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

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по УР
П.Е.Троян

_____

"_10_"__10__2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы систем мобильной связи

Уровень основной образовательной программы: академический бакалавриат

Направление(я) подготовки (специальность): 11.03.02 (инфокоммуникационные технологии и системы связи)

Профиль(и): Системы мобильной связи

Форма обучения: очная

Факультет: РТФ (радиотехнический)

Кафедра: РТС (радиотехнических систем)

Курс: четвёртый **Семестр: седьмой**

Учебный план набора 2016 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции							18		18	часов
2.	Лабораторные работы							36		36	часов
3.	Практические занятия										часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)										часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)							54		54	часов
6.	Из них в интерактивной форме							12		12	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)							54		54	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)							108		108	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена							36		36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)							144		144	часов
	(в зачетных единицах)							4		4	ЗЕТ

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

Экзамен: седьмой семестр

Томск (2016)

Согласована на портале № 2717

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от « 3 » 11 2016 г.

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), направленность (профиль) Системы мобильной связи, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ №174 от 06.03.2015 г.

рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» апреля 2016 г., протокол № 7.

Разработчики доц. каф РТС _____ Кологривов В.А.

Зав. кафедрой РТС, д.т.н., проф. _____ Мелихов С.В.

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

Декан РТФ, к. ф-м. н. _____ Попова К.Ю.

Зав. профилирующей кафедрой
Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) к. ф-м. н., с.н.с. _____ Демидов А.Я.

Зав. выпускающей кафедрой
Радиотехнических систем (РТС) д.т.н., проф. _____ Мелихов С.В.

Эксперты:
Доц. каф. ТОР, к.т.н. _____ Богомолов С.И.

Доц. каф. РТС, к.т.н. _____ Якушевич Г.Н.

Согласована на портале № 2717

1. Цели и задачи дисциплины: Ознакомить студентов с технологиями мобильной связи, а именно: существующими системами беспроводного доступа, принципами функционирования, особенностями распространения радиоволн используемых диапазонов частот, влиянием многолучёвости каналов распространения, пропускной способностью беспроводных каналов, используемыми методами модуляции и помехоустойчивого кодирования, использованием пространственно-временных методов передачи, способами выравнивания характеристик канала, технологией модуляции на нескольких несущих, широкополосными системами передачи, технологиями мультиплексирования каналов, сотовой организацией сетей связи. Учебным планом предусмотрены лекционные, лабораторные и практические занятия.

2. Место дисциплины в структуре ООП: Дисциплина "Теоретические основы систем мобильной связи" относится к Вариативной части раздела Обязательные дисциплины Б1.В.ОД.9.

Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания:

основ векторно- матричного анализа, дифференциального и интегрального исчислений, изучаемых в дисциплинах - "Математика";

исходных понятий и представлений о направлении и профиле подготовки, изучаемых в дисциплине – Введение в профиль "Системы мобильной связи";

основ информатики, общих представлений о передаче информации, языках программирования, математических моделях, прикладных программных продуктах, изучаемых в дисциплинах – "Информатика";

базовых представлений о радиотехнических цепях и радиосигналах, изучаемых в дисциплинах – "Теория электрических цепей", "Сигналы электросвязи";

основ построения многоканальных инфокоммуникационных систем, изучаемых в дисциплине "Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей";

основные операции и алгоритмы преобразования и обработки сигналов, изучаемых в дисциплине "Цифровая обработка сигналов";

основных положений теории электрической связи (модуляция, кодирование, помехи, каналы связи), изучаемых в дисциплине "Общая теория связи".

Усвоение понятий, математического аппарата и методов данной дисциплины должно способствовать овладению материалом сопутствующих и последующих дисциплин – "Радиоприемные устройства систем мобильной связи", "Сети и системы мобильной связи", "Устройсва преобразования и обработки информации в системах мобильной связи", "Системы связи на основе шумоподобных сигналов".

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-7: Готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- физические основы и технические возможности современных технологий мобильной связи;
- области применения, типы контента и требования к качеству услуг, обеспечиваемых различными современными технологиями мобильной связи.

Уметь:

- выбирать на практике тип современной технологии для организации мобильной связи конкретного проекта;
- разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы систем связи и архитектуру соответствующих мобильных сетей с учетом условий их эксплуатации, включая требования экономики, качества предоставляемых услуг, охраны труда и окружающей среды;

Согласована на портале № 2717

- обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности;
- осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оптимизации;
- проводить имитационный или натурный эксперимент по измерению основных показателей и характеристик систем и их функциональных блоков.

Владеть:

- первичными навыками выбора функциональных блоков систем связи и их объединения для совместной работы при составлении проекта системы, его реализации и технической эксплуатации;
- навыками планирования имитационного и аппаратного эксперимента, проводимого с целью экспериментальной оценки основных характеристик качества функционирования устройств и систем, построенных на основе мобильных технологий.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4	5	6	7
Аудиторные занятия (всего)	54				54
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18				18
Лабораторные работы (ЛР)	36				36
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)					
Другие виды аудиторной работы					
Самостоятельная работа (всего)	54				54
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Другие виды самостоятельной работы					
Подготовка к контрольным работам					
Проработка лекционного материала	22				22
Подготовка к лабораторным работам	22				22
Подготовка к практическим занятиям					
Подготовка к контрольному тестированию	10				10
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)					
Общая трудоемкость час	108				108
Зачетные Единицы Трудоемкости	4				4

Согласована на портале № 2717

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ОПК, ПК)
1.	Введение. Современные направления развития систем мобильной связи	2	4	-	-	6	12	ПК-7, 16
2.	Модуляция сигналов в современных системах мобильной связи	2	4		-	6	12	ПК-7, 16
3.	Кодирование сигналов в системах мобильной связи	2	4		-	6	12	ПК-7, 16
4.	Многолучевое распространение сигналов мобильной связи	2	4		-	6	12	ПК-7, 16
5.	Анализ канала связи	2	4		-	6	12	ПК-7, 16
6.	Синхронизация в системах мобильной связи	2	4		-	6	12	ПК-7, 16
7.	Широкополосная связь на основе кодового разделения каналов.	2	4		-	6	12	ПК-7, 16
8.	Технологии на основе ортогонального частотного разделения	2	4			6	12	ПК-7, 16
9.	Многоантенные технологии с организацией пространственных каналов	2	4			6	12	ПК-7, 16

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям) – 18 ч.

