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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровая связь

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	10	10	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
5	Из них в интерактивной форме	8	8	часов
6	Самостоятельная работа	72	72	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22150

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «30» 8 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент кафедры каф. РТС _____ А. В. Новиков

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

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

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперт:

старший преподаватель каф. РТС _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 22150

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Цифровая связь» является изучение основных закономерностей передачи цифровой информации в современных системах связи.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно 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 и сетей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровая связь» (Б1.В.ДВ.6.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теория вероятностей и математическая статистика, Информатика, Радиотехнические цепи и сигналы, Основы статистической радиотехники, Математический анализ.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** Вероятностные принципы цифровой связи (символы, алфавит, кодовые слова). Векторные модели видео- и радиосигналов. Принципы аналого-цифрового преобразования (выборка отсчетов, кодирование поразрядным взвешиванием, последовательным счетом). Модель теплового шума в виде белого гауссового шума. Способы расчета вероятности ошибки для разных моделей каналов связи (каналы без памяти, с памятью, со стиранием символов, без стирания). Основные коды для борьбы с ошибками (линейные блочные, циклические, сверточные). Основные принципы теории информации. Основные экономные коды (Хаффмана, Шеннона-Фано, Лемпела-Зива). Спектральные характеристики сигналов с линейной модуляцией. Основы корреляционного приема на фоне белого гауссового шума. Основные виды манипуляции несущей (АМ, ФМ, ЧМ) и способы когерентной, некогерентной и частично-когерентной демодуляции. Основные виды кодирования видеосигналов (NRZ, AMI, MLT-3, NRZI, Манчестерский код).

– **уметь** Вычислять числовые характеристики случайных величин (например, среднюю мощность случайного сигнала с многоуровневой АМ). Оценивать полосу частот видеосигналов с линейной частотной модуляцией. Анализировать векторную диаграмму измеряемого радиосигнала. Определять требуемую частоту дискретизации для заданного сигнала. Оценивать отношение сигнал-шум для заданных условий (тип сигнала, полоса обрабатываемых частот, модель МШУ и т. п.). Составлять формулы для вероятностей ошибки после декодирования (код Грея, дифференциальный код, помехоустойчивые коды) для заданного канала связи. Кодировать и декодировать линейными блочными кодами, в том числе циклическими и сверточными. Кодировать и декодировать экономными кодами (код Хаффмана, Шеннона-Фано, Лемпела-Зива). Оценивать пропускную способность канала связи. Вычислять (по таблицам, а также с помощью ЭВМ) вероятности символьной ошибки для простых АМ, ЧМ и ФМ демодуляторов, а также сложных (КАМ-М). Находить причинно-следственные связи в решаемых задачах для составления левой и правой части уравнений.

– **владеть** Способами постановки и решения вероятностных радиотехнических задач применительно к системам связи.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 22150

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	16	16
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	10	10
Из них в интерактивной форме	8	8
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18
Проработка лекционного материала	12	12
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Алфавит как основа цифровой связи.	2	2	0	4	8	ПК-6
2 Преобразование аналоговой информации в цифровую и обратно.	2	0	6	16	24	ПК-6
3 Помехи и ошибки в цифровой связи.	3	0	0	5	8	ПК-6
4 Избыточное кодирование как способ борьбы с ошибками.	3	6	4	18	31	ПК-6
5 Экономное кодирование как способ борьбы с избыточностью.	3	2	0	23	28	ПК-6
6 Демодуляция цифровых сигналов - один бит на бод.	3	0	0	6	9	ПК-6
Итого за семестр	16	10	10	72	108	

