

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Цифровая обработка сигналов

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи ,
профиль: Цифровое телерадиовещание

Курс: 3, семестр : 6

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	6
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	5
10	Самостоятельная работа, час.	47
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №174 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

РПИРПУ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Савиных И. С.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Киселев А. В.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталеv В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.17 способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики; в части следующих результатов обучения:
з6. знать математическое описание цифровых фильтров во временной и в частотной области и методы синтеза цифровых фильтров
у7. уметь вычислять отклик цифрового фильтра на различные входные воздействия и синтезировать цифровой фильтр

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Цифровая обработка сигналов	
ПК.17.з6 знать математическое описание цифровых фильтров во временной и в частотной области и методы синтеза цифровых фильтров	
1.о понятии сигнала и его характеристиках	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2.о системах реального времени	Лекции; Самостоятельная работа
3.о скорости вычисления и влиянии на нее языка программирования и аппаратной платформы	Лекции; Самостоятельная работа
4.о цифровых сигнальных процессорах	Лекции; Самостоятельная работа
5.о цифровых способах модуляции сигнала	Лекции; Самостоятельная работа
6.основные методы цифровой обработки сигналов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
7.способы представления чисел в вычислителе	Лекции; Самостоятельная работа
8.виды АЦП и ЦАП	Лекции; Самостоятельная работа
9.характеристики и свойства линейных систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
10.свертку и ее характеристики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
11.свойства цифровых фильтров и методы их расчета	Лекции; Самостоятельная работа
12.свойства преобразования Фурье	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.17.у7 уметь вычислять отклик цифрового фильтра на различные входные воздействия и синтезировать цифровой фильтр	
13.рассчитывать параметры и характеристики цифровых фильтров	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
14.применять спектральный анализ	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 6			
Дидактическая единица: Современные методы цифровой обработки сигналов			

1. Сигнал. Характеристики сигнала. Сравнение цифрового и аналогового способов обработки сигналов. Области применения цифровой обработки сигналов.	0	2	1, 6
2. Структура систем ЦОС реального времени. Системы реального времени. Примеры систем реального времени.	0	2	2, 6
3. Дискретизация и квантование сигнала. Однородное и неоднородное квантование. Компандеры. Виды АЦП. ЦАП.	0	2	1, 2, 7, 8
4. Представление чисел в вычислителе. Целочисленный формат (числа с фиксированной точкой). Дополнительный код. Вещественный формат (числа с плавающей точкой). Точность представления чисел.	0	2	7
5. Скорость вычислений. Влияние языка программирования. Влияние аппаратной платформы. Рекомендации.	0	2	3
6. Линейные системы. Непрерывные и дискретные. Свойства.	0	2	9
7. Свертка. Свойства свертки с единичным импульсом. Математические свойства свертки.	0	2	10
8. Каузальные и некаузальные сигналы (системы). Корреляция. Способы вычисления корреляции. АКФ. ВКФ.	0	2	10
9. Назначение цифровых фильтров. Типовая структура цифрового фильтра. Достоинства и недостатки цифровых фильтров по сравнению с аналоговыми. Соотношения для получения выходных отсчетов. Передаточные характеристики. Выбор между КИХ- и БИХ- фильтрами.	0	2	11, 13, 7, 9
10. КИХ- и БИХ- фильтры. Этапы разработки цифровых фильтров. Спецификация требований. Расчет коэффициентов. Выбор подходящей структуры. Анализ конечной разрядности. Реализация фильтра.	0	2	11, 13, 7, 9
11. Ключевые особенности КИХ фильтров. Линейная ФЧХ и ее следствия. Типы КИХ-фильтров с линейной ФЧХ. Разработка КИХ фильтров. Этапы. Спецификация КИХ-фильтра. Разработка КИХ фильтров. Метод взвешивания.	0	2	11, 13
12. Разработка КИХ фильтров. Метод частотной выборки. Однородные фильтры. Модифицированные однородные фильтры.	0	2	11, 13, 9
13. БИХ-фильтры. Этапы разработки. Спецификация фильтра. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Аналоговые фильтры.	0	2	11, 13, 6, 9
Дидактическая единица: Частотные характеристики систем и оценка спектров сигналов			
14. Преобразование Фурье. Ряд Фурье. Преобразование Фурье дискретного времени. Дискретное преобразование Фурье. Действительное ДПФ.	0	2	12, 14
15. Свойства ДПФ. Проблемы представления в полярных координатах.	0	2	12, 14, 9
16. Спектральный анализ сигналов. Применение "оконной" обработки. Разрешение по частоте. Разрешение по времени.	0	2	12, 14
17. Частотные характеристики систем. Пары преобразований Фурье. БПФ.	0	2	12, 14, 9
Дидактическая единица: Современная и перспективная элементная база, применение микропроцессоров в инфокоммуникационных системах и устройствах			