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ОПК, ПК)
1.	Введение. Современные направления развития систем мобильной связи.	Цели, задачи и содержание дисциплины. История мобильной связи. Основы функционирования. Современные системы мобильной связи и перспективы их развития.	2	ПК-7, 16
2.	Модуляция сигналов в современных системах мобильной связи.	Векторное представление сигналов. Основные понятия модуляции. Методы фазовой модуляции и вопросы помехоустойчивости. Методы частотной модуляции и вопросы помехоустойчивости. Модуляция на нескольких несущих.	2	ПК-7, 16
3.	Кодирование сигналов в системах мобильной связи.	Вопросы помехоустойчивого кодирования сигналов. Основные понятия. Кодирование формой. Алгебраическое кодирование. Циклическое кодирование. Сверточное кодирование. Сигнально-кодовые конструкции и турбо-коды.	2	ПК-7, 16
4.	Многолучевое распространение сигналов мобильной связи.	Искажения сигналов вызываемые многолучевым распространением. Математические модели многолучевых каналов связи. Способы приема сигналов в условиях многолучевого распространения. Оптимальные методы демодуляции сигналов в многолучевых каналах.	2	ПК-7, 16
5.	Анализ канала связи.	Понятие канала. Источники возникновения шумов и ослаблений сигнала. Мощность принятых сигнала и шума. Дистанционное уравнение. Анализ бюджета канала связи.	2	ПК-7, 16
6.	Синхронизация в системах мобильной связи.	Основные понятия теории автоматического регулирования. Системы фазовой автоподстройки. Системы синхронизации по несущей и тактам. Синхронизация при широкополосных сигналах	2	ПК-7, 16
7.	Широкополосная связь на основе кодового разделения	Широкополосная связь с простыми и шумоподобными сигналами. Основы технологии кодового и кодово-временного разделения каналов.	2	ПК-7, 16

Согласована на портале № 2717

	каналов.			
8.	Технологии на основе ортогонального частотного разделения.	Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов.	2	ПК-7, 16
9.	Многоантенные технологии с организацией пространственных каналов.	Основы формирования пространственных каналов. Системы со многими выходами и многими входами. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование.	2	ПК-7, 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) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	…
Предшествующие дисциплины										
1.	**Математика**		+	+		+	+	+		
2.	**Информатика**	+	+	+	+	+	+	+		
3.	**Введение в профиль “Системы мобильной связи”**	+	+	+	+	+	+	+		
4.	**Теория электрических цепей**	+	+	+	+	+	+	+		
5.	**Сигналы электросвязи**	+	+	+		+	+	+		
6.	**Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей**	+	+	+	+	+	+	+		
7.	**Цифровая обработка сигналов**			+	+	+				
8.	**Общая теория связи**	+	+	+	+	+	+	+		
Последующие дисциплины										
1.	**Радиоприемные устройства систем мобильной связи**		+	+	+	+	+	+		
2.	**Сети и системы мобильной связи**	+	+	+	+	+	+	+		
3.	**Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи**	+	+	+	+	+	+	+		
4.	**Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов**	+	+	+	+	+	+	+		

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля *(детализация)*
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ПК-7	+	+			+	Тест, конспект, допуск и отчет по лаборат. работе, опрос на лекции
ПК-16	+	+			+	Тест, конспект, допуск и отчет по лаборат. работе, опрос на лекции

Л – лекция, **Пр** – практические и семинарские занятия, **Лаб** – лабораторные работы, **КР/КП** – курсовая работа/проект, **СРС** – самостоятельная работа студента

Согласована на портале № 2717

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час)	Лабораторные занятия (час)	Практические занятия (час)	Тренинг Мастер-класс (час)	Всего
Мини-лекции, тесты	2	2			4
Работа в команде		2			2
Решение ситуационных задач	2	2			4
Исследовательский метод		2			2
…					
Итого интерактивных занятий	4	8			12

7. Лабораторный практикум – 36 ч.

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ОПК, ПК
1.	**1,7**	Ознакомление со средой функционального моделирования **Simulink**. Функциональные блоки библиотечных модулей.	4	ПК-7, 16
2.	**3-4**	Исследование **QPSK** модема с фазовым кодером.	4	ПК-7, 16
3.	**3-4**	Исследование **Pi/4_QPSK** модема с фазовым кодером.	4	ПК-7, 16
4.	**3-4**	Исследование **MSK** модема с фазовым кодером.	4	ПК-7, 16
5.	**2-7**	Исследование **BFSK** модема	4	ПК-7, 16
6	**2-7**	Исследование **4 FSK** модема	4	ПК-7, 16
7	**3-8**	Исследование помехоустойчивых алгебраических блочных кодов	4	ПК-7, 16
8	**3-8**	Исследование помехоустойчивых циклических блочных кодов	4	ПК-7, 16
9	**4-9**	Исследование системы **ФАПЧ**	4	ПК-7, 16
				ПК-7, 16

8. Практические занятия (семинары) – ***Практические занятия не предусмотрены***

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ОПК, ПК
1.				
…				

9. Самостоятельная работа – 54 ч.

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ОПК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д)
1.	**1-7**	Проработка лекционного материала	22	ПК-7, 16	Конспект, раб. тетрадь, тест контр.
2.	**2-6**	Подготовка к лабораторным работам и защита отчетов	22	ПК-7, 16	Конспект, раб. тетрадь, тест контр.
3.	**2-7**	Подготовка к контрольному тестированию	10	ПК-7, 16	Конспект, раб. тетрадь, тест контр.

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) ***Курсовая работа не предусмотрена***

Согласована на портале № 2717

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1 Балльные оценки для элементов контроля (зачет, лекции, практика, лабораторные работы)

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
Посещение занятий	4	4	4	**12**
Тестовый контроль	18	17	14	**49**
Выполнение и защита результатов лабораторных работ		12	15	**27**
Компонент своевременности	4	4	4	**12**
Итого максимум за период:	**26**	**37**	**37**	**100**
Нарастающим итогом	**26**	**63**	**100**	**100**

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

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. Гриф УМО / В. А. Галкин.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - 592 с.: (Учебное пособие) (Специальность для высших учебных заведений). (**40 экз.**)

2. **Лебедько Е.Г. Теоретические основы передачи информации**. Гриф УМО. – М.: Лань, 2011.- 352 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543

12.2 *Дополнительная литература*

3. **Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи.** Базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М.: Экотрендз, 2005. - 390 с.: (Библиотека МТС & GSM). (**42 экз.**)

4. **Скляр Б. Цифровая связь:** Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2003. - 1099 с. (**13 экз.**)

5. **Скляр Б. Цифровая связь:** Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. -

Согласована на портале № 2717

М.: Вильямс, 2004. - 1099 с. **(18 экз.)**
6. **Рудой В. М. Системы передачи информации:** Учебное пособие для вузов / В. М. Рудой. (Учебное пособие для вузов). - М.: Радиотехника, 2007. - 277 с. (**20 экз.**)
7. **Вернер М. Основы кодирования:** Учебник для вузов: Пер. с нем. / М. Вернер; пер.: Д. К. Зигангиров. - М.: Техносфера, 2006. - 286 с. - (Мир программирования; VIII, 03). (**49 экз.**)
8. **Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования.** Методы, алгоритмы, применение: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ. / Р. Морелос-Сарагоса; пер.: В. Б. Афанасьев. (Мир связи; IX, 05). - М.: Техносфера, 2006. - 319 с. (**40 экз.**)
9. **Прокис Д. Цифровая связь:** Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М.: Радио и связь, 2000. - 798 с. (**7 экз.**)
10. **Слепов Н. Н. Англо-русский толковый словарь сокращений в области связи,** компьютерных и информационных технологий: Около 35000 терминов и Словарь русских сокращений: около 5100 терминов / Н. Н. Слепов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2005. - 794 с. (**33 экз.**)