Согласована на портале № 22150

Итого	16	10	10	72	108	

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 Алфавит как основа цифровой связи.	Символы и их источники. Сигналы как носители символов. Векторная модель радиосигналов. Векторная модель видеосигналов.	2	ПК-6
	Итого	2	
2 Преобразование аналоговой информации в цифровую и обратно.	Выборка идеально измеренных отсчетов сигнала. Измерение последовательным счетом. Измерение поразрядным взвешиванием (в том числе делением отрезка пополам).	2	ПК-6
	Итого	2	
3 Помехи и ошибки в цифровой связи.	Тепловой шум. Многолучевость и её проявления. Вероятность ошибки при приеме. Перемежение символов.	3	ПК-6
	Итого	3	
4 Избыточное кодирование как способ борьбы с ошибками.	Линейные (n, k) кодыЦиклические кодыСвёрточные коды	3	ПК-6
	Итого	3	
5 Экономное кодирование как способ борьбы с избыточностью.	Количество информации: определение Клода Шеннона. Среднее количество информации (энтропия). Информация собственная и взаимная. Принцип экономного кодирования. Коды Хаффмана и Шеннона-Фано.	3	ПК-6
	Итого	3	
6 Демодуляция цифровых сигналов - один бит на бод.	Постановка задачи демодуляции. Решение задачи для помехи типа белый гауссов шум в канале с постоянными параметрами. Когерентные системы. Амплитудная манипуляция. Фазовая манипуляция. Частотная манипуляция. Некогерентные системы. Амплитудная манипуляция. Частотная манипуляция.	3	ПК-6
	Итого	3	
Итого за семестр		16	

Согласована на портале № 22150

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 Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+	+	+	+
2 Информатика	+	+				
3 Радиотехнические цепи и сигналы	+	+				+
4 Основы статистической радиотехники			+			+
5 Математический анализ	+	+	+	+	+	+

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
7 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			4	4

Согласована на портале № 22150

Исследовательский метод		2		2
Работа в команде	2			2
Итого за семестр:	2	2	4	8
Итого	2	2	4	8

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			
2 Преобразование аналоговой информации в цифровую и обратно.	Спектры импульсно-модулированных сигналов.	4	ПК-6
	Система связи с дельта-модуляцией.	2	
	Итого	6	
4 Избыточное кодирование как способ борьбы с ошибками.	Сверточные коды.	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		10	

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 Алфавит как основа цифровой связи.	Символы. Алфавит. Кодовые слова.	2	ПК-6
	Итого	2	
4 Избыточное кодирование как способ борьбы с ошибками.	Линейные блочные коды.	2	ПК-6
	Циклические коды.	2	
	Сверточные коды.	2	
	Итого	6	
5 Экономное кодирование как способ борьбы с избыточностью.	Коды Хаффмана, Шеннона-Фано, Лемпела-Зива.	2	ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 22150

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Алфавит как основа цифровой связи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Преобразование аналоговой информации в цифровую и обратно.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
3 Помехи и ошибки в цифровой связи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-6	Домашнее задание, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
4 Избыточное кодирование как способ борьбы с ошибками.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		

Согласована на портале № 22150

	Итого	18		
5 Экономное кодирование как способ борьбы с избыточностью.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-6	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	18		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	23		
6 Демодуляция цифровых сигналов - один бит на бод.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-6	Домашнее задание, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Коды Лемпела-Зива LZ78 и Лемпела-Зива-Велча LZW.
2. Изучение кодов Рида-Соломона.

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Теория и техника передачи информации: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. – 2012. 210 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1750, дата обращения: 13.09.2017.

2. Демодуляция бинарных цифровых сигналов. Статистический подход: Учебное пособие для студентов радиотехнических специальностей / Новиков А. В. - 2016. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/6059, дата обращения: 13.09.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М. : Экотрендз, 2005. - 390[2] с. : ил., табл., портр. - (Библиотека МТС & GSM). - Библиогр.: с. 388-390. - ISBN 5-88405-071-2 : 269.01 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

2. Радиосистемы передачи информации : Учебное пособие для вузов / В. А. Васин [и др.] ; ред. : И. Б. Федоров, В. В. Калмыков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 471[1] с. : ил. - (Специальность для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 467-469. - ISBN 5-93517-232-1 : 209.99 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

3. 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[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 776-787. - ISBN 5-256-01434-X (в пер.) : 565.00 р., 563.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

Согласована на портале № 22150

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория и техника передачи информации : Методические указания по проведению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов / Бернгардт А. С., Новиков А. В. – 2015. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4978, дата обращения: 13.09.2017.
2. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1754, дата обращения: 13.09.2017.
3. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 123 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1740, дата обращения: 13.09.2017.