18. Цифровые сигнальные процессоры. Области применения. Архитектуры цифровых сигнальных процессоров. Квадратурная модуляция.	0	2	4, 5
--	---	---	------

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Современные методы цифровой обработки сигналов				
1. Взаимосвязь временных реализаций и спектральных характеристик апериодических, периодических, непрерывных и дискретизированных сигналов.	0	6	1, 12, 14, 9	Студенты рассматривают временные реализации и спектральные характеристики апериодических, периодических, непрерывных и дискретизированных сигналов и делают соответствующие выводы об их взаимосвязях.
2. Автокорреляционные и взаимокорреляционные функций импульсов и периодических сигналов, а также их спектров	0	4	10, 12, 14	Студенты рассматривают автокорреляционные и взаимокорреляционные функции импульсов и периодических сигналов, а также спектры импульсов и периодических сигналов. Устанавливают взаимосвязи на основании полученных результатов.
3. Взвешивающие функций и способ проектирования КИХ-фильтров методом взвешивания	0	4	10, 13, 6, 9	Студенты рассматривают взвешивающие функции и способ проектирования КИХ-фильтров методом взвешивания.
4. Проектирование БИХ-фильтров методом билинейного преобразования	0	4	10, 13, 6, 9	Студенты рассматривают проектирование БИХ-фильтров методом билинейного преобразования

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Современные методы цифровой обработки сигналов				
1. Сигнал. Характеристики сигнала. Сравнение цифрового и аналогового способов обработки сигналов. Области применения цифровой обработки сигналов.	0	1	1, 6	Самостоятельное изучение литературы
2. Структура систем ЦОС реального времени. Системы реального времени. Примеры систем реального времени.	0	1	2, 6	Самостоятельное изучение литературы
3. Дискретизация и квантование сигнала. Однородное и неоднородное квантование. Компандеры. Виды АЦП, ЦАП.	0	1	1, 2, 7, 8	Самостоятельное изучение литературы

4. Представление чисел в вычислителе. Целочисленный формат (числа с фиксированной точкой). Дополнительный код. Вещественный формат (числа с плавающей точкой). Точность представления чисел.	0	1	7	Самостоятельное изучение литературы
5. Скорость вычислений. Влияние языка программирования. Влияние аппаратной платформы. Рекомендации.	0	1	3	Самостоятельное изучение литературы
6. Линейные системы. Непрерывные и дискретные. Свойства.	0	1	9	Самостоятельное изучение литературы
7. Свертка. Свойства свертки с единичным импульсом. Математические свойства свертки.	0	1	10	Самостоятельное изучение литературы
8. Каузальные и некаузальные сигналы (системы). Корреляция. Способы вычисления корреляции. АКФ. ВКФ.	0	1	10	Самостоятельное изучение литературы
9. Назначение цифровых фильтров. Типовая структура цифрового фильтра. Достоинства и недостатки цифровых фильтров по сравнению с аналоговыми. Соотношения для получения выходных отсчетов. Передаточные характеристики. Выбор между КИХ- и БИХ-фильтрами.	0	1	11, 13, 7, 9	Самостоятельное изучение литературы
10. КИХ- и БИХ- фильтры. Этапы разработки цифровых фильтров. Спецификация требований. Расчет коэффициентов. Выбор подходящей структуры. Анализ конечной разрядности. Реализация фильтра.	0	1	11, 13, 7, 9	Самостоятельное изучение литературы
11. Ключевые особенности КИХ фильтров. Линейная ФЧХ и ее следствия. Типы КИХ-фильтров с линейной ФЧХ. Разработка КИХ фильтров. Этапы. Спецификация КИХ-фильтра. Разработка КИХ фильтров. Метод взвешивания.	0	1	11, 13	Самостоятельное изучение литературы
12. Разработка КИХ фильтров. Метод частотной выборки. Однородные фильтры. Модифицированные однородные фильтры.	0	1	11, 13, 9	Самостоятельное изучение литературы