12.3 ***Методические указания*** **(УМП)**

11. Исследование **QPSK** модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 27 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1528
12. Исследование **QPSK** модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 35 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1532
13. Исследование **MSK** модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 29 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1524
14. Исследование **MSK** модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 39 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1525
15. Исследование **Pi/4_QPSK** модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 38 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1527
16. Исследование помехоустойчивости **FSK**-модуляции от соотношения сигнал/шум: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Михайленко С. А. – 2016. 30 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/6092
17. Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе **PSK**-модуляции при неортогональном разнесении: Учебно- методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Чаплыгина А. А. – 2016. 38 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/6094
18. Исследование основных характеристик систем **ФАПЧ**: Учебно- методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Хазиахметова Р. З. – 2016. 32 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/6093
19. Исследование методов аналоговой модуляции радиосигналов на функциональном уровне: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и самостоятельной работе / Кологривов В. А. – 2012. 62 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1736
20. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. – 2012. 9 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1845

12.4 Программное обеспечение

Согласована на портале № 2717

SciLab – 4.1.2, SciLab – 5.2.2, SciLab – 5.3.0, MatLab 6.5, MatLab 7.0, Microsoft Word

12.5 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы _____

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины: компьютерный класс (ауд. 427 РК) – сервер, 7 ПЭВМ; Лаборатория ГПО (ауд. 414а РК) – сервер, 7 ПЭВМ.

14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (по усмотрению разработчика программы)._____

Вопросы для подготовки по дисциплине
"Теоретические основы систем мобильной связи"

1. ***Цели и задачи*** дисциплины ***ТО_СМС.***
2. Основные ***этапы преобразования сигнала*** в цифровых системах связи.
3. Основная ***терминология*** области ***цифровой связи.***
4. ***Классификация сигналов:*** детерминированные и случайные, периодические и непериодические, аналоговые и дискретные, мощностные и энергетические.
5. ***Спектральная плотность энергии и мощности.*** Автокорреляция энергетического сигнала и мощностного сигнала.
6. ***Случайные сигналы,*** случайные переменные, распределение вероятности и плотность вероятности.
7. ***Случайные процессы,*** статистическое среднее, стационарные процессы, автокорреляция случайных процессов, усреднение по времени и эргодичность.
8. ***Спектральная плотность мощности*** и автокорреляция случайного процесса.
9. ***Шум в системах связи,*** гауссов случайный процесс, белый шум.
10. ***Передача сигнала через линейные системы,*** импульсная характеристика, частотная и передаточная функция, случайные процессы и линейные системы, идеальная фильтрация, реализуемые фильтры, сигналы, каналы, спектры.
11. ***Ширина полосы при передаче цифровых данных,*** узкополосные и широкополосные сигналы, дилемма определения ширины полосы.
12. ***Форматирование и узкополосная модуляция,*** узкополосные системы, форматирование текстовой информации (знаки, сообщения и символы).
13. ***Форматирование аналоговой информации,*** дискретизация аналоговых сигналов, выборка с использованием единичных импульсов, естественная дискретизация, метод выборка и хранение, наложение спектров при дискретизации, выборка с запасом.
14. ***Аналоговая фильтрация,*** дискретизация и преобразование аналоговых сигналов в цифровые сигналы, цифровая фильтрация и повторная выборка, сопряжение сигнала с цифровой системой.
15. ***Источники искажения сигналов,*** влияние дискретизации и квантования, воздействие канала, шум канала, межсимвольная интерференция, отношение сигнал/шум для квантованных сигналов, импульсно-кодовая модуляция ***ИКМ (PCM).***
16. ***Квантование*** с постоянным и переменным шагом, статистика амплитуд речевого сигнала, неравномерное квантование, компандирование.
17. ***Узкополосная передача,*** Представление двоичной последовательности электрическими импульсами, типы сигналов ***PCM,*** спектральные параметры сигналов ***PCM,*** число бит на слово ***PCM*** и число бит на символ, размер слова ***PCM, M***-арные импульсно-модулированные сигналы.
18. ***Корреляционное кодирование,*** двубинарная передача сигналов, двубинарное декодирование, предварительное кодирование, полибинарная передача сигналов.
19. ***Узкополосная демодуляция/обнаружение,*** сигналы и шум, рост вероятности ошибки в системах связи, демодуляция и обнаружение, векторное представление сигнала и шума, энергия сигнала, ортогональное представление сигналов и шумов, дисперсия белого шума.
20. ***Важнейший параметр цифровой связи*** – отношение сигнал/шум, отношение энергии бита к средней мощности шума естественный критерий качества.

Согласована на портале № 2717

21. ***Обнаружение двоичных сигналов*** в гауссовом шуме, критерий максимального правдоподобия приема сигналов, вероятность ошибки, согласованный фильтр, реализация корреляции в согласованном фильтре, сравнение свертки и корреляции.
22. ***Оптимизация вероятности ошибки,*** вероятность возникновения ошибки при двоичной передаче сигналов, использование базисных функций для описания передачи сигналов.
23. ***Межсимвольная интерференция,*** формирование импульсов с целью снижения ***ISI,*** фильтр с характеристикой типа приподнятого косинуса, факторы роста вероятности ошибки, демодуляция и обнаружение сформированных импульсов, согласованные и обычные фильтры, импульсы ***Найквиста.***
24. ***Выравнивание,*** характеристики канала, глазковая диаграмма, ***типы эквалайзеров,*** трансверсальный эквалайзер, эквалайзер с решающей обратной связью, заданное и адаптивное выравнивание, частота обновления фильтра.
25. ***Полосовая модуляция и демодуляция,*** методы цифровой полосовой модуляции, векторное представление синусоиды, фазовая манипуляция, частотная манипуляция, амплитудная манипуляция, амплитудно-фазовая манипуляция.
26. ***Обнаружение сигнала*** в гауссовом шуме, области решений, корреляционный приемник, порог двоичного решения.
27. ***Когерентное обнаружение,*** цифровой согласованный фильтр, когерентное обнаружение ***MPSK,*** когерентное обнаружение ***FSK.***
28. ***Некогерентное обнаружение,*** обнаружение сигналов при дифференциальной модуляции ***PSK,*** бинарная модуляция ***DPSK,*** некогерентное обнаружение сигналов ***FSK,*** расстояние между тонами для некогерентной ортогональной передачи ***FSK,*** минимальное расстояние между тонами и ширина полосы.
29. ***Комплексная огибающая,*** квадратурная реализация модулятора, модулятор ***D8PSK,*** демодулятор ***D8PSK.***
30. ***Вероятность ошибки в бинарных системах,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала ***BPSK,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала в дифференциальной модуляции ***BPSK,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала в бинарной ортогональной модуляции ***FSK,*** вероятность битовой ошибки при некогерентном обнаружении сигнала в бинарной ортогональной модуляции ***FSK,*** вероятность битовой ошибки при бинарной модуляции ***DPSK,*** вероятность ошибки для различных модуляций.
31. ***M-арная передача сигналов и производительность,*** векторное представление сигналов ***MPSK,*** вероятности ошибок ***BPSK*** и ***QPSK,*** векторное представление сигналов ***MFSK.***
32. ***Вероятность символьной ошибки*** для ***M***-арных систем, вероятность символьной ошибки для модуляции ***MPSK,*** вероятность символьной ошибки для модуляции ***MFSK,*** зависимость вероятности битовой ошибки от вероятности символьной ошибки для ортогональных сигналов, зависимость вероятности битовой ошибки от вероятности символьной ошибки для многофазных сигналов, влияние межсимвольной интерференции.
33. Что такое ***бюджет канала связи,*** канал, понятие открытого пространства, взаимосвязь отношения сигнал/шум с отношением энергии бита к средней мощности шума, источники возникновения шумов и ослабления сигнала.
34. ***Мощность принятого сигнала*** и шума, дистанционное уравнение, мощность принятого сигнала как функция частоты, зависимость потерь в тракте от частоты, мощность теплового шума.
35. ***Анализ бюджета канала связи,*** требуемое и принятое отношение энергии бита к средней мощности шума, энергетический резерв канала связи, резерв канала связи, доступность канала связи.
36. ***Коэффициент шума и шумовая температура системы,*** коэффициент шума, шумовая температура, потери в линии связи, суммарный шум фактор и общая шумовая температура.
37. ***Эффективная температура системы,*** шумовая температура неба, радиокарта неба.
38. ***Пример анализа канала связи,*** элементы бюджета канала, добротность приемника, принятая изотропная мощность.