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. https://en.wikipedia.org/wiki/Data_transmission

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Аудитория 432 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения лабораторных работ (семь макетов и пять компьютеров с доступом в Интернет). Рассчитана на одну группу.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Аудитория 432 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения лабораторных работ (семь макетов и пять компьютеров с доступом в Интернет). Рассчитана на одну группу.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Аудитория 432 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения лабораторных работ (семь макетов и пять компьютеров с доступом в Интернет). Рассчитана на одну группу.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Аудитория 432 радиотехнического корпуса ТУСУРа для проведения лабораторных работ (семь макетов и пять компьютеров с доступом в Интернет). Рассчитана на одну группу.

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

Согласована на портале № 22150

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;

Согласована на портале № 22150

– 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.

Согласована на портале № 22150

Приложение 1

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

Цифровая связь

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчик:
- доцент кафедры каф. РТС А. В. Новиков

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22150

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-6	готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Должен знать Вероятностные принципы цифровой связи (символы, алфавит, кодовые слова). Векторные модели видео- и радиосигналов. Принципы аналого-цифрового преобразования (выборка отсчетов, кодирование поразрядным взвешиванием, последовательным счетом). Модель теплового шума в виде белого гауссового шума. Способы расчета вероятности ошибки для разных моделей каналов связи (каналы без памяти, с памятью, со стиранием символов, без стирания). Основные коды для борьбы с ошибками (линейные блочные, циклические, сверточные). Основные принципы теории информации. Основные экономные коды (Хаффмана, Шеннона-Фано, Лемпела-Зива). Спектральные характеристики сигналов с линейной модуляцией. Основы корреляционного приема на фоне белого гауссового шума. Основные виды манипуляции несущей (АМ, ФМ, ЧМ) и способы когерентной, некогерентной и частично-когерентной демодуляции. Основные виды кодирования видеосигналов (NRZ, AMI, MLT-3, NRZI, Манчестерский код).; Должен уметь Вычислять числовые характеристики случайных величин (например, среднюю мощность случайного сигнала с многоуровневой АМ). Оценивать полосу частот видеосигналов с линейной частотной модуляцией. Анализировать векторную диаграмму измеряемого радиосигнала. Определять требуемую частоту дискретизации для заданного сигнала. Оценивать отношение сигнал-шум для заданных условий (тип сигнала, полоса обрабатываемых частот, модель МШУ и т. п.). Составлять формулы для вероятностей ошибки после декодирования (код Грея, дифференциальный код, помехоустойчивые коды)

Согласована на портале № 22150

		для заданного канала связи. Кодировать и декодировать линейными блочными кодами, в том числе циклическими и сверточными. Кодировать и декодировать экономными кодами (код Хаффмана, Шеннона-Фано, Лемпела-Зива). Оценивать пропускную способность канала связи. Вычислять (по таблицам, а также с помощью ЭВМ) вероятности символьной ошибки для простых АМ, ЧМ и ФМ демодуляторов, а также сложных (КАМ-М). Находить причинно-следственные связи в решаемых задачах для составления левой и правой части уравнений.; Должен владеть Способами постановки и решения вероятностных радиотехнических задач применительно к системам связи.;

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 в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-6

ПК-6: готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

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	Знает основные принципы работы узлов и устройств радиотехниче-	Умеет читать и понимать техническую документацию к узлам и устрой-	Владеет математическим аппаратом анализа радиотехнических систем

Согласована на портале № 22150

	ских систем связи.	ствам радиотехнических систем, а также пользоваться средствами автоматизации проектирования.	связи.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен;