13. БИХ-фильтры. Этапы разработки. Спецификация фильтра. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Аналоговые фильтры.	0	1	11, 13, 6, 9	Самостоятельное изучение литературы
Дидактическая единица: Частотные характеристики систем и оценка спектров сигналов				
14. Преобразование Фурье. Ряд Фурье. Преобразование Фурье дискретного времени. Дискретное преобразование Фурье. Действительное ДПФ.	0	1	12, 14	Самостоятельное изучение литературы
15. Свойства ДПФ. Проблемы представления в полярных координатах.	0	1	12, 14, 9	Самостоятельное изучение литературы
16. Спектральный анализ сигналов. Применение "оконной" обработки. Разрешение по частоте. Разрешение по времени.	0	1	12, 14	Самостоятельное изучение литературы
17. Частотные характеристики систем. Пары преобразований Фурье. БПФ.	0	1	12, 14, 9	Самостоятельное изучение литературы
Дидактическая единица: Современная и перспективная элементная база, применение микропроцессоров в инфокоммуникационных системах и устройствах				
18. Цифровые сигнальные процессоры. Области применения. Архитектуры цифровых сигнальных процессоров. Квадратурная модуляция.	0	1	4, 5	Самостоятельное изучение литературы

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Контрольные работы	1, 10, 11, 12, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	7	0
Контрольная работа проводится в виде коллоквиума, подробная информация приведена в приложении №3 : Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений для студентов вузов / В. Н. Васюков, Д. В. Голещихин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/2004_vasjuk.rar				
2	РГЗ	1, 10, 11, 12, 13, 6, 9	15	3
Расчет КИХ-фильтра методом взвешивания на основании методических рекомендаций и выданного задания, подробная информация приведена в приложении №4 : Цифровая обработка сигналов : методические указания к расчетно-графическому заданию для 3 курса факультета радиотехники и электроники по направлению 210700.62 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи очной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. С. Савиных]. - Новосибирск, 2014. - 22, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185318				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	7	2
Чтение конспекта лекций и рекомендуемой литературы, обсуждение с преподавателем вопросов, освоение которых вызвало затруднение, подробная информация приведена в приложении №2 : Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений для студентов вузов / В. Н. Васюков, Д. В. Голещихин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/2004_vasjuk.rar				

4	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	18	0
---	---	---	----	---

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3, подробная информация приведена в приложении №1 : Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений для студентов вузов / В. Н. Васюков, Д. В. Голещихин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/2004_vasjuk.rar

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>Контрольные работы:</i>	10	20
<i>РГЗ:</i>	20	40
<i>Зачет:</i>	10	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Зачет
ПК.17	з6. знать математическое описание цифровых фильтров во временной и в частотной области и методы синтеза цифровых фильтров	+	+	+
	у7. уметь вычислять отклик цифрового фильтра на различные входные воздействия и синтезировать цифровой фильтр	+		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Магазинникова, А.Л. Основы цифровой обработки сигналов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 132 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76274> — Загл. с экрана.
2. Айфичер Э. Цифровая обработка сигналов : практический подход / Э. Айфичер, Б. Джервис. - М. [и др.], 2008. - , [] с.
3. Смит С. Цифровая обработка сигналов : практическое руководство для инженеров и научных работников / Стивен Смит ; пер. с англ. Ю. А. Линовича, С. В. Витязева, И. С. Гусинского]. - М., 2011. - 718 с. : ил. + 1 CD-ROM.