Согласована на портале № 2717

39. ***Спутниковые ретрансляторы,*** нерегенеративные ретрансляторы, нелинейное усиление ретрансляторов, системные компромиссы.
40. ***Кодирование сигнала и структурированные последовательности,*** антиподные и ортогональные сигналы, ***M***-арная передача сигналов, кодирование сигнала, ортогональные коды, биортогональные коды, трансортогональные коды.
41. ***Типы защиты от ошибок,*** связность оконечных устройств, автоматический запрос повторной передачи.
42. ***Структурированные последовательности,*** модели каналов, дискретный канал без памяти, двоичный симметричный канал, гауссов канал, степень кодирования и избыточность, терминология в кодировании.
43. ***Коды с контролем четности,*** код с одним контрольным битом, прямоугольный код, кодирование с коррекцией ошибок, компромиссы, характеристики при низком значении энергии бита к средней мощности шума.
44. ***Линейные блочные коды,*** векторные пространства, векторные подпространства, матрица генератора, систематические линейные блочные коды, проверочная матрица, контроль с помощью синдромов, исправление ошибок, синдром класса смежности, декодирование с исправлением ошибок, локализация ошибочной комбинации, реализация декодера, векторные обозначения.
45. ***Возможность обнаружения и исправления ошибок,*** минимальное расстояние для линейного кода, обнаружение и исправление ошибок, распределение весовых коэффициентов кодовых слов, визуализация пространства ***6***-кортежей,коррекция со стиранием ошибок.
46. ***Полезность нормальной матрицы,*** оценка возможностей кода, код ***(n,k),*** соотношение между обнаружением и исправлением ошибок, взгляд на код через нормальную матрицу.
47. ***Циклические коды,*** алгебраическая структура циклических кодов, свойства двоичного циклического кода, кодирование в систематической форме, логическая схема для реализации полиномиального деления, систематическое кодирование с ***(n-k)***-разрядным регистром сдвига, обнаружение ошибок с помощью ***(n-k)***-разрядного регистра сдвига.
48. ***Известные блочные коды,*** коды ***Хемминга,*** расширенный код ***Голея,*** коды ***БЧХ.***
49. ***Сверточное кодирование,*** представление сверточного кода, импульсная характеристика кодера, полиномиальное представление, представление состояния и диаграмма состояний, древовидные диаграммы, решетчатая диаграмма.
50. ***Формулировка задачи сверточного кодирования,*** декодирование по методу максимального правдоподобия, модели каналов: мягкое или жесткое принятие решений, двоичный симметричный канал, гауссов канал.
51. ***Алгоритм сверточного декодирования Витерби,*** реализация декодера, память путей и синхронизация.
52. ***Свойства сверточных кодов,*** пространственные характеристики сверточных кодов, систематические и несистематические сверточные коды, границы рабочих характеристик сверточных кодов, эффективность кодирования, наиболее известные сверточные коды, компромиссы сверточного кодирования, мягкое декодирование по алгоритму ***Витерби.***
53. ***Другие алгоритмы сверточного декодирования,*** последовательное декодирование, сравнение декодирования по алгоритму Витерби с последовательным декодированием и их ограничения, декодирование с обратной связью.
54. ***Коды Рида-Соломона,*** вероятность появления ошибок для кодов ***Рида-Соломона,*** эффективность кодов ***Рида-Соломона*** при импульсных помехах, рабочие характеристики кода ***Рида-Соломона*** как функция размера, избыточности и степени кодирования.
55. ***Конечные поля,*** операция сложения в расширенном ***поле Галуа,*** описание конечного поля с помощью примитивного полинома, пример поля расширения ***Галуа.***
56. ***Кодирование Рида-Соломона,*** кодирование в систематической форме, систематическое кодирование с помощью ***(n-k)***-разрядного регистра сдвига, декодирование ***Рида-Соломона,*** вычисление синдрома, локализация ошибки, значения ошибок.