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)	• Знает границы применимости математических моделей, использующихся в средствах автоматизации проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.;	• Умеет обобщать освоенный материал по средствам автоматизации проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, а также строить планы по дальнейшему изучению. ;	• Владеет разными способами решения нетривиальных задач при расчете и проектировании деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает функциональные блоки и их математические модели, использующиеся в средствах автоматизации проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.;	• Умеет отделять главное от второстепенного при работе с технической документацией и литературой по средствам автоматизации проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.;	• Владеет альтернативными способами решения базовых задач при расчете и проектировании деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автомати-

Согласована на портале № 22150

			зации проектирования.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные средства автоматизации проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.; • Знает основные стандартные обозначения деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.;	• Умеет читать техническую документацию и литературу по средствам автоматизации проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.;	• Владеет способами решения базовых задач при расчете и проектировании деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.;

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

– 1) В чем разница понятий «информация» и «сигнал»?

– 2) Приведите примеры радиоэлектронных устройств, предназначенных не для передачи информации.

– 3) Назовите два основных признака того, что сигнал не несет информации.

– 4) Почему для математического описания сигналов используют вероятностные модели?

– 5) Может ли детерминированный сигнал переносить информацию?

– 6) Какие случайные события (величины) называются независимыми?

– 7) Что нужно задать для полного вероятностного описания: символа? последовательности символов?

– 8) Сформулируйте, в чем состоит отличие цифрового сигнала от дискретного, от непрерывного.

– 9) Что нужно задать для полного вероятностного описания: последовательности отсчетов сигнала; непрерывной случайной функции?

– 10) В чем отличие аддитивной помехи от мультипликативной? Приведите примеры каналов связи с такими помехами.

– 11) Какие преимущества дает представление сигналов как элементов векторного пространства?

– 12) В чем отличие Евклидова пространства от пространства Хемминга?

– 13) Будут ли линейно независимые сигналы ортогональными?

– 1) Опишите этапы аналого-цифрового преобразования непрерывного сигнала.

– 2) Опишите этапы цифро-аналогового преобразования.

– 3) Изобразите обобщенную модель системы передачи информации. Опишите функции кодера и декодера.

– 4) Приведите несколько примеров преобразователей сообщения в первичный сигнал.

– 5) Зачем нужна модуляция? Назовите виды аналоговой модуляции гармонической несущей.

– 6) Назовите способы манипуляции гармонической несущей. Чем обусловлен выбор того или иного способа?

– 7) Каковы недостатки многопозиционных методов манипуляции гармонической несущей?

– 8) Из каких соображений выбирается шаг квантования непрерывного сигнала по напряжению?

– 9) Из каких соображений выбирается шаг квантования непрерывного сигнала по време-

Согласована на портале № 22150

ни?

– 10) Дайте определения терминов: сообщение, сигнал, помеха, канал связи, линия связи, многоканальная связь, многостанционный доступ, техническая скорость передачи.

– 11) Почему шаг квантования непрерывного сигнала по времени выбирается меньше того значения, которое следует из теоремы отсчетов?

– 12) Укажите стандартную частоту квантования во времени (отсчетов/с) телефонного сигнала.

– 13) Укажите количество разрядов в стандартном АЦП, применяемом при преобразовании телефонного сигнала.

– 14) Что удобнее применять на практике — коррелятор или согласованный фильтр?

– 1) Чем определяется корректирующая способность кода? Поясните на примере.

– 2) Какие коды называются корректирующими?

– 3) Что значит «обнаружить ошибки» при декодировании кодовой комбинации?

– 4) Что значит «исправить ошибки» при декодировании кодовой комбинации?

– 5) Каков характерный признак, позволяющий отличить кодовую таблицу линейного блочного кода от кодовых таблиц других кодов?

– 6) Что такое проверочная матрица линейного блочного кода? Как она используется при обнаружении ошибок в принятой комбинации?

