

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

Кафедра автоматики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ

к.т.н. Рева И. Л.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Методы обработки сигналов

Образовательная программа: 27.03.04 Управление в технических системах, профиль: Автоматика и управление

Курс: 3, семестр : 5

Факультет автоматики и вычислительной техники,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	82
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	8
10	Самостоятельная работа, час.	26
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 27.03.04 Управление в технических системах

ФГОС введен в действие приказом №1171 от 20.10.2015 г. , дата утверждения: 12.11.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 27.03.04 Управление в технических системах

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АВТ, протокол заседания кафедры №10/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета автоматики и вычислительной техники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Худяков Д. С.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Жмудь В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Жмудь В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.4 готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации; в части следующих результатов обучения:	
31. знать принципиальные основы и расчетные соотношения основных современных методов проектирования цифровых фильтров	
32. знать возможности методов цифровой обработки сигналов	
у2. уметь использовать возможности уменьшения ошибки фильтрации	
у3. уметь производить выбор надлежащего метода проектирования цифрового фильтра	
Компетенция ФГОС: ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
у3. уметь моделировать на ЗВМ режимы функционирования спроектированных цифровых фильтров	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств; в части следующих результатов обучения:	
31. знать виды экспериментальных исследований и задачи их автоматизации	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Методы обработки сигналов</i>	
ОПК.4.31 знать принципиальные основы и расчетные соотношения основных современных методов проектирования цифровых фильтров	
1. знать принципиальные основы и расчетные соотношения основных современных методов проектирования цифровых фильтров	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.4.32 знать возможности методов цифровой обработки сигналов	
2. знать возможности методов цифровой обработки сигналов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 уметь использовать возможности уменьшения ошибки фильтрации	
3. уметь использовать возможности уменьшения ошибки фильтрации	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.4.у3 уметь производить выбор надлежащего метода проектирования цифрового фильтра	
4. уметь производить выбор надлежащего метода проектирования цифрового фильтра	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.7.у3 уметь моделировать на ЗВМ режимы функционирования спроектированных цифровых фильтров	
5. уметь моделировать на ЗВМ режимы функционирования спроектированных цифровых фильтров	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.1.31 знать виды экспериментальных исследований и задачи их автоматизации	
6. знать виды и способы экспериментальных исследований	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7. задачи и методы автоматизации экспериментальных исследований	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Введение				
1. Введение в цифровую обработку сигналов	4	6	1, 2, 6, 7	Изучение основных понятий теории аналоговых и цифровых сигналов, эффектов, возникающих при дискретизации аналоговых сигналов.
2. Общие сведения о цифровых фильтрах	4	4	1, 3, 4	Изучение основных понятий, классификации и математических моделей аналоговых и цифровых фильтров.
Дидактическая единица: Проектирование				
3. Проектирование нерекурсивных фильтров	4	6	2, 4, 5	Изучение основных методов проектирования нерекурсивных фильтров, сравнение их возможностей и эффективности.
4. Проектирование рекурсивных фильтров	3	4	1, 2, 4	Изучение основных методов проектирования рекурсивных фильтров, сравнение их возможностей и эффективности.
Дидактическая единица: Функционирование				
5. Функционирование нерекурсивных фильтров	3	4	3, 4, 5, 6, 7	Изучение основных методов реализации нерекурсивных фильтров, сравнение их возможностей и эффективности.
6. Функционирование рекурсивных фильтров	0	4	1, 2, 5, 6, 7	Изучение основных методов реализации рекурсивных фильтров, сравнение их возможностей и эффективности.
7. Алгоритмы и процессоры ЦОС	0	8	1, 3, 4	Изучение типов задач, основных алгоритмов и процессоров ЦОС, их классификация, сравнение возможностей и эффективности.