Согласована на портале № 2717

57. ***Коды с чередованием и каскадные коды,*** блочное чередование, сверточное чередование, каскадные коды, кодирование и чередование в системах цифровой записи информации на компакт дисках.
58. ***Турбокоды,*** понятия турбокодирования, функция правдоподобия, пример класса из двух сигналов, логарифмическое отношение правдоподобий, принципы итеративного турбо декодирования, алгебра логарифма правдоподобия.
59. ***Компромиссы*** при использовании модуляции и кодирования, цели разработчика систем связи, характеристика вероятности появления ошибки, минимальная ширина полосы по ***Найквисту,*** теорема ***Шеннона-Хартли*** о пропускной способности канала.
60. ***Плоскость полоса-эффективность,*** эффективность использования полосы при выборе схем ***MPSK*** и ***MFSK,*** аналогия между графиками эффективности использования полосы частот и вероятности появления ошибки.
61. ***Компромиссы при использовании модуляции и кодирования,*** определение, разработка и оценка систем цифровой связи, ***M***-арная передача сигналов, системы ограниченной полосы пропускания, системы ограниченной мощности, требования к передаче сигналов ***MPSK*** и ***MFSK,*** система ограниченной полосы без кодирования, система ограниченной мощности без кодирования, система ограниченной мощности и полосы пропускания с кодированием, расчет эффективности кодирования, выбор кода.
62. ***Модуляция с эффективным использованием полосы частот,*** передача сигналов с модуляцией ***QPSK*** и ***OQPSK,*** манипуляция с минимальным сдвигом, модуляция ***GMSK,*** вероятность ошибки при модуляциях ***OQPSK*** и ***QPSK,*** квадратурная амплитудная модуляция, компромисс между полосой пропускания и мощностью.
63. ***Модуляция и кодирование в каналах с ограниченной полосой,*** границы совокупности сигналов, совокупности сигналов высших размерностей, ***решетчатые структуры*** высокой плотности.
64. ***Решетчатое кодирование,*** истоки решетчатого кодирования, увеличение избыточности сигнала, кодирование ***TCM, разбиение Унгербоека,*** отображение сигналов на переходы решетки, декодирование ***TCM,*** ошибочное событие и просвет, эффективность кодирования, эффективность кодирования для схемы ***8-PSK*** при использовании решетки с четырьмя состояниями, другие решетчатые коды, многомерное решетчатое кодирование.
65. ***Синхронизация,*** виды синхронизации, плата за преимущества, синхронизация приемника, частотная и фазовая синхронизация, линеаризованное уравнение контура, характеристики стационарного состояния, реакция на скачок фазы, реакция на скачок частоты, реакция на линейное изменение частоты.
66. ***Производительность при шуме,*** анализ нелинейного контура, схемы подавления несущей, синфазно-квадратурные схемы, схемы подавления несущей высших порядков, начальная синхронизация, ошибки сопровождения фазы и производительность канала, отношение сигнал/шум в контуре ***ФАПЧ,*** методы анализа спектра.
67. ***Символьная синхронизация-модуляция*** дискретных символов, разомкнутые символьные синхронизаторы, замкнутые символьные синхронизаторы, ошибки символьной синхронизации и вероятность символьной ошибки.
68. ***Синхронизация при модуляциях без разрыва фазы,*** синхронизация с использованием данных, синхронизация без использования данных.
69. ***Кадровая синхронизация,*** сетевая синхронизация, открытая синхронизация передатчиков, закрытая синхронизация передатчиков.
70. ***Распределение ресурса связи.*** Уплотнение множественный доступ с частотным и временным разделением.
71. ***Распределение ресурса связи по каналам.*** Сравнение производительности **FDMA** и **TDMA**.
72. ***Множественный доступ с кодовым разделением.*** Множественный доступ с поляризационным и пространственным разделением.
73. ***Системы связи множественного доступа и архитектура.*** Информационный поток в системах множественного доступа. Множественный доступ с представлением каналов по требованию.

Согласована на портале № 2717

Приложение к рабочей программе

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

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по УР
П.Е.Троян
_____

"_10_"__10__2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)

Теоретические основы систем мобильной связи

Уровень основной образовательной программы: академический бакалавриат

Направление(я) подготовки (специальность): 11.03.02 (инфокоммуникационные технологии и системы связи)

Направленность (профиль): Системы мобильной связи

Форма обучения: очная

Факультет: РТФ (радиотехнический)

Кафедра: РТС (радиотехнических систем)

Курс: четвертый **Семестр: седьмой**

Учебный план набора 2016 года и последующих лет.
Экзамен: *седьмой* семестр

Разработчик **В.А. Кологривов**

Зав. обеспечивающей кафедрой РТС **С.В. Мелихов**

Томск (2016)

Согласована на портале № 2717

Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины 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:*** • физические основы и технические возможности современных технологий мобильной связи; • области применения, типы контента и требования к качеству услуг, обеспечиваемых различными современными технологиями мобильной связи. ***Должен уметь:*** • выбирать на практике тип современной технологии для организации мобильной связи конкретного проекта; • разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы систем связи и архитектуру соответствующих мобильных сетей с учетом условий их эксплуатации, включая требования экономики, качества предоставляемых услуг, охраны труда и окружающей среды; • обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности; • осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оптимизации; • проводить имитационный или натурный эксперимент по измерению основных
ПК-16	Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	

Согласована на портале № 2717

		показателей и характеристик систем и их функциональных блоков. ***Должен владеть:*** • первичными навыками выбора функциональных блоков систем связи и их объединения для совместной работы при составлении проекта системы, его реализации и технической эксплуатации; • навыками планирования имитационного и аппаратного эксперимента, проводимого с целью экспериментальной оценки основных характеристик качества функционирования устройств и систем, построенных на основе мобильных технологий.

Реализация компетенций

Компетенция ПК-7

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 приемами* **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.**
Виды занятий	• Лекции; • Лабораторные работы; • Консультации.	• Проработка лекционного материала; • Подготовка к лабораторным работам.	• Самостоятельная работа студентов; • Работа с рекомендованной литературой
Используемые средства оценивания	• Экспресс - опрос; • Подготовка рефератов.	• Оформление отчетов; • Подготовка к защите отчетов.	• Защита отчетов и рефератов; • Экзамен.

Согласована на портале № 2717

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, требуе-мыми 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 рационально **изучать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.**	• *Свободно владеет приемами* **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 приемами* **изучения научно-технической информации, отечественного и**

Согласована на портале № 2717

	зарубежного опыта по тематике проекта.	**зарубежного опыта по тематике проекта.**	**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 приемами* **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.**

Компетенция ПК-16

ПК-16: Готовность 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	Знать приемы **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.**	Умет **изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.**	Владеть навыками **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.**
Виды занятий	• Лекции; • Лабораторные работы; • Консультации.	• Проработка лекционного материала; • Подготовка к лабораторным работам.	• Самостоятельная работа студентов; • Работа с рекомендованной литературой
Используемые средства оценивания	• Экспресс - опрос; • Подготовка рефератов.	• Оформление отчетов; • Подготовка к защите отчетов.	• Защита отчетов и рефератов; • Экзамен.

Согласована на портале № 2717

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
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, требуе-мыми 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 рациональные приемы **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.**	• Умеет продуктивно **изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.**	• Свободно владеет навыками **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.**
Хорошо (базовый уровень)	• Знает приемы **изучения научно-технической информации, отечественного и**	• Умеет **изучать научно-техническую информацию, отечественный и**	• Владеет навыками **изучения научно-технической информации, отечественного и**

Согласована на портале № 2717

	зарубежного опыта по тематике исследования.	**зарубежный опыт по тематике исследования.**	**зарубежного опыта по тематике исследования.**
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает элементарные приемы **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.**	• Имеет начальные представления по **изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.**	• Владеет отдельными навыками **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.**

Формы контроля усвоения дисциплины и формирования компетенций

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются экспресс – опрос на лекциях, лабораторные задания, темы подготовки рефератов и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

- Экспресс – опрос проводится в начале каждой второй лекции для контроля самостоятельной работы и качества усвоения лекционного материала (**Вопросы для подготовки по дисциплине ТО_СМС прилагаются**).
- Подготовка рефератов по заданным темам предполагает более углубленное изучение наиболее важных аспектов изучаемой дисциплины (**Список тем рефератов прилагается**).
- Контроль самостоятельной работы:
  - усвоение лекционного материала по учебным пособиям с самопроверкой по контрольным вопросам (**Вопросы для подготовки по дисциплине ТО_СМС прилагаются**);
  - подготовка к экзамену (**Примеры экзаменационных билетов прилагаются**).