– 7) Каков характерный признак, позволяющий отличить кодовую таблицу циклического кода от кодовых таблиц других кодов?

– 8) Чему равно количество комбинаций в кодовой таблице линейного блочного кода?

– 9) Почему в проверочной матрице не может быть нулевых столбцов, строк?

– 10) Какой смысл имеют строки проверочной матрицы?

– 11) По каким признакам можно определить, что проверочная матрица принадлежит коду, способному исправить любую одиночную ошибку?

– 12) Чем обусловлена популярность циклических кодов? Из каких логических элементов состоят кодер и декодер?

– 13) В чем заключается фундаментальное свойство комбинаций циклического кода?

– 14) Может ли помехоустойчивый код быть безизбыточным?

– 15) Почему декодирование по минимуму расстояния применяется редко?

– 16) Являются ли сверточные коды блочными и чем обусловлена их популярность?

– 17) Какова цель перемежения символов?

– 18) Какие способы комбинирования кодов используют в системах связи?

– 1) Что такое собственная информация и энтропия дискретной случайной величины?

– 2) При каких условиях максимальна энтропия совокупности двух символов

– и чему она равна?

– 3) Что такое избыточность дискретного источника?

– 4) Может ли равномерный код быть оптимальным (безизбыточным)?

– 5) Дайте определение взаимной информации переданного и принятого символов. Как влияет на ее величину интенсивность помех в канале связи?

– 6) Что такое избыточность сигнала? В каких случаях она полезна, а когда нет?

– 7) Когда полезно применять кодирование с малой избыточностью?

– 8) Какой смысл вкладывают в понятия: «кодирование источника», «канальное кодирование»?

– 9) Каково значение минимально-возможной средней длины кодовой комбинации?

– 10) Всегда ли удается закодировать сигнал так, чтобы избыточность на выходе кодера была нулевой?

– 11) Когда полезно кодировать блоки букв, а не отдельные буквы?

– 12) Какой способ разделения кодовых комбинаций применяется в кодах, обладающих малой избыточностью?

– 13) В чем заключается главный недостаток кодов Хаффмана и Шеннона—Фано?

Согласована на портале № 22150

– 14) Откуда берется кодовая таблица, используемая при кодировании кодом Лемпела—Зива?

– 15) От чего зависит пропускная способность непрерывного канала связи с аддитивным белым шумом?

– 1) Дайте определения когерентной и некогерентной системы передачи информации (СПИ).

– 2) Сформулируйте задачу, решаемую демодулятором сигнала в цифровой СПИ.

– 3) Опишите преобразования принимаемых импульсов при демодуляции двоичного сигнала, не искаженного в канале передачи.

– 4) Приведите схему оптимального демодулятора двоичных сигналов в когерентной СПИ.

– 5) Приведите схему оптимального демодулятора двоичных сигналов в частично-когерентной СПИ при использовании ОФМ.

– 6) Запишите формулу для определения полной вероятности ошибки на выходе оптимального демодулятора двоичных сигналов в когерентной СПИ.

– 7) Запишите формулу для определения полной вероятности ошибки на выходе оптимального демодулятора двоичных сигналов в частично-когерентной СПИ при использовании ОФМ.

– 8) Почему в цифровых СПИ не применяются методы ОФМ с кратностью большей трех?

– 9) В которой из радиолиний — «Земля — ИСЗ» или «ИСЗ — Земля» — можно обеспечить более высокое качество передачи и почему?

– 10) Покажите, что при большом отношении сигнал/шум некогерентная СПИ мало уступает когерентной СПИ.

– 11) Укажите физические явления, приводящие к тому, что передаточные характеристики канала связи становятся случайными.

– 12) Дайте определение многолучевой линии.

– 13) При каких условиях становятся существенными искажения сигнала, обусловленные частотно-селективными замираниями?

– 14) Какой метод является основным для повышения устойчивости связи в каналах с замираниями?

– 15) Опишите методы комбинирования разнесенных сигналов.