Дополнительная литература

1. Оппенгейм А. В. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. С. А. Кулешова под ред. А. Б. Сергиенко. - М., 2007. - 855 с. : ил.
2. Бизин А. Т. Введение в цифровую обработку сигналов : учебное пособие / А. Т. Бизин ; Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. - Новосибирск, 1998. - 52 с. : ил., табл.
3. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов : справочник / Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. - М., 1985. - 311, [1] с. : схемы, табл.
4. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы : Руководство к решению задач: Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов. - М., 1987. - 206,[1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Цифровая обработка сигналов : методические указания к расчетно-графическому заданию для 3 курса факультета радиотехники и электроники по направлению 210700.62 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи очной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. С. Савиных]. - Новосибирск, 2014. - 22, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185318
2. Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений для студентов вузов / В. Н. Васюков, Д. В. Голещихин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/2004_vasjuk.rar

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Прведение лекций и практических занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев
“ ____ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровая обработка сигналов

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи,
профиль: Цифровое телерадиовещание

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Цифровая обработка сигналов приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.17/ЭИ способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	зб. знать математическое описание цифровых фильтров во временной и в частотной области и методы синтеза цифровых фильтров	БИХ-фильтры. Этапы разработки. Спецификация фильтра. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Аналоговые фильтры. Дискретизация и квантование сигнала. Однородное и неоднородное квантование. Компандеры. Виды АЦП. ЦАП. Каузальные и некаузальные сигналы (системы). Корреляция. Способы вычисления корреляции. АКФ. ВКФ. КИХ- и БИХ-фильтры. Этапы разработки цифровых фильтров. Спецификация требований. Расчет коэффициентов. Выбор подходящей структуры. Анализ конечной разрядности. Реализация фильтра. Ключевые особенности КИХ фильтров. Линейная ФЧХ и ее следствия. Типы КИХ-фильтров с линейной ФЧХ. Разработка КИХ фильтров. Этапы. Спецификация КИХ-фильтра. Разработка КИХ фильтров. Метод взвешивания. Линейные системы. Непрерывные и дискретные. Свойства. Назначение цифровых фильтров. Типовая структура цифрового фильтра. Достоинства и недостатки цифровых фильтров по сравнению с аналоговыми. Соотношения для получения выходных отсчетов. Передаточные характеристики. Выбор между КИХ- и БИХ- фильтрами. Представление чисел в вычислителе. Целочисленный формат (числа с фиксированной точкой). Дополнительный код. Вещественный формат (числа с плавающей точкой). Точность представления чисел. Преобразование	Контрольная работа, РГЗ.	Зачет, вопросы 1-51

		Фурье. Ряд Фурье. Преобразование Фурье дискретного времени. Дискретное преобразование Фурье. Действительное ДПФ. Разработка КИХ фильтров. Метод частотной выборки. Однородные фильтры. Модифицированные однородные фильтры. Свертка. Свойства свертки с единичным импульсом. Математические свойства свертки. Свойства ДПФ. Проблемы представления в полярных координатах. Сигнал. Характеристики сигнала. Сравнение цифрового и аналогового способов обработки сигналов. Области применения цифровой обработки сигналов. Скорость вычислений. Влияние языка программирования. Влияние аппаратной платформы. Рекомендации. Спектральный анализ сигналов. Применение "оконной" обработки. Разрешение по частоте. Разрешение по времени. Структура систем ЦОС реального времени. Системы реального времени. Примеры систем реального времени. Цифровые сигнальные процессоры. Области применения. Архитектуры цифровых сигнальных процессоров. Квадратурная модуляция. Частотные характеристики систем. Пары преобразований Фурье. БПФ.		
ПК.17/ЭИ	у7. уметь вычислять отклик цифрового фильтра на различные входные воздействия и синтезировать цифровой фильтр	БИХ-фильтры. Этапы разработки. Спецификация фильтра. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Аналоговые фильтры. КИХ- и БИХ-фильтры. Этапы разработки цифровых фильтров. Спецификация требований. Расчет коэффициентов. Выбор подходящей структуры. Анализ конечной разрядности. Реализация фильтра. Ключевые особенности КИХ фильтров. Линейная ФЧХ и ее следствия. Типы КИХ-фильтров с линейной ФЧХ. Разработка КИХ фильтров. Этапы. Спецификация КИХ-фильтра. Разработка КИХ фильтров. Метод взвешивания. Назначение цифровых фильтров. Типовая структура цифрового фильтра. Достоинства и недостатки цифровых фильтров по	Контрольная работа, РГЗ	Зачет, вопросы 1-51