Методические материалы

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

Основная литература

1. **Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь:** Учебное пособие для вузов. Гриф УМО / В. А. Галкин.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - 592 с.: (Учебное пособие) (Специальность для высших учебных заведений). (**40 экз.**)
2. **Лебедько Е.Г. Теоретические основы передачи информации**. Гриф УМО. – М.: Лань, 2011.- 352 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543

Дополнительная литература

3. **Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи.** Базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М.: Экотрендз, 2005. - 390 с.: (Библиотека МТС & GSM). (**42 экз.**)

Согласована на портале № 2717

4. **Скляр Б. Цифровая связь:** Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2003. - 1099 с. (**13 экз.**)
5. **Скляр Б. Цифровая связь:** Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. - М.: Вильямс, 2004. - 1099 с. **(18 экз.)**
6. **Рудой В. М. Системы передачи информации:** Учебное пособие для вузов / В. М. Рудой. (Учебное пособие для вузов). - М.: Радиотехника, 2007. - 277 с. (**20 экз.**)
7. **Вернер М. Основы кодирования:** Учебник для вузов: Пер. с нем. / М. Вернер; пер.: Д. К. Зигангиров. - М.: Техносфера, 2006. - 286 с. - (Мир программирования; VIII, 03). (**49 экз.**)
8. **Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования.** Методы, алгоритмы, применение: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ. / Р. Морелос-Сарагоса; пер.: В. Б. Афанасьев. (Мир связи; IX, 05). - М.: Техносфера, 2006. - 319 с. (**40 экз.**)
9. **Прокис Д. Цифровая связь:** Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М.: Радио и связь, 2000. - 798 с. (**7 экз.**)
10. **Слепов Н. Н. Англо-русский толковый словарь сокращений в области связи,** компьютерных и информационных технологий: Около 35000 терминов и Словарь русских сокращений: около 5100 терминов / Н. Н. Слепов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2005. - 794 с. (**33 экз.**)

Методические указания **(УМП)**

11. Исследование **QPSK** модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 27 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1528
12. Исследование **QPSK** модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 35 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1532
13. Исследование **MSK** модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 29 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1524
14. Исследование **MSK** модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 39 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1525
15. Исследование **Pi/4_QPSK** модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 38 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1527
16. Исследование помехоустойчивости **FSK**-модуляции от соотношения сигнал/шум: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Михайленко С. А. – 2016. 30 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/6092
17. Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе **PSK**-модуляции при неортогональном разнесении: Учебно- методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Чаплыгина А. А. – 2016. 38 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/6094
18. Исследование основных характеристик систем **ФАПЧ**: Учебно- методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Хазиахметова Р. З. – 2016. 32 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/6093
19. Исследование методов аналоговой модуляции радиосигналов на функциональном уровне: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и самостоятельной работе / Кологривов В. А. – 2012. 62 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1736
20. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. – 2012. 9 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1845

Согласована на портале № 2717

Приложение А

Вопросы для подготовки по дисциплине
“Теоретические основы систем мобильной связи”

74. ***Цели и задачи*** дисциплины ***ТО_СМС.***
75. Основные ***этапы преобразования сигнала*** в цифровых системах связи.
76. Основная ***терминология*** области ***цифровой связи.***
77. ***Классификация сигналов:*** детерминированные и случайные, периодические и непериодические, аналоговые и дискретные, мощностные и энергетические.
78. ***Спектральная плотность энергии и мощности.*** Автокорреляция энергетического сигнала и мощностного сигнала.
79. ***Случайные сигналы,*** случайные переменные, распределение вероятности и плотность вероятности.
80. ***Случайные процессы,*** статистическое среднее, стационарные процессы, автокорреляция случайных процессов, усреднение по времени и эргодичность.
81. ***Спектральная плотность мощности*** и автокорреляция случайного процесса.
82. ***Шум в системах связи,*** гауссов случайный процесс, белый шум.
83. ***Передача сигнала через линейные системы,*** импульсная характеристика, частотная и передаточная функция, случайные процессы и линейные системы, идеальная фильтрация, реализуемые фильтры, сигналы, каналы, спектры.
84. ***Ширина полосы при передаче цифровых данных,*** узкополосные и широкополосные сигналы, дилемма определения ширины полосы.
85. ***Форматирование и узкополосная модуляция,*** узкополосные системы, форматирование текстовой информации (знаки, сообщения и символы).
86. ***Форматирование аналоговой информации,*** дискретизация аналоговых сигналов, выборка с использованием единичных импульсов, естественная дискретизация, метод выборка и хранение, наложение спектров при дискретизации, выборка с запасом.
87. ***Аналоговая фильтрация,*** дискретизация и преобразование аналоговых сигналов в цифровые сигналы, цифровая фильтрация и повторная выборка, сопряжение сигнала с цифровой системой.
88. ***Источники искажения сигналов,*** влияние дискретизации и квантования, воздействие канала, шум канала, межсимвольная интерференция, отношение сигнал/шум для квантованных сигналов, импульсно-кодовая модуляция ***ИКМ (PCM).***
89. ***Квантование*** с постоянным и переменным шагом, статистика амплитуд речевого сигнала, неравномерное квантование, компандирование.
90. ***Узкополосная передача,*** Представление двоичной последовательности электрическими импульсами, типы сигналов ***PCM,*** спектральные параметры сигналов ***PCM,*** число бит на слово ***PCM*** и число бит на символ, размер слова ***PCM, M***-арные импульсно-модулированные сигналы.
91. ***Корреляционное кодирование,*** двубинарная передача сигналов, двубинарное декодирование, предварительное кодирование, полибинарная передача сигналов.
92. ***Узкополосная демодуляция/обнаружение,*** сигналы и шум, рост вероятности ошибки в системах связи, демодуляция и обнаружение, векторное представление сигнала и шума, энергия сигнала, ортогональное представление сигналов и шумов, дисперсия белого шума.
93. ***Важнейший параметр цифровой связи*** – отношение сигнал/шум, отношение энергии бита к средней мощности шума естественный критерий качества.
94. ***Обнаружение двоичных сигналов*** в гауссовом шуме, критерий максимального правдоподобия приема сигналов, вероятность ошибки, согласованный фильтр, реализация корреляции в согласованном фильтре, сравнение свертки и корреляции.
95. ***Оптимизация вероятности ошибки,*** вероятность возникновения ошибки при двоичной передаче сигналов, использование базисных функций для описания передачи сигналов.
96. ***Межсимвольная интерференция,*** формирование импульсов с целью снижения ***ISI,*** фильтр с характеристикой типа приподнятого косинуса, факторы роста вероятности

Согласована на портале № 2717

ошибки, демодуляция и обнаружение сформированных импульсов, согласованные и обычные фильтры, импульсы ***Найквиста.***