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Проектирование				

1. Проектирование нерекурсивного фильтра	0	8	1, 3, 4	Получение навыков проектирования цифрового нерекурсивного фильтра. Исследование влияния различных параметров на порядок фильтра
2. Проектирование рекурсивного фильтра	0	10	2, 4, 6, 7	Получение навыков проектирования цифрового рекурсивного фильтра. Исследование влияния различных параметров на порядок фильтра
Дидактическая единица: Функционирование				
3. Функционирование нерекурсивного фильтра	0	8	3, 4, 5	Получение навыков нерекурсивной фильтрации сигналов в рамках задач различных типов. Исследование влияния различных параметров на точность фильтрации
4. Функционирование рекурсивного фильтра	0	10	2, 3, 4, 6, 7	Получение навыков рекурсивной фильтрации сигналов в рамках задач различных типов. Исследование влияния различных параметров на точность фильтрации

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	РГЗ	3, 4, 5	10	8
: Кононов В. Т. Цифровая фильтрация сигналов : учебное пособие / В. Т. Кононов, Д. С. Худяков, Г. П. Чикильдин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 61, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082200				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 6, 7	3	0
: Кононов В. Т. Цифровая фильтрация сигналов : учебное пособие / В. Т. Кононов, Д. С. Худяков, Г. П. Чикильдин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 61, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082200				
3	Дополнительная учебная деятельность	3, 4, 6, 7	3	0
: Кононов В. Т. Цифровая фильтрация сигналов : учебное пособие / В. Т. Кононов, Д. С. Худяков, Г. П. Чикильдин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 61, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082200				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5	10	0
: Кононов В. Т. Цифровая фильтрация сигналов : учебное пособие / В. Т. Кононов, Д. С. Худяков, Г. П. Чикильдин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 61, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082200				

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	e-mail; Личный типовой сайт
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail; Личный типовой сайт
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт

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	Максимальный балл
Семестр: 5	
<i>Подготовка к занятиям:</i>	10
<i>Лекция:</i>	10
<i>Лабораторная:</i>	40
<i>РГЗ:</i>	20
<i>Зачет:</i>	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	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.4	з1. знать принципиальные основы и расчетные соотношения основных современных методов проектирования цифровых фильтров		+
	з2. знать возможности методов цифровой обработки сигналов		+
	у2. уметь использовать возможности уменьшения ошибки фильтрации		+
	у3. уметь производить выбор надлежащего метода проектирования цифрового фильтра	+	+
ОПК.7	у3. уметь моделировать на ЗВМ режимы функционирования спроектированных цифровых фильтров		+
ПК.1	з1. знать виды экспериментальных исследований и задачи их автоматизации	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Солонина А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов 210400 "Телекоммуникации"] / А. И. Солонина, С. М. Арбузов. - СПб., 2008. - 806 с. : ил., табл.
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - СПб., 2007. - 750 с. : ил.

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. Федосов В. П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW / Федосов В. П., Нестеренко А. К. ; под ред. Федосова В. П. - М., 2007. - 468 с. : ил.
3. Хемминг Р. В. Цифровые фильтры : пер. с англ. / Р. В. Хемминг ; под ред. А. М. Трахтмана. - М., 1980. - 224 с. : ил.
4. Блейхут Р. Э. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов / Р. Блейхут ; пер. с англ. И. И. Грушко. - М., 1989. - 448 с. : ил., табл.
5. Основы цифровой обработки сигналов : [учебное пособие по направлению подготовки специалистов 654400 "Телекоммуникации"] / А. И. Солонина [и др.]. - СПб., 2005. - 753 с. : ил.
6. Марпл С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С. Л. Марпл-мл. ; пер. с англ. О. И. Хабарова, Г. А. Сидоровой, под ред. И. С. Рыжака. - М., 1990. - 584 с.
7. Каппелини В. Цифровые фильтры и их применение / В. Каппелини, А. Дж. Константи́нидис, П. Эмилиани ; пер. с англ. В. Н. Елисеева, под ред. Н. Н. Слепова. - М., 1983. - 360 с. : ил.
8. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов : справочник / Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. - М., 1985. - 311, [1] с. : схемы, табл.
9. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов : Учеб. пособие для ин-тов связи (спец. 2307, 2306, 2305) / Гольденберг Л. М., Матюшкин Б. Д., Поляк М. Н. - М., 1990. - 256 с. : ил.
10. Лэм Г. Аналоговые и цифровые фильтры : пер. с англ. / Г. Лэм ; под ред. И. Н. Теплюка. - М., 1982. - 592 с. : ил., табл.