		сравнению с аналоговыми. Соотношения для получения выходных отсчетов. Передаточные характеристики. Выбор между КИХ- и БИХ- фильтрами. Преобразование Фурье. Ряд Фурье. Преобразование Фурье дискретного времени. Дискретное преобразование Фурье. Действительное ДПФ. Разработка КИХ фильтров. Метод частотной выборки. Однородные фильтры. Модифицированные однородные фильтры. Свойства ДПФ. Проблемы представления в полярных координатах. Спектральный анализ сигналов. Применение "оконной" обработки. Разрешение по частоте. Разрешение по времени. Частотные характеристики систем. Пары преобразований Фурье. БПФ.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 6 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.17/ЭИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (РГЗ), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ, контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ, контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.17/ЭИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое

содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Цифровая обработка сигналов», 6 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов с 1 по 29, второй вопрос из диапазона вопросов с 30 по 51 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет радиотехники и электроники

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

1. Сигнал. Характеристики сигнала.
2. Назначение цифровых фильтров. Типовая структура цифрового фильтра.

Утверждаю: зав. кафедрой РПиРПУ _____ Киселев А.В.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет от 0 до 9 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет от 10 до 13 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет от 14 до 16 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный

анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет от 17 до 20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Цифровая обработка сигналов»

1. Сигнал. Характеристики сигнала.
2. Сравнение цифрового и аналогового способов обработки сигналов.
3. Области применения цифровой обработки сигналов.
4. Структура систем ЦОС реального времени.
5. Системы реального времени. Примеры систем реального времени.
6. Дискретизация и квантование сигнала.
7. Однородное и неоднородное квантование. Компандеры.
8. Виды АЦП.
9. ЦАП.
10. Представление чисел в вычислителе. Целочисленный формат (числа с фиксированной точкой). Дополнительный код.
11. Вещественный формат (числа с плавающей точкой).
12. Точность представления чисел.
13. Скорость вычислений. Влияние языка программирования. Влияние аппаратной платформы. Рекомендации.
14. Линейные системы. Непрерывные и дискретные. Свойства.
15. Свертка.
16. Свойства свертки с единичным импульсом.
17. Математические свойства свертки.
18. Каузальные и некаузальные сигналы (системы).
19. Корреляция. Способы вычисления корреляции.
20. АКФ. ВКФ.
21. Преобразование Фурье. Ряд Фурье. Преобразование Фурье дискретного времени. Дискретное преобразование Фурье.
22. Действительное ДПФ.
23. Свойства ДПФ.
24. Проблемы представления в полярных координатах.
25. Спектральный анализ сигналов. Применение "оконной" обработки.
26. Разрешение по частоте. Разрешение по времени.
27. Частотные характеристики систем.
28. Пары преобразований Фурье.
29. БПФ.
30. Назначение цифровых фильтров. Типовая структура цифрового фильтра.
31. Достоинства и недостатки цифровых фильтров по сравнению с аналоговыми.
32. КИХ- и БИХ- фильтры. Соотношения для получения выходных отсчетов. Передаточные характеристики.
33. Выбор между КИХ- и БИХ- фильтрами.
34. КИХ- и БИХ- фильтры. Этапы разработки цифровых фильтров.
35. КИХ- и БИХ- фильтры. Спецификация требований.
36. КИХ- и БИХ- фильтры. Расчет коэффициентов.
37. КИХ- и БИХ- фильтры. Выбор подходящей структуры.