– 16) Почему применение автоматической регулировки усиления при одиночном приеме сигнала в канале с замираниями не уменьшает вероятности ошибки при его демодуляции?

– 17) Всегда ли целесообразно применять помехоустойчивое кодирование для уменьшения итоговой битовой вероятности ошибки?

– 18) При каких условиях можно использовать мягкую процедуру вынесения решения в процессе приема цифровых сигналов?

– 19) Какой обработке подвергается цифровой сигнал в регенераторе?

– 20) Перечислите преимущества цифровых СПИ перед аналоговыми.

– 21) Какова суть порогового эффекта, характерного для цифровых СПИ и проявляющегося при изменении уровня полезного сигнала по отношению к уровню помех.

3.2 Тестовые задания

– Можно ли по генераторному полиному построить генераторную матрицу?

– -Да;

– -Нет;

– -Не всегда.

– Степень генераторного полинома определяет:

– -Количество символов на входе кодера;

– -Количество проверочных символов;

– -Ничего не определяет.

– Остаток от деления принятого полинома на генераторный является:

– -Синдромом линейного блочного кода;

– -Декодированным словом;

Согласована на портале № 22150

– -Мусором.
– Сколько разных двукратных ошибок в слове из 7 битов?
– -14;
– -21;
– -9.
– Сколько разных однократных ошибок в слове из 7 тритов (троичных символов)?
– -7;
– -14;
– -21.
– Математическая модель теплового шума:
– -Белый шум;
– -Розовый шум;
– -Прозрачный шум.
– Единица измерения спектральной плотности мощности:
– -Дж/Гц;
– -Вт/Гц;
– -В/Гц.

3.3 Темы домашних заданий

– Сколько битов потребуется выделить под кодовое слово для однозначного кодирования символа, принимающего четыре значения? Шестнадцать? m значений?

– Сколько разных кодовых слов длиной четыре бита можно набрать, если количество единиц равно двум? Одному? Трём? Нулю? Четырём?

– Вычислить количество трёхкратных ошибок в слове из семи битов. Четырёхкратных.

– Изобразить на векторной диаграмме числа-символы 1, -1, i, -i, sqrt(i), -sqrt(i), sqrt(-i), -sqrt(-i).

– Вычислить геометрическое расстояние между 1 и sqrt(i) и и показать его на векторной диаграмме.

– Составить кодовую таблицу наибольшей длины для двоичного кода, способного обнаруживать все однократные ошибки. Длина кодового слова равна трём. Определить кодовое расстояние, длину входного слова и избыточность.

– Составить кодовую таблицу наибольшей длины для двоичного кода, способного исправлять все однократные ошибки. Длина кодового слова равна трём. Определить кодовое расстояние, длину входного слова и избыточность.

– Дана кодовая таблица двоичного кода (0000), (0011), (1100), (1111). Сколько однократных ошибок обнаруживает данный код? Двукратных? Трёхкратных?

– Привести линейный блочный код с генераторной матрицей G=(1,0,1; 0,1,1) к циклическому виду. Найти генераторный полином и проверочный.

– Разделить двумя способами полином x^5+x^3 на x^3+x+1. Первый способ — деление в столбик, второй — регистр сдвига с линейными обратными связями.

3.4 Экзаменационные вопросы

– Символы и их источники: символ, алфавит, кодирование, источник символов, вероятностный принцип, избыточность.

– Векторная модель радиосигналов: векторная диаграмма, квадратурные составляющие. Пример суммы двух синусоид одинаковой амплитуды и частоты с разностью фаз 90 градусов.

– Векторная модель видеосигналов: дискретизация, норма, скалярное произведение, расстояние между двумя векторами, ортогональность, линейная независимость, матрица Грама. Примеры для векторов с элементами из двоичных символов.

– Количество информации, единицы измерения, свойства. Собственная информация, энтропия, избыточность.

– Средняя взаимная информация. Скорость создания, скорость передачи и скорость потери информации.