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. Кононов В. Т. Цифровая фильтрация сигналов : учебное пособие / В. Т. Кононов, Д. С. Худяков, Г. П. Чикильдин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 61, [1] с. : ил., - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000082200

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Моделирование проектирования и функционирования цифровых фильтров

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Методы обработки 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)
ОПК.4 готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	з1. знать принципиальные основы и расчетные соотношения основных современных методов проектирования цифровых фильтров	Алгоритмы и процессоры ЦОС Введение в цифровую обработку сигналов Общие сведения о цифровых фильтрах Проектирование нерекурсивного фильтра Проектирование рекурсивных фильтров Функционирование рекурсивных фильтров	РГЗ	Зачет, вопросы 1-50
ОПК.4	з2. знать возможности методов цифровой обработки сигналов	Введение в цифровую обработку сигналов Проектирование нерекурсивных фильтров Проектирование рекурсивного фильтра Проектирование рекурсивных фильтров Функционирование рекурсивного фильтра Функционирование рекурсивных фильтров	РГЗ	Зачет, вопросы 1-37
ОПК.4	у2. уметь использовать возможности уменьшения ошибки фильтрации	Алгоритмы и процессоры ЦОС Общие сведения о цифровых фильтрах Проектирование нерекурсивного фильтра Функционирование нерекурсивного фильтра Функционирование нерекурсивных фильтров Функционирование рекурсивного фильтра	РГЗ	Зачет, вопросы 13-50
ОПК.4	у3. уметь производить выбор надлежащего метода проектирования цифрового фильтра	Алгоритмы и процессоры ЦОС Общие сведения о цифровых фильтрах Проектирование нерекурсивного фильтра Проектирование нерекурсивных фильтров Проектирование рекурсивного фильтра Проектирование рекурсивных фильтров Функционирование нерекурсивного фильтра Функционирование нерекурсивных фильтров Функционирование рекурсивного фильтра	РГЗ	Зачет, вопросы 13-50

ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	у3. уметь моделировать на ЗВМ режимы функционирования спроектированных цифровых фильтров	Проектирование нерекурсивных фильтров Функционирование нерекурсивного фильтра Функционирование нерекурсивных фильтров Функционирование рекурсивных фильтров	РГЗ	Зачет, вопросы 13-37
ПК.1/НИ способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	з1. знать виды экспериментальных исследований и задачи их автоматизации	Введение в цифровую обработку сигналов Функционирование рекурсивного фильтра	РГЗ	Зачет, вопросы 1-50

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ОПК.7, ПК.1/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

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

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.4, ОПК.7, ПК.1/НИ, 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.

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

Паспорт зачета

по дисциплине «Методы обработки сигналов», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-27, второй вопрос из диапазона вопросов 28-50 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Методы обработки сигналов»

1. Вопрос 1. Виды сигналов.
2. Вопрос 2. Проектирование рекурсивного фильтра (общие положения).

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, 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 менее 5 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается 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, например, вычислительные, оценка составляет от 5 до 10 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет 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, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет от 11 до 15 *баллов*.

- Ответ на билет (тест) для зачета билет 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, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 16 до 20 *баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 5 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 «Методы обработки сигналов»

1. Виды сигналов.
2. Классификация сигналов.
3. Типы сигналов и их характеристики.
4. Ряды Фурье.
5. Гармонический анализ периодических сигналов на базе рядов Фурье.
6. Гармонический анализ непериодических сигналов на базе рядов Фурье.
7. Непрерывные преобразования Фурье.
8. Дискретные преобразования Фурье.
9. Быстрое преобразование Фурье.
10. Аппарат корреляционных функций, их виды.
11. Случайные процессы и их характеристики.
12. Основные типы сигналов и их математическое описание. Нормирование времени.
13. Обобщенная схема ЦОС.
14. Классификация фильтров. Математические модели фильтров. Характеристики фильтров.
15. Типы фильтров (по частотным характеристикам).
16. Исходные данные при проектировании фильтров на примере АЧХ спроектированного в ходе лабораторной работы фильтра.
17. Характеристики нерекурсивных фильтров. Виды нерекурсивных фильтров.
18. Фильтры на основе гармонического ряда Фурье (общие положения).
19. Процедура проектирования нерекурсивного фильтра на базе аппроксимации АЧХ гармоническим рядом Фурье. Сравнение нерекурсивных фильтров, спроектированных различными способами.
20. Фильтры на основе частотной выборки (общие положения).
21. Оптимальные фильтры с минимаксной ошибкой (общие положения).
22. Типы модельных задач (сглаживание, спектральный анализ, дифференцирование). Пояснить на примере полученных графиков сигналов.
23. Реализация нерекурсивного фильтра.
24. Фильтрация коротких реализаций сигналов.
25. Формирование входного сигнала и параметров помехи.
26. Погрешности нерекурсивной фильтрации.
27. Фазовая погрешность нерекурсивной фильтрации и способы ее устранения.
28. Проектирование рекурсивного фильтра (общие положения).
29. Синтез передаточной функции непрерывного низкочастотного фильтра-прототипа (общие положения).