38. КИХ- и БИХ- фильтры. Анализ конечной разрядности.
39. КИХ- и БИХ- фильтры. Реализация фильтра.
40. Ключевые особенности КИХ фильтров. Линейная ФЧХ и ее следствия.
41. Типы КИХ-фильтров с линейной ФЧХ.
42. Разработка КИХ фильтров. Этапы. Спецификация КИХ-фильтра.
43. Разработка КИХ фильтров. Метод взвешивания.
44. Разработка КИХ фильтров. Метод частотной выборки.
45. Однородные фильтры. Модифицированные однородные фильтры.
46. БИХ-фильтры. Этапы разработки. Спецификация фильтра.
47. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров.
48. Аналоговые фильтры.
49. Цифровые сигнальные процессоры. Области применения.
50. Архитектуры цифровых сигнальных процессоров.
51. Квадратурная модуляция.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Цифровая обработка сигналов», 6 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится в виде коллоквиума (в устной форме). Студенту предлагается ответить на два вопроса из прилагаемого списка вопросов: первый вопрос с 1 по 13, второй вопрос с 14 по 29.

2. Критерии оценки

Задания контрольной работы оцениваются в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки. Оценка составляет от 0 до 9 баллов.

Контрольная работа выполнена на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки. Оценка составляет от 10 до 13 баллов.

Контрольная работа выполнена на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов. Оценка составляет от 14 до 16 баллов.

Контрольная работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики. Оценка составляет от 17 до 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Вопросы к контрольной работе

1. Сигнал. Характеристики сигнала.
2. Сравнение цифрового и аналогового способов обработки сигналов.
3. Области применения цифровой обработки сигналов.
4. Структура систем ЦОС реального времени.
5. Системы реального времени. Примеры систем реального времени.
6. Дискретизация и квантование сигнала.
7. Однородное и неоднородное квантование. Компандеры.
8. Виды АЦП.

9. ЦАП.

10. Представление чисел в вычислителе. Целочисленный формат (числа с фиксированной точкой). Дополнительный код.

11. Вещественный формат (числа с плавающей точкой).

12. Точность представления чисел.

13. Скорость вычислений. Влияние языка программирования. Влияние аппаратной платформы. Рекомендации.

14. Линейные системы. Непрерывные и дискретные. Свойства.

15. Свертка.

16. Свойства свертки с единичным импульсом.

17. Математические свойства свертки.

18. Каузальные и некаузальные сигналы (системы).

19. Корреляция. Способы вычисления корреляции.

20. АКФ. ВКФ.

21. Преобразование Фурье. Ряд Фурье. Преобразование Фурье дискретного времени. Дискретное преобразование Фурье.

22. Действительное ДПФ.

23. Свойства ДПФ.

24. Проблемы представления в полярных координатах.

25. Спектральный анализ сигналов. Применение "оконной" обработки.

26. Разрешение по частоте. Разрешение по времени.

27. Частотные характеристики систем.

28. Пары преобразований Фурье.

29. БПФ.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Цифровая обработка сигналов», 6 семестр

1. Методика оценки

Расчетно-графическое задание должно выполняться студентом самостоятельно, что способствует более глубокому усвоению теоретического курса. При защите расчетно-графического задания защищается именно изложение его выполнения, включающее в себя текст, формулы и иллюстрации.

Требования к содержанию расчетно-графического задания

Расчетно-графическое задание должно содержать: титульный лист, техническое задание, содержание, введение, синтез и анализ фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтров), заключение, библиографический список, приложения.

Во введении производится обзор литературы по вопросам проектирования современных цифровых фильтров. Следует указать на достоинства цифровых фильтров по сравнению с аналоговыми и отметить недостатки цифровых фильтров. Рассмотреть существующие виды цифровых фильтров и сравнить их по основным показателям.

Затем необходимо проанализировать техническое задание. Все параметры технического задания должны быть выполнены с небольшим запасом. Если для расчета потребуется дополнительный параметр, то его следует выбрать самостоятельно, с использованием литературы.

