МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П.Е.Троян**
«5» 07 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ
(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(номер, уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) программы Системы мобильной связи
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности) из ПООП)

Форма обучения Очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет Радиотехнический (РТФ)
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра Радиотехнических систем (РТС)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 3 **Семестр** 5

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 **годов**

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					24				24	часов
2.	Лабораторные работы					18				18	часов
3.	Практические занятия					18				18	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)										часов
5.	Всего аудиторных занятий :					60				60	часов
6.	Из них в интерактивной форме										часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)					48				48	часов
8.	Всего (без экзамена)					108				108	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена					36				36	часов
10.	Общая трудоемкость)					144				144	часов
	(в зачетных единицах)									4	ЗЕ

Зачет _____ семестр
Экзамен 5 семестр

Диф. зачет _____ семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 18269

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от « 6 » 4 2017 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) «**ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ**», утвержденного 6 марта 2015 г. Регистрационный номер 174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ г., протокол № _____.

Разработчики:
доцент каф. ТОР _____ (подпись) А.А. Гельцер

ассистент каф. ТОР _____ (подпись) Р.Р. Абенов

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

Декан РТФ. _____ (подпись) К.Ю. Попова

Зав. профилирующей кафедрой ТОР (название кафедры) _____ (подпись) А.Я. Демидов (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой РТС (название кафедры) _____ (подпись) С.В. Мелихов (Ф.И.О.)

Эксперты:
доцент каф. ТОР _____ (подпись) К.Ю. Попова (Ф.И.О.)
(место работы, занимаемая должность)

доцент каф. ТОР _____ (подпись) С.И. Богомолов (Ф.И.О.)
(место работы, занимаемая должность)

Согласована на портале № 18269

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является изложение основ фундаментальной теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов ЦОС, инвариантных относительно физической природы сигнала, и включающих в себя: математическое описание (математические модели) линейных дискретных систем (ЛДС) и дискретных сигналов, включая дискретное и быстрое преобразование Фурье (ДПФ и БПФ).

Задачами изучения дисциплины является формирование у студентов знаний и умений, позволяющих осуществлять анализ функционирования, разработку и техническое обслуживание устройств цифровой обработки сигналов, а также изучение современных средств компьютерного моделирования базовых методов и алгоритмов ЦОС.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.12).

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов (ПК-8);

- умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных (ПК-9);

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

методы математического описания линейных дискретных систем;

основные этапы проектирования цифровых фильтров;

основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров;

методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры;

метод математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ);

алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ);

принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой;

принципы построения систем однократной интерполяции и децимации;

уметь:

объяснять математическое описание линейных дискретных систем в виде алгоритмов;

выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания;

задавать требования к частотным характеристикам цифровых фильтров;

обосновывать выбор типа цифрового фильтра, КИХ или БИХ (с конечной или бесконечной импульсной характеристикой);

синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования;

обосновывать выбор структуры цифрового фильтра;

выполнять компьютерное моделирование структуры цифрового фильтра;

вычислять ДПФ дискретного сигнала с помощью алгоритмов БПФ средствами компьютерного моделирования;

объяснять принципы построения систем однократной интерполяции и децимации.

владеть:

навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов;

навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем;

навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров;

навыками компьютерного вычисления ДПФ на основе БПФ.

Согласована на портале № 18269

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 (четыре) зачетные единицы (144 часов). Дисциплина изучается в 5-м семестре.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	60	60
В том числе:	-	-
Лекции	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	48	48
В том числе:	-	-
Подготовка к практическим занятиям и контрольным работам. Решение домашних задач.	16	16
Подготовка к лабораторным работам и выполнение отчетов.	16	16
Изучение литературы, программ, проведение расчетов.	16	16
Самостоятельная работа на подготовку, сдачу экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4	4