30. Фильтры Бесселя, Баттерворта, Чебышева, Кауэра. Их особенности, достоинства, недостатки.
31. Синтез передаточной функции рекурсивного фильтра на основе стандартного Z-преобразования.
32. Синтез передаточной функции рекурсивного фильтра на основе билинейного Z-преобразования.
33. Реализация рекурсивного фильтра.
34. Погрешности рекурсивной фильтрации.
35. Фазовая погрешность рекурсивной фильтрации и способы ее уменьшения.
36. Сравнение нерекурсивных и рекурсивных фильтров. Рекомендации по применению.
37. Сравнение непрерывных и дискретных фильтров (характеристики, свойства, реализация).
38. Основные направления, задачи и алгоритмы ЦОС.
39. Дискретное косинусное преобразование.
40. Адаптивная фильтрация. Адаптивные фильтры.
41. Адаптивная фильтрация. Линейное предсказание.
42. Способы реализации алгоритмов ЦОС. Реальное время.
43. Способы реализации алгоритмов ЦОС. Аппаратная реализация. Программная реализация.
44. Способы реализации алгоритмов ЦОС. Аппаратно-программная реализация.
45. Особенности ЦОС, влияющие на элементную базу.
46. Основные свойства ЦПОС.
47. Архитектура цифровых процессоров обработки сигналов. Реализация цифровой обработки сигналов.
48. Общие принципы построения ЦПОС и особенности их архитектуры.
49. Разновидности и характеристики ЦПОС. Квалификационные параметры и характеристики ЦПОС.
50. Разновидности ЦПОС с точки зрения назначения.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Методы обработки сигналов», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны спроектировать нерекурсивный фильтр в соответствии с исходными данными и проверить его функционирование посредством обработки тестового сигнала.

Обязательные структурные части РГЗ:

1. Проектирование нерекурсивного фильтра
2. Проверка функционирования спроектированного нерекурсивного фильтра

Оцениваемые позиции:

Соответствие полученных характеристик спроектированного фильтра заданным требованиям.

Соответствие выходного сигнала спроектированного фильтра ожидаемому (идеальному).

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), фильтр не спроектирован полностью либо не соответствует заданным требованиям, отсутствуют характеристики фильтра, проверка функционирования спроектированного фильтра не проведена, оценка составляет менее 5 баллов.

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: фильтр спроектирован полностью и частично соответствует заданным требованиям, характеристики фильтра либо отсутствуют, либо не верны, проверка функционирования спроектированного фильтра не проведена корректно, оценка составляет от 5 до 10 баллов.

- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если фильтр спроектирован полностью и в основном соответствует заданным требованиям, характеристики фильтра в целом получены верно, проверка функционирования спроектированного фильтра проведена частично, оценка составляет от 11 до 15 баллов.

- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если фильтр спроектирован и полностью соответствует заданным требованиям, характеристики фильтра получены верно, проверка функционирования спроектированного фильтра проведена и подтверждает корректность выполнения всего задания, оценка составляет от 16 до 20 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Расчет нерекурсивного фильтра на основе модифицированного гармонического ряда Фурье

Цель работы.

Приобретение навыков проектирования и расчёта нерекурсивных фильтров.

Постановка задачи.

В соответствии с исходными данными таблицы определить параметры цифрового нерекурсивного фильтра (количество L отсчетов $ИХ$, параметры и значения сглаживающих множителей, значения отсчетов $ИХ$, $АЧХ$ и $ФЧХ$) и по полученным данным построить графики сглаживающих множителей, $ИХ$, $АЧХ$ и $ФЧХ$.