Согласована на портале № 22150

– Пропускная способность дискретного канала связи, определение. Пропускная способность двоичного симметричного канала. Пропускная способность непрерывного канала.

– Кодирование источника. Теорема Шеннона для канала без помех. Эффективные коды, принципы эффективного кодирования.

– Код Хаффмана, пример кодирования алфавита из 4-х символов с вероятностями (1/8, 1/8, 1/4, 1/2), избыточность и эффективность до и после кодирования.

– Код Шеннона-Фано, пример кодирования алфавита из 4-х символов с вероятностями (1/8, 1/8, 1/4, 1/2), избыточность и эффективность до и после кодирования.

– Сжатие информации. Алгоритм Лемпела-Зива (LZ78) на примере входной последовательности 1001111111110.

– Линейные блочные коды. Кодовое расстояние, кратность обнаруживаемых и исправляемых ошибок.

– Линейные блочные коды. Производящая и проверочная матрицы. Приведение к систематическому коду. Определение кодового расстояния по матрицам G и H.

– Код Хемминга. Свойства. Структура проверочной матрицы. Систематический код Хэмминга (7, 4).

– Циклические коды. Основные свойства. Производящий и проверочный полиномы, матрицы G и H. Требования к производящему полиному.

– Циклические коды. Алгоритмы кодирования циклического кода, схема кодера систематического кода.

– Алгоритм декодирования циклического кода, схема декодера циклического кода.

– Сверточные коды. Производящие полиномы, импульсная характеристика, производящая матрица. Схема кодера, диаграмма состояний, решётка кода на примере кода с G1(x) = 1, G2(x) = 1+x. Закодировать последовательность 11001111.

– Сверточные коды. Алгоритм декодирования Витерби на примере несистематического кода с G1(x) = 1+x+x*x, G2(x) = 1+x*x. Декодировать последовательность 11 01 11 01 11. В каком кодовом слове (xy) ошибка?

– Сверточные коды. Алгоритм порогового декодирования на примере систематического кода с G1(x) = 1, G2(x) = 1+x. Декодировать последовательность 11 10 10 01 00 10 00 00. В каком кодовом слове (xy) ошибка?

– Использование канала переспроса. Определение вероятностей ошибок при работе декодера в режиме обнаружения ошибок при независимых ошибках. Битовая вероятность ошибки.

– Определение вероятностей ошибок при работе декодера в режиме исправления ошибок при независимых ошибках. Вероятность битовой ошибки.

3.5 Темы контрольных работ

– Корректирующие коды.
– Линейные блочные коды.
– Битовая вероятность ошибки при передаче цифрового сигнала.
– Регенерация цифрового сигнала при передаче на большие расстояния.

3.6 Темы лабораторных работ

– Спектры импульсно-модулированных сигналов.
– Система связи с дельта-модуляцией.
– Сверточные коды.

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. Теория и техника передачи информации: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Берн-

Согласована на портале № 22150

гардт А. С. – 2012. 210 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1750, свободный.

2. Демодуляция бинарных цифровых сигналов. Статистический подход: Учебное пособие для студентов радиотехнических специальностей / Новиков А. В. - 2016. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/6059, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М. : Экотрендз, 2005. - 390[2] с. : ил., табл., портр. - (Библиотека МТС & GSM). - Библиогр.: с. 388-390. - ISBN 5-88405-071-2 : 269.01 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

2. Радиосистемы передачи информации : Учебное пособие для вузов / В. А. Васин [и др.] ; ред. : И. Б. Федоров, В. В. Калмыков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 471[1] с. : ил. - (Специальность для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 467-469. - ISBN 5-93517-232-1 : 209.99 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

3. 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[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 776-787. - ISBN 5-256-01434-X (в пер.) : 565.00 р., 563.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория и техника передачи информации : Методические указания по проведению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов / Бернгардт А. С., Новиков А. В. – 2015. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4978, свободный.

2. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1754, свободный.

3. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 123 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1740, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Data_transmission

Согласована на портале № 22150