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, ПК)
1.	Линейные дискретные системы.	2	2	2	—	6	12	ПК-8, ПК-9
2.	Цифровые фильтры.	6	4	4	—	10	24	ПК-8, ПК-9
3	Эффекты квантования в цифровых фильтрах.	3	2	2		6	13	ПК-8, ПК-9
4	Описание дискретных сигналов в частотной области.	3	2	2	—	6	13	ПК-8, ПК-9
5	Дискретное преобразование Фурье.	2	2	2		6	12	ПК-8, ПК-9
6	Быстрое преобразование Фурье.	2	2	2		6	12	ПК-8, ПК-9
7	Многоскоростные системы ЦОС.	6	4	4		8	22	ПК-8, ПК-9
Итого:		**24**	**18**	**18**	**0**	**48**	**108**	

Согласована на портале № 18269

5.2 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудо-емкость (час.)	Форми-руемые компе-тенции (ОК, ПК)
1	Линейные дискретные системы.	Описание дискретной системы разностным уравнением. Передаточная функция дискретной системы. Импульсная характеристика дискретной системы. Структурные схемы дискретных систем. Устойчивость дискретных систем.	2	ПК-8, ПК-9
2	Цифровые фильтры.	Введение в цифровые фильтры. Типы цифровых фильтров: КИХ-фильтры и БИХ-фильтры. Этапы разработки фильтра. Методы расчета коэффициентов КИХ-фильтров. Методы реализации КИХ-фильтров. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Реализация БИХ-фильтров.	6	ПК-8, ПК-9
3	Эффекты квантования в цифровых фильтрах.	Влияние конечной разрядности на цифровые КИХ и БИХ-фильтры. Ошибки квантования коэффициентов. Ошибки округления. Ошибки переполнения.	3	ПК-8, ПК-9
4	Описание дискретных сигналов в частотной области.	Преобразование Фурье и Z-преобразование. Обратное z-преобразование. Области применения z-преобразования в цифровой обработке сигналов.	3	ПК-8, ПК-9
5	Дискретное преобразование Фурье.	Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Обратное дискретное преобразование Фурье.	2	ПК-8, ПК-9
6	Быстрое преобразование Фурье.	Быстрое преобразование Фурье с децимацией во временной области. БПФ с частотной децимацией. Вычислительные преимущества быстрого преобразования Фурье.	2	ПК-8, ПК-9
7	Многоскоростные системы ЦОС.	Концепция обработки при нескольких скоростях. Децимация с целым шагом. Интерполяция с целым шагом. Многокаскадное преобразование частоты дискретизации. Программная реализация дециматоров. Программная реализация интерполяторов.	6	ПК-8, ПК-9

Согласована на портале № 18269

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, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины								
1.	Дискретная математика	+			+	+	+	
2	Математические методы описания сигналов	+			+	+	+	
3	Электроника		+	+				
4	Схемотехника телекоммуникационных устройств		+					
Последующие дисциплины								
1	Общая теория связи		+		+	+	+	+
3	Сети связи и системы коммутации		+					+

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Пр	Лаб	КР/ КП	СРС	
ПК-8	+	+	+		+	Устный опрос, выступление на практических занятиях, отчет по лабораторной работе, контрольная работа
ПК-9	+	+	+		+	Устный опрос, выступление на практических занятиях, отчет по лабораторной работе, контрольная работа

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

Согласована на портале № 18269

6. Лабораторный практикум

Для всех лабораторных работ предполагается форма отчетности в виде рабочей тетради студента или отчета, оформленного в соответствии с ГОСТ.