№	Тип	ω_{ϕ} р/с	Ω_{ϕ} р/с	$\Delta\omega_{\phi}$ р/с	L / δ *	K_{ϕ}	Δt	Тип сглаживающих множителей σ_k
1	НЧФ	-	2	1	75	1	0.1	Хэмминга

Осуществить спектральный анализ либо дифференцирование сигнала (в зависимости от типа спроектированного фильтра).

В спектральном анализе входной сигнал формируется из синусоидальных гармоник, числом равным числу участков полос пропускания и задерживания (т.е. 2 либо 3 гармоники в зависимости от типа спроектированного фильтра). Гармоники должны попадать в каждую из полос.

При дифференцировании входной сигнал следует формировать в виде суммы двух синусоидальных гармоник, одна из которых попадает в полосу пропускания фильтра, а вторая лежит за ее пределами.

После соответствующей обработки (спектральный анализ или дифференцирование) осуществить коррекцию выходного сигнала с целью получения минимального значения погрешностей за счет удаления переходной и фазовой составляющих ошибки фильтрации.

Содержание пояснительной записки.

В пояснительной записке обязательно должны быть приведены:

- 1) исходные данные в соответствии с вариантом (все используемые в расчетах);
 - 2) формульные выражения для расчетов и значения
 - числа членов аппроксимирующего ряда Фурье,
 - параметров сглаживающих множителей и совокупность их значений в виде таблицы,
 - $ИХ$, $АЧХ$ и $ФЧХ$ в виде таблиц,
 - выходного сигнала (таблица), полученного при решении задачи спектрального анализа или дифференцирования;
 - 3) рассчитанное значение фазовой задержки;
 - 4) графики $ИХ$, $АЧХ$ и $ФЧХ$ спроектированного фильтра, а также (*только для дополнительного задания*) графики входного, выходного идеального, не скорректированного и скорректированного сигналов;
 - 5) выводы о соответствии полученных параметров характеристик фильтра требуемым данным согласно задания, а также (*только для дополнительного задания*) о соответствии выходного сигнала идеальному;
 - 6) листинг программы.
- Таким образом, в пояснительной записке должны содержаться 3 таблицы и 7 фиков.

Примечания.

1. Расчетно-графическая работа выполняется посредством составления программы на одном из широко используемых языков программирования, подходящих для решения вычислительных задач (FORTRAN, C, C++, VBA) и выполнением ее на компьютере. Допускается отсутствие в программе операторов ввода и жесткая в соответствии с вариантом структура. В тексте программы должны присутствовать поясняющие комментарии;
2. Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с существующими требованиями к оформлению отчетов по лабораторным работам. Размер графиков – половина страницы, аргументом должны являться физические величины, а не номера отсчетов;
3. При выполнении расчетов следует использовать только данное учебное пособие и никакое другое во избежание ошибок, поскольку в другом пособии формульные выражения могут несколько отличаться из-за применения другой методики расчетов;
4. Если в формулах, прямой расчет принципиально невозможен (например, бесконечные ряды), следует отразить в отчете предложенный способ выхода из такой ситуации и обосновать его. В случае необходимости использования каких-либо дополнительных параметров следует указать, как и откуда они берутся, и привести соответствующие расчеты;
5. С целью более глубокого усвоения материала курса некоторые варианты заданий содержат данные, делающие процедуру проектирования фильтра с заданными требованиями невыполнимой. В этом случае рекомендуется убедиться в правильности работы составленной программы, а затем обнаружить и изменить некорректно заданные параметры так, чтобы вычисления стали возможными. Не следует изменять корректируемый параметр больше, чем этого требуется для осуществления расчетов. Максимальное изменение – не более чем в два раза. Отразить эти обстоятельства в отчете. В случае получения фильтра с характеристиками, не соответствующими заданным, следует поступать аналогичным образом, однако в отчете наряду со скорректированными характеристиками необходимо привести также и графики I_{Σ} , A_{Σ} и Φ_{Σ} для изначально спроектированного по исходным данным фильтра;
6. Графики сигналов строить по окончании переходного процесса фильтра. Интервал определения выходного сигнала должен соответствовать периоду самой низкочастотной гармоники входного сигнала.