97. ***Выравнивание,*** характеристики канала, глазковая диаграмма, ***типы эквалайзеров,*** трансверсальный эквалайзер, эквалайзер с решающей обратной связью, заданное и адаптивное выравнивание, частота обновления фильтра.
98. ***Полосовая модуляция и демодуляция,*** методы цифровой полосовой модуляции, векторное представление синусоиды, фазовая манипуляция, частотная манипуляция, амплитудная манипуляция, амплитудно-фазовая манипуляция.
99. ***Обнаружение сигнала*** в гауссовом шуме, области решений, корреляционный приемник, порог двоичного решения.
100. ***Когерентное обнаружение,*** цифровой согласованный фильтр, когерентное обнаружение ***MPSK,*** когерентное обнаружение ***FSK.***
101. ***Некогерентное обнаружение,*** обнаружение сигналов при дифференциальной модуляции ***PSK,*** бинарная модуляция ***DPSK,*** некогерентное обнаружение сигналов ***FSK,*** расстояние между тонами для некогерентной ортогональной передачи ***FSK,*** минимальное расстояние между тонами и ширина полосы.
102. ***Комплексная огибающая,*** квадратурная реализация модулятора, модулятор ***D8PSK,*** демодулятор ***D8PSK.***
103. ***Вероятность ошибки в бинарных системах,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала ***BPSK,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала в дифференциальной модуляции ***BPSK,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала в бинарной ортогональной модуляции ***FSK,*** вероятность битовой ошибки при некогерентном обнаружении сигнала в бинарной ортогональной модуляции ***FSK,*** вероятность битовой ошибки при бинарной модуляции ***DPSK,*** вероятность ошибки для различных модуляций.
104. ***M-арная передача сигналов и производительность,*** векторное представление сигналов ***MPSK,*** вероятности ошибок ***BPSK*** и ***QPSK,*** векторное представление сигналов ***MFSK.***
105. ***Вероятность символьной ошибки*** для ***M***-арных систем, вероятность символьной ошибки для модуляции ***MPSK,*** вероятность символьной ошибки для модуляции ***MFSK,*** зависимость вероятности битовой ошибки от вероятности символьной ошибки для ортогональных сигналов, зависимость вероятности битовой ошибки от вероятности символьной ошибки для многофазных сигналов, влияние межсимвольной интерференции.
106. Что такое ***бюджет канала связи,*** канал, понятие открытого пространства, взаимосвязь отношения сигнал/шум с отношением энергии бита к средней мощности шума, источники возникновения шумов и ослабления сигнала.
107. ***Мощность принятого сигнала*** и шума, дистанционное уравнение, мощность принятого сигнала как функция частоты, зависимость потерь в тракте от частоты, мощность теплового шума.
108. ***Анализ бюджета канала связи,*** требуемое и принятое отношение энергии бита к средней мощности шума, энергетический резерв канала связи, резерв канала связи, доступность канала связи.
109. ***Коэффициент шума и шумовая температура системы,*** коэффициент шума, шумовая температура, потери в линии связи, суммарный шум фактор и общая шумовая температура.
110. ***Эффективная температура системы,*** шумовая температура неба, радиокарта неба.
111. ***Пример анализа канала связи,*** элементы бюджета канала, добротность приемника, принятая изотропная мощность.
112. ***Спутниковые ретрансляторы,*** нерегенеративные ретрансляторы, нелинейное усиление ретрансляторов, системные компромиссы.
113. ***Кодирование сигнала и структурированные последовательности,*** антиподные и ортогональные сигналы, ***M***-арная передача сигналов, кодирование сигнала, ортогональные коды, биортогональные коды, трансортогональные коды.

Согласована на портале № 2717

114. ***Типы защиты от ошибок,*** связность оконечных устройств, автоматический запрос повторной передачи.
115. ***Структурированные последовательности,*** модели каналов, дискретный канал без памяти, двоичный симметричный канал, гауссов канал, степень кодирования и избыточность, терминология в кодировании.
116. ***Коды с контролем четности,*** код с одним контрольным битом, прямоугольный код, кодирование с коррекцией ошибок, компромиссы, характеристики при низком значении энергии бита к средней мощности шума.
117. ***Линейные блочные коды,*** векторные пространства, векторные подпространства, матрица генератора, систематические линейные блочные коды, проверочная матрица, контроль с помощью синдромов, исправление ошибок, синдром класса смежности, декодирование с исправлением ошибок, локализация ошибочной комбинации, реализация декодера, векторные обозначения.
118. ***Возможность обнаружения и исправления ошибок,*** минимальное расстояние для линейного кода, обнаружение и исправление ошибок, распределение весовых коэффициентов кодовых слов, визуализация пространства ***6***-кортежей,коррекция со стиранием ошибок.
119. ***Полезность нормальной матрицы,*** оценка возможностей кода, код ***(n,k),*** соотношение между обнаружением и исправлением ошибок, взгляд на код через нормальную матрицу.
120. ***Циклические коды,*** алгебраическая структура циклических кодов, свойства двоичного циклического кода, кодирование в систематической форме, логическая схема для реализации полиномиального деления, систематическое кодирование с ***(n-k)***-разрядным регистром сдвига, обнаружение ошибок с помощью ***(n-k)***-разрядного регистра сдвига.
121. ***Известные блочные коды,*** коды ***Хемминга,*** расширенный код ***Голея,*** коды ***БЧХ.***
122. ***Сверточное кодирование,*** представление сверточного кода, импульсная характеристика кодера, полиномиальное представление, представление состояния и диаграмма состояний, древовидные диаграммы, решетчатая диаграмма.
123. ***Формулировка задачи сверточного кодирования,*** декодирование по методу максимального правдоподобия, модели каналов: мягкое или жесткое принятие решений, двоичный симметричный канал, гауссов канал.
124. ***Алгоритм сверточного декодирования Витерби,*** реализация декодера, память путей и синхронизация.
125. ***Свойства сверточных кодов,*** пространственные характеристики сверточных кодов, систематические и несистематические сверточные коды, границы рабочих характеристик сверточных кодов, эффективность кодирования, наиболее известные сверточные коды, компромиссы сверточного кодирования, мягкое декодирование по алгоритму ***Витерби.***
126. ***Другие алгоритмы сверточного декодирования,*** последовательное декодирование, сравнение декодирования по алгоритму Витерби с последовательным декодированием и их ограничения, декодирование с обратной связью.
127. ***Коды Рида-Соломона,*** вероятность появления ошибок для кодов ***Рида-Соломона,*** эффективность кодов ***Рида-Соломона*** при импульсных помехах, рабочие характеристики кода ***Рида-Соломона*** как функция размера, избыточности и степени кодирования.
128. ***Конечные поля,*** операция сложения в расширенном ***поле Галуа,*** описание конечного поля с помощью примитивного полинома, пример поля расширения ***Галуа.***
129. ***Кодирование Рида-Соломона,*** кодирование в систематической форме, систематическое кодирование с помощью ***(n-k)***-разрядного регистра сдвига, декодирование ***Рида-Соломона,*** вычисление синдрома, локализация ошибки, значения ошибок.
130. ***Коды с чередованием и каскадные коды,*** блочное чередование, сверточное чередование, каскадные коды, кодирование и чередование в системах цифровой записи информации на компакт дисках.
131. ***Турбокоды,*** понятия турбокодирования, функция правдоподобия, пример класса из двух сигналов, логарифмическое отношение правдоподобий, принципы итеративного турбо декодирования, алгебра логарифма правдоподобия.