№ раздела дисципли-ны	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	Форма контроля, формируемая компетенция
1	Передаточная функция дискретной системы. Импульсная характеристика дискретной системы. Структурные схемы дискретных систем. Устойчивость дискретных систем.	2	ПК-8, ПК-9
2	Этапы разработки фильтра. Методы расчета коэффициентов КИХ-фильтров. Методы реализации КИХ-фильтров. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Реализация БИХ-фильтров.	4	ПК-8, ПК-9
3	Влияние конечной разрядности на цифровые КИХ и БИХ-фильтры. Ошибки квантования коэффициентов. Ошибки округления. Ошибки переполнения.	2	ПК-8, ПК-9
4	Преобразование Фурье и Z-преобразование. Обратное z-преобразование. Области применения z-преобразования в цифровой обработке сигналов.	2	ПК-8, ПК-9
5	Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Обратное дискретное преобразование Фурье.	2	ПК-8, ПК-9
6	Быстрое преобразование Фурье с децимацией во временной области. БПФ с частотной децимацией. Вычислительные преимущества быстрого преобразования Фурье.	2	ПК-8, ПК-9
7	Децимация с целым шагом. Интерполяция с целым шагом. Программная реализация дециматоров. Программная реализация интерполяторов.	4	ПК-8, ПК-9
ИТОГО:		18	

Согласована на портале № 18269

7. Практические занятия (семинары)

№ раздела дисципли-ны	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Формируемая компетенция
1	Описание дискретной системы разностным уравнением. Передаточная функция дискретной системы. Импульсная характеристика дискретной системы. Структурные схемы дискретных систем. Устойчивость дискретных систем.	2	ПК-9
2	Методы расчета коэффициентов КИХ-фильтров. Методы реализации КИХ-фильтров. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Реализация БИХ-фильтров.	4	ПК-9
3	Влияние конечной разрядности на цифровые КИХ и БИХ-фильтры. Ошибки квантования коэффициентов. Ошибки округления. Ошибки переполнения.	2	ПК-9
4	Преобразование Фурье и Z-преобразование. Обратное z-преобразование. Области применения z-преобразования в цифровой обработке сигналов.	2	ПК-9
5	Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Обратное дискретное преобразование Фурье.	2	ПК-9
6	БПФ с децимацией во временной области. БПФ с частотной децимацией. Вычислительные преимущества быстрого преобразования Фурье.	2	ПК-9
7	Концепция обработки при нескольких скоростях. Децимация с целым шагом. Интерполяция с целым шагом. Многокаскадное преобразование частоты дискретизации. Программная реализация дециматоров. Программная реализация интерполяторов.	4	ПК-9
Итого:		18	

Согласована на портале № 18269

8. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Виды самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание и т.д)
1	1	Проработка теоретического материала по теме	2	ПК-8, ПК-9	Устный опрос
2		Подготовка к практическим занятиям	2		Выступление на практических занятиях
3		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	2		Отчет по лабораторной работе
4	2	Проработка теоретического материала по теме	4	ПК-8, ПК-9	Устный опрос
5		Подготовка к практическим занятиям	4		Выступление на практических занятиях
6		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	2		Отчет по лабораторной работе
7	3	Проработка теоретического материала по теме	2	ПК-8, ПК-9	Устный опрос
8		Подготовка к практическим занятиям	2		Выступление на практических занятиях
9		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	2		Отчет по лабораторной работе
10	4	Проработка теоретического материала по теме	2	ПК-8, ПК-9	Устный опрос
11		Подготовка к практическим занятиям	2		Выступление на практических занятиях
12		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	2		Отчет по лабораторной работе
13	5	Проработка теоретического материала по теме	2	ПК-8, ПК-9	Устный опрос
14		Подготовка к практическим занятиям	2		Выступление на практических занятиях
15		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	2		Отчет по лабораторной работе
16	6	Проработка теоретического материала по теме	2	ПК-8, ПК-9	Устный опрос
17		Подготовка к практическим занятиям	2		Выступление на практических

Согласована на портале № 18269

					занятиях
18		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	2		Отчет по лабораторной работе
19	7	Проработка теоретического материала по теме	2	ПК-8, ПК-9	Устный опрос
20		Подготовка к практическим занятиям	2		Выступление на практических занятиях
21		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	4		Отчет по лабораторной работе
14		Подготовка и сдача экзамена	36		Оценка
15		Итого	48		

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы) не предусмотрены.

10. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Контроль освоения дисциплины осуществляется путем применения рейтинговой системы оценки успеваемости.