Синтез и анализ КИХ-фильтров.

При синтезе КИХ-фильтров в первую очередь необходимо рассчитать недостающие данные по параметрам, заданном в техническом задании. Затем выбрать способ расчета коэффициентов фильтра и рассчитать их.

По рассчитанным коэффициентам КИХ-фильтра необходимо построить амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) синтезируемого фильтра и проверить ее на соответствие требованиям технического задания.

В заключении нужно перечислить параметры технического задания и соответствующие результаты синтеза КИХ-фильтров, а также привести выводы по полученным результатам.

Для демонстрации достигнутых результатов и самоконтроля выполнения технического задания необходимо привести таблицу, в которой отобразить требования технического задания и параметры разработанных цифровых фильтров.

Кроме того, привести графики, на которых отобразить АЧХ синтезированных КИХ-фильтров, в разных масштабах для анализа выполнения технического задания и сопоставления разработанных фильтров.

Библиографический список может включать: учебники, специальную литературу по проектированию, справочники, статьи в журналах, методические указания, использованные в процессе работы над расчетно-графическим заданием.

В приложениях к расчетно-графическому заданию выносятся справочный материал, а также тексты программ, используемые для расчета.

2. Критерии оценки

• Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствуют основные части расчета параметров и характеристик, не произведена проверка

рассчитанных параметров или ее результаты не соответствуют заданию, оценка составляет от 0 до 20 баллов.

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: расчет параметров и характеристик выполнен в целом правильно, но без обоснования использованных значений, проверка проведена, но нет обоснования что расчет был правильным, оценка составляет от 21 до 26 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если расчет параметров и характеристик выполнен правильно, с обоснованием использованных значений, проверка проведена, но нет исчерпывающего обоснования того, что расчет был правильны, оценка составляет от 27 до 32 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все части РГЗ выполнены в полном объеме, произведены расчет параметров устройства, проверка правильности полученных данных, включая исчерпывающее обоснование этого, оценка составляет от 33 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

Таблица

№ варианта	Тип фильтра	Полоса пропускания, Гц	Полоса заграждения, Гц	Аз,дБ	Ап,дБ
1	ФНЧ	0-1500	2000-4000	50	0.1
2	ФВЧ	2000-4000	0-1500	60	0.05
3	ПФ	150-250	0-100,300-500	40	0.2
4	РФ	0-100,300-500	150-250	40	0.1
5	ФНЧ	0-1200	2000-5000	50	0.03
6	ФВЧ	2000-5000	0-1200	60	0.05
7	ПФ	900-1100	0-450,1550-7500	55	0.05
8	РФ	0-450,1550-7500	900-1100	45	0.1
9	ФНЧ	0-10	20-64	45	0.2
10	ФВЧ	20-64	0-10	55	0.05
11	ПФ	2000-3000	4000-6000,0-1000	60	0.01
12	РФ	0-1000,4000-6000	2000-3000	40	0.2
13	ФНЧ	0-5000	6000-9000	50	0.1
14	ФВЧ	6000-9000	0-5000	60	0.07
15	ПФ	500-700	0-400,800-1000	50	0.2
16	РФ	0-400,800-1000	500-700	45	0.1
17	ФНЧ	0-100	150-300	55	0.05
18	ФВЧ	150-300	0-100	50	0.07
19	ПФ	75-125	0-50,150-300	60	0.1
20	РФ	0-50,150-300	75-125	55	0.2
21	ФНЧ	0-500	600-800	45	0.15
22	ФВЧ	600-800	0-500	45	0.2
23	ПФ	400-500	0-300,600-800	50	0.1
24	РФ	0-300,600-800	400-500	60	0.05
25	ФНЧ	0-750	1000-2000	50	0.1
26	ФВЧ	1000-2000	0-750	60	0.05
27	ПФ	300-500	0-200,600-1000	40	0.2
28	РФ	0-200,600-1000	300-500	40	0.1
29	ФНЧ	0-600	1000-2500	50	0.03
30	ФВЧ	1000-2500	0-600	60	0.05