Согласована на портале № 2717

132. ***Компромиссы*** при использовании модуляции и кодирования, цели разработчика систем связи, характеристика вероятности появления ошибки, минимальная ширина полосы по ***Найквисту,*** теорема ***Шеннона-Хартли*** о пропускной способности канала.

133. ***Плоскость полоса-эффективность,*** эффективность использования полосы при выборе схем ***MPSK*** и ***MFSK,*** аналогия между графиками эффективности использования полосы частот и вероятности появления ошибки.

134. ***Компромиссы при использовании модуляции и кодирования,*** определение, разработка и оценка систем цифровой связи, ***M***-арная передача сигналов, системы ограниченной полосы пропускания, системы ограниченной мощности, требования к передаче сигналов ***MPSK*** и ***MFSK,*** система ограниченной полосы без кодирования, система ограниченной мощности без кодирования, система ограниченной мощности и полосы пропускания с кодированием, расчет эффективности кодирования, выбор кода.

135. ***Модуляция с эффективным использованием полосы частот,*** передача сигналов с модуляцией ***QPSK*** и ***OQPSK,*** манипуляция с минимальным сдвигом, модуляция ***GMSK,*** вероятность ошибки при модуляциях ***OQPSK*** и ***QPSK,*** квадратурная амплитудная модуляция, компромисс между полосой пропускания и мощностью.

136. ***Модуляция и кодирование в каналах с ограниченной полосой,*** границы совокупности сигналов, совокупности сигналов высших размерностей, ***решетчатые структуры*** высокой плотности.

137. ***Решетчатое кодирование,*** истоки решетчатого кодирования, увеличение избыточности сигнала, кодирование ***TCM, разбиение Унгербоека,*** отображение сигналов на переходы решетки, декодирование ***TCM,*** ошибочное событие и просвет, эффективность кодирования, эффективность кодирования для схемы ***8-PSK*** при использовании решетки с четырьмя состояниями, другие решетчатые коды, многомерное решетчатое кодирование.

138. ***Синхронизация,*** виды синхронизации, плата за преимущества, синхронизация приемника, частотная и фазовая синхронизация, линеаризованное уравнение контура, характеристики стационарного состояния, реакция на скачок фазы, реакция на скачок частоты, реакция на линейное изменение частоты.

139. ***Производительность при шуме,*** анализ нелинейного контура, схемы подавления несущей, синфазно-квадратурные схемы, схемы подавления несущей высших порядков, начальная синхронизация, ошибки сопровождения фазы и производительность канала, отношение сигнал/шум в контуре ***ФАПЧ,*** методы анализа спектра.

140. ***Символьная синхронизация-модуляция*** дискретных символов, разомкнутые символьные синхронизаторы, замкнутые символьные синхронизаторы, ошибки символьной синхронизации и вероятность символьной ошибки.

141. ***Синхронизация при модуляциях без разрыва фазы,*** синхронизация с использованием данных, синхронизация без использования данных.

142. ***Кадровая синхронизация,*** сетевая синхронизация, открытая синхронизация передатчиков, закрытая синхронизация передатчиков.

143. ***Распределение ресурса связи.*** Уплотнение множественный доступ с частотным и временным разделением.

144. ***Распределение ресурса связи по каналам.*** Сравнение производительности **FDMA** и **TDMA**.

145. ***Множественный доступ с кодовым разделением.*** Множественный доступ с поляризационным и пространственным разделением.

146. ***Системы связи множественного доступа и архитектура.*** Информационный поток в системах множественного доступа. Множественный доступ с представлением каналов по требованию.

Согласована на портале № 2717

Приложение Б

Список тем рефератов

1. Методы **PSK**-модуляции.
2. Методы **FSK**-модуляции.
3. Технология **FDMA**.
4. Технология **TDMA**.
5. Технология **CDMA**.
6. Сигнально-кодовые конструкции (**СКК**) (**ТСМ**).
7. Блочное-алгебраическое кодирование.
8. Блочное циклическое кодирование.
9. Сверточное кодирование.
10. Алгоритм **Витерби**.
11. Межсимвольная интерференция (**МСИ**) (**ISI**).
12. Проблема собственных значений и векторов линейной системы уравнений и аналитическая функция матричного аргумента.
13. Эквалайзер **GSM**.
14. Относительное (дифференциальное) кодирование.
15. Схемы **ФАПЧ**.
16. Связь на шумоподобных сигналах (**ШПС**).
17. Технология **OFDMA**.
18. Многолучевое распространение.
19. Технология **MIMO**.
20. Коды Рида-Соломона (**РС**).
21. Анализ бюджета канала связи.
22. Энергетическая и спектральная эффективности каналов связи.
23. Синхронизация в цифровой радиосвязи.
24. Компромиссы при использовании модуляции и кодирования.
25. Корреляционный прием.

Приложение В

Примеры экзаменационных билетов

Билет 1:

1. Понятия мощностных и энергетических сигналов и процессов.
2. Изобразить и пояснить **Sim**–модель **BPSK**-модема.

Билет 2:

1. Понятие межсимвольной интерференции и способы борьбы с ней.
2. Изобразить и пояснить **Sim** –модель **BFSK**-модема.

Билет 3:

1. Понятие межсигнального расстояния и его применение.
2. Изобразить и пояснить **Sim** –модель **QPSK**-модема.

Билет 4:

1. Понятия спектральной и энергетической эффективности систем передачи.
2. Изобразить и пояснить **Sim** –модель **4FSK**-модема.

Билет 5:

1. Помехоустойчивость систем передачи - битовые и символьные ошибки.
2. Изобразить **Sim**-модель алгебраического кодера/декодера **(5, 3)**.

Билет 6:

1. Относительная (дифференциальная) модуляция.
2. Изобразить **Sim**-модель алгебраического кодера/декодера **(6, 3)**.

Согласована на портале № 2717

Билет 7:

1. Когерентные и некогерентные системы передачи.
2. Изобразить и пояснить **Sim**–модель **DBPSK**-модема.

Билет 8:

1. Анализ бюджета канала связи.
2. Изобразить и пояснить **Sim**–модель **MSK**-модема.

Билет 9:

1. Понятие и виды помехоустойчивого кодирования.
2. Изобразить и пояснить **Sim** –модель **8PSK**-модема.

Билет 10:

1. Теорема **Шеннона-Хартли** – плоскость полоса/эффективность.
2. Изобразить и пояснить **Sim**–модель **Pi/4-PSK**-модема.

Билет 11:

1. Понятие сверточного кодирования.
2. Изобразить и пояснить **Sim**–модель **ФАПЧ** по схеме **Пистолькорса**.

Билет 12:

1. Синхронизация в цифровых системах передачи.
2. Изобразить и пояснить **Sim**–модель **ФАПЧ** по схеме **Костаса**.

Согласована на портале № 2717