Итоговый контроль осуществляется на экзамене.

11.1 Балльные оценки для элементов контроля.

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1 КТ и 2 КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	3	3	3	9
Тестовый контроль	—	—	—	—
Контрольная работа	—	—	—	—
Выступление на практических занятиях	3	3	1	7
Выполнение и защита лабораторных работ	14	14	6	34
Индивидуальное задание	4	4	2	10
Коллоквиум	—	—	—	—
Компонент своевременности	4	4	2	10
Итого максимум за период:	28	28	14	70
Сдача экзамена (максимум)	—	—	—	30
Нарастающим итогом	28	56	70	100

Индивидуальное задание: Самостоятельное изучение тем. Выполнение и оформление реферата по согласованной с преподавателем теме. Доклад на конференции. Статья в научно-техническом издании.

Согласована на портале № 18269

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)

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

11.1 Основная литература

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

11.2 Дополнительная литература

1) Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / М. И. Курячий ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2006. - 175[1] с. [40 экз.].
2) Цифровая обработка сигналов : Пер. с англ. / А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер ; пер. : С. А. Кулешов ; ред. пер. : А. С. Ненашев. - М. : Техносфера, 2006. - 855[1] с. [70 экз].
3) Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750[2] с. [50 экз]

Согласована на портале № 18269

11.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1) Цифровая обработка сигналов: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» (5 семестр) специальности «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (код 210700.62) / Гельцер А. А., Абенов Р. Р., Рогожников Е. В. – 2013. 25 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/3464.

2) Цифровая обработка сигналов. Часть 1: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. – 2014. 53 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/3748.

Для обеспечения дисциплины используются следующее программное обеспечение:

1. Scilab 5

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитории 309, 314-а и 314-б каф. ТОР оборудованы электронными вычислительными машинами и лабораторными стендами.

Согласована на портале № 18269

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ **П. Е. Троян**

«__» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и): Системы радиосвязи и радиодоступа, Оптические системы и сети связи, Защищенные системы и сети связи, Системы мобильной связи

(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения Очная

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет Радиотехнический (РТФ)

(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра Телекоммуникаций и основ радиотехники, Радиотехнических систем, Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники, Радиоэлектроники и защиты информации

(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 3 **Семестр** 5

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 **годов**

Зачет _____ **семестр** **Диф. зачет** _____ **семестр**

Экзамен 5 **семестр**

Разработчик(и) доцент каф. ТОР Гельцер А.А.

ассистент каф. ТОР Абенов Р.Р.

Томск 2016

Согласована на портале № 18269

Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе практики и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задания, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по практике используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за практикой компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-8	Умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов	*Должен знать:* Методы поиска и анализа технической информации; Основные этапы проектирования цифровых фильтров; Основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров; Методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры; Метод математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ); Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ); Принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой; Принципы построения систем однократной интерполяции и децимации; *Должен уметь:* Собирать и анализировать информацию техническую информацию из различных источников; Формировать исходные данные для проектирования систем цифровой обработки сигналов; Выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания; Обосновывать выбор типа цифрового фильтра, КИХ или БИХ (с конечной или бесконечной импульсной характеристикой); Проводить расчеты для синтеза цифровых фильтров и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования; Вычислять ДПФ дискретного сигнала с помощью алгоритмов БПФ средствами компьютерного моделирования; *Должен владеть:* Навыками работы с технической документацией; Навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем; Навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров; Навыками компьютерного вычисления дпф на основе бпф. Принципами построения систем однократной интерполяции и децимации.
ПК-9	Умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных	

Согласована на портале № 18269

2. Реализация компетенций

2.1. Компетенция ПК-8

ПК-8: Умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого 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	• Методы поиска и анализа технической информации; • Основные этапы проектирования цифровых фильтров.	• Собирать и анализировать информацию техническую информацию из различных источников; • Формировать исходные данные для проектирования систем цифровой обработки сигналов;	• Навыками работы с технической документацией;
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия;	• Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Экзамен.	• Защита домашних заданий.	• Защита лабораторных работ; • Контрольная работа; • Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворител	Обладает базовыми	Обладает основными	Работает при прямом

