методы расчета типовых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации; современное состояние цифровых устройств формирования и обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем связи.</p>	<p>Должен уметь: формулировать основные технические требования к цифровым системам; проводить математический анализ процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов; оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости систем многоканальной связи и радиодоступа; оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; объяснять назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи.</p>	<p>Должен владеть: навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи; навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.</p>
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• работа);</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Зачет;</li> <li>• Курсовая работа (проект);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Защита курсовых проектов (работ);</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Зачет;</li> <li>• Курсовая работа (проект);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Защита курсовых проектов (работ);</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Зачет;</li> <li>• Курсовая работа (проект);</li> </ul>

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы.;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении;</li> </ul>

## 2.2 Компетенция ПК-14

ПК-14: умением осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам.

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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• техническую документацию, национальные и международные стандар-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Должен уметь: -осуществлять первичный контроль соответствия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• современными технологиями вычислительного и имитационного моде-</li> </ul>

	ты в предметной области разработки устройств систем широкополосного радиодоступа; методы моделирования устройств систем цифровой связи и радиодоступа; современные платформы моделирования и проектирования систем цифровой связи и радиодоступа.	разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам, техническим регламентам; -применять принципы системного подхода к анализу разрабатываемых проектов; -проводить математическое и имитационное моделирование устройств систем связи и радиодоступа.	лирования; методами формирования и приема сигналов в современных системах радиодоступа
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Зачет;</li> <li>• Курсовая работа (проект);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Защита курсовых проектов (работ);</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Зачет;</li> <li>• Курсовая работа (проект);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Защита курсовых проектов (работ);</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Зачет;</li> <li>• Курсовая работа (проект);</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой об-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач в исследовании,</li> </ul>

	ласти;;	определенных проблем в области исследования. ;	приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;
Удовлетворительный (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач.;	• Работает при прямом наблюдении;

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Вопросы на самоподготовку

- Модель цифрового канала связи.
- Комплексное представление сигналов, комплексная огибающая.
- Векторное представление сигнала, квадратурный модулятор.
- Межсимвольная интерференция, фильтр Найквиста.
- OFDM модуляция.
- Множественный доступ с частотным разделением (FDMA).
- Множественный доступ с временным разделением каналов (TDMA).
- Множественный доступ с кодовым разделением (CDMA).
- Множественный доступ с ортогональным частотным разделением (OFDMA).
- Общая характеристика систем мобильной связи второго поколения.
- Общая характеристика систем мобильной связи третьего поколения.
- Общая характеристика систем мобильной связи четвертого поколения.

#### 3.2 Темы рефератов

- Система транковой связи TETRA, организация каналов множественного доступа.
- Система сотовой связи GSM, организация каналов множественного доступа.
- Система сотовой связи стандарта IS-95, организация каналов множественного доступа базовой станции.
- Система сотовой связи стандарта IS-95, организация каналов множественного доступа мобильной станции.
- Мобильная система связи UMTS, система радиодоступа UTRAN, организация каналов мобильной и базовой станций
- Система персональной космической связи «GlobalStar», организация каналов доступа.
- Система LTE, нисходящие каналы физического уровня, формирование OFDMA символов.
- Система LTE, восходящие каналы физического уровня, формирование SCFDMA символов.

#### 3.3 Темы домашних заданий

- Межсимвольная интерференция. Фильтр Найквиста
- Последовательности Голда (g-последовательности).
- Последовательности Касами (k-последовательности).

#### 3.4 Темы опросов на занятиях

- Псевдослучайные последовательности и их свойства Линейные последовательности максимальной длины (m-последовательности) Последовательности Голда (g-последовательности). Последовательности Касами (k-последовательности). Ортогональная модуляция Демодуляция (корреляционный прием) ортогональных сигналов
- Оценки помехоустойчивости при когерентном

приеме

- Канал передачи данных . Канальное кодирование. Помехоустойчивое кодирование. Цифровой канал связи.
- Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов. Спутниковые системы связи с использованием негеостационарных ретрансляторов. Спутниковые орбиты Системы связи Иридиум, Глобал стар и др. Электромагнитная совместимость в спутниковой системе связи

### 3.5 Экзаменационные вопросы

- Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурная модуляция.
- Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция.
- Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK.
- Модуляция  $\pi/4$ DQPSK.
- Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM.
- OFDM модуляция, циклический префикс
- Методы организация каналов множественного доступа.
- Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал.
- Временное уплотнение каналов, защитный интервал.
- Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.
- Кодовое уплотнение каналов, обобщенная структура.
- Широкополосные каналы связи. Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра.
- Псевдослучайные последовательности, алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП.
- Нелинейные ПСП, структурная схема генератора нелинейной ПСП с внешней и внутренней логической функцией.
- Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора M-последовательности.
- Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи. Дуплексный режим работы.
- Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока. Обобщенная структура канала.
- Система мобильной связи с кодовым разделением каналов. Стандарт IS-95 Общая характеристика системы, технические параметры.
- Стандарт IS-95. Базовая станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение.
- Стандарт IS-95. Состав, назначение и организация кодовых каналов базовой станции.
- LTE – метод организации каналов множественного доступа, структура кадра типа 2 (TDD), слоты, субфреймы.
- LTE – Нисходящий канал (Downlink), физические каналы, ресурсная сетка, ресурсные блоки.
- LTE – нисходящий канал , формирование OFDMA символа, основные процедуры.
- LTE – восходящий канал , формирование SCFDMA символа, основные процедуры.

### 3.6 Темы лабораторных работ

- OFDM Модуляция
- Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA
- Процедура эквалайзирования в OFDMA
- Процедура частотной синхронизации в OFDM системах связи

### 3.7 Зачёт

- Принципы построения радиорелейных систем связи.
- Расстояние прямой видимости пролета РРЛ.
- Зависимость напряженности электрического поля  $E$  в точке приема от просвета на трас-

се.

- Учет рефракции радиоволн на трассе РРЛ.
- Частотные планы радиорелейных систем связи.
- Трасса РРЛ прямой видимости.
- Множитель ослабления с учетом профиля интервала пролета РРЛ
- Функциональная схема цифровой радиорелейной станции.

### **3.8 Темы курсовых проектов (работ)**

– Пролет радиорелейной линии прямой видимости. Числовые варианты курсовой работы приведены в таблице

## **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### **4.1. Основная литература**

1. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Волков Л.Н., и др. Системы цифровой радиосвязи: Учебн. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005. – 392с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Системы радиодоступа: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работе / Вершинин А. С., Долгих Д. А. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2573>, свободный.

2. Космические и наземные системы радиосвязи и телевещания: Методические указания по выполнению курсовой работы / Вершинин А. С., Эрдынеев Ж. Т. - 2012. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1694>, свободный.

3. Системы радиодоступа: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Долгих Д. А. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2572>, свободный.

4. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Крюков Я. В., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - 2015. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5107>, свободный.

### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Образовательный портал ТУСУР, (<http://edu.tusur.ru>, <http://lib.tusur.ru>),
2. Google, Яндекс