Согласована на портале № 18269

ьно (пороговый уровень)	общими знаниями	умениями, требуемыми для выполнения простых задач	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 методы поиска и анализа технической информации; • Знает основные этапы проектирования цифровых фильтров.	• Осуществляет поиск и проводит анализ технической информации, представленной в различных источниках; • Умеет проводить расчеты в соответствии с техническим заданием.	• Свободно ориентируется в технической информации; • Уверенно формирует исходные данные для проектирования цифровых фильтров и систем цифровой обработки информации.
Хорошо (базовый уровень)	• Знает методы поиска и анализа технической информации; • Представляет приемы и результаты анализа технической информации.	• Осуществляет поиск и проводит анализ технической информации, представленной в различных источниках; • Самостоятельно подбирает методы решения проблем.	• Владеет навыками поиска и анализа технической информации; • Владеет навыками работы с различными источниками информации.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Дает определения основных понятий в цифровой обработке сигналов; • Воспроизводит основные положения анализа технической информации.	• Умеет работать с технической документации; • Умеет представлять результаты своей работы.	• Владеет терминологией предметной области знания; • Владеет навыками поиска и анализа технической информации.

2.2. Компетенция ПК-9

ПК-9: Умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Согласована на портале № 18269

Таблица 5– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	• Основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров; • Методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры; • Метод математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ); • Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ); • Принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой; • Принципы построения систем однократной интерполяции и децимации.	• Выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания; • Проводить расчеты для синтеза цифровых фильтров и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования; • Обосновывать выбор типа цифрового фильтра, КИХ или БИХ (с конечной или бесконечной импульсной характеристикой); • Вычислять ДПФ дискретного сигнала с помощью алгоритмов БПФ средствами компьютерного моделирования.	• Навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем; • Навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров; • Навыками компьютерного вычисления ДПФ на основе БПФ; • Принципами построения систем однократной интерполяции и децимации.
Виды занятий	• Лекции; • Самостоятельная работа.	• Практические занятия; • Лабораторные работы.	• Практические занятия; • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Конспект • Экзамен	• Оформление и защита лабораторных работ; • Контрольная работа.	• Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений,	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы

Согласована на портале № 18269

	пониманием границ применимости	абстрагирования проблем	
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 основные этапы проектирования цифровых систем; • Знает основные алгоритмы цифровой обработки сигналов. • Знает методы расчета цифровых фильтров.	• Умеет проводить расчеты цифровых фильтров, а также реализовывает основные блоки цифровой обработки сигналов в программном виде; • Умело моделирует алгоритмы цифровой обработки сигналов в программной среде.	• Свободно владеет математическим аппаратом описания сигналов и линейных дискретных систем; • Свободно владеет навыками расчета параметров систем цифровой обработки сигналов.
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные этапы проектирования цифровых систем; • Знает основные алгоритмы цифровой обработки сигналов.	• Самостоятельно реализовывает основные блоки цифровой обработки сигналов в программном виде. • Самостоятельно подбирает методы решения задач.	• Владеет математическим аппаратом описания сигналов; • Владеет навыками расчета параметров систем цифровой обработки сигналов.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные алгоритмы цифровой обработки сигналов.	• Способен в программном виде писать простые алгоритмы цифровой обработки сигналов.	• Владеет математическим аппаратом описания сигналов. • Владеет терминологией предметной области

Согласована на портале № 18269

			знания.

3. Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

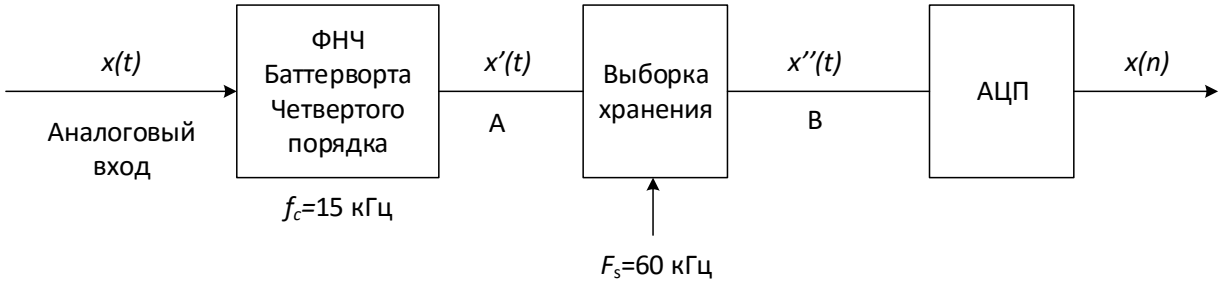
– типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

Темы контрольной работы:

1. Процесс преобразования аналогового сигнала в цифровой. Шумы квантования АЦП (аналогово-цифровой преобразователь). Многокаскадная децимация и интерполяция.

Типовые задания для контрольной работы:

На рисунке изображено устройство предварительной обработки данных системы ЦОС. Предположим, что на вход подается широкополосный сигнал.



1. Изобразите спектр сигнала до (точка A) и после дискретизации (точка B) в диапазоне $\pm F_s/2$.

2. Найдите уровень сигнала и искажения от наложения при 15 кГц и частоте Найквиста (т.е. 30 кГц).

3. Найдите минимальную частоту дискретизации $F_{s\ min}$, которая при частоте 15 кГц даст отношение сигнала к уровню искажения от наложения 10:1. Укажите все сделанные предположения.

Темы практических занятий:

1. Методика работы с учебной и научной литературой. Оформление учебных работ.
2. Работа в системе Scilab. Исследование моделей цепей и сигналов.
3. Расчет цифровых фильтров.
4. Расчет параметров дециматора и интерполятора.

Темы лабораторных работ:

1. Изучение основ работы в пакете Scilab.
2. Шумы квантования АЦП – оценка и анализ.
3. Многоскоростная обработка сигналов.
4. Фильтр скользящего среднего.

Список типовых экзаменационных вопросов:

5. Обобщенная схема ЦОС.
6. Процесс преобразования аналогового сигнала в цифровой.
7. Дискретизация низкочастотных сигналов.

Согласована на портале № 18269

8. Дискретизация полосовых сигналов.
9. Однородное квантование и кодирование.
10. Неоднородное квантование и кодирование.
11. Выборка с запасом по частоте при аналогово-цифровом преобразовании.
12. Процесс цифро-аналогового преобразования.
13. Фильтры защиты от зеркальных частот.
14. Выборка с запасом по частоте при цифро-аналоговом преобразовании.
15. Свертка.
16. Корреляция.
17. ДПФ и обратное ДПФ.
18. КИХ-фильтры и БИХ-фильтры.
19. Цифровой фильтр. Основные характеристики. Критерий синтеза.
20. Разностное уравнение как основа программной реализации цифрового фильтра.
21. Этапы разработки цифровых фильтров.
22. Линейная фазовая характеристика.
23. Методы расчета коэффициентов КИХ-фильтра.
24. Децимация с целым шагом.
25. Интерполяция с целым шагом.
26. Преобразование частоты дискретизации с нецелым шагом.
27. Многокаскадное преобразование частоты дискретизации.
28. Импульсная характеристика и передаточная функция.

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 формирования компетенций, в составе:
  1. Цифровая обработка сигналов: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» (5 семестр) специальности «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (код 210700.62) / Гельцер А. А., Абенов Р. Р., Рогожников Е. В. – 2013. 25 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/3464.
  2. Цифровая обработка сигналов. Часть 1: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. – 2014. 53 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/3748.

Согласована на портале № 18269