

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

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Специальные вопросы цифровой обработки сигналов

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Курс: 4, семестр : 8

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	7
2	Всего часов	252
3	Всего занятий в контактной форме, час.	97
4	Лекции, час.	16
5	Практические занятия, час.	48
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	15
10	Самостоятельная работа, час.	155
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

ФГОС введен в действие приказом №179 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 20.03.2015 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТОР, протокол заседания кафедры №3 от 20.06.2017

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

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Васюков В. Н.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Спектор А. А.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталева В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция НГТУ: ПК.23.В Способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к проектированию радиотехнических систем; в части следующих результатов обучения:
з6. знать специальные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах
у7. уметь применять специальные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
---	---------------------------

Специальные вопросы цифровой обработки сигналов

ПК.23.В.з6 знать специальные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах	
1.Знать методы математического описания дискретных сигналов в базисах Рисса и фреймах	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2.Знать методы математического описания многократных дискретных систем	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3.знать основы кратномасштабного анализа сигналов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4.знать методы представления сигналов в виде вейвлет-разложения	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
ПК.23.В.у7 уметь применять специальные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах	
5.уметь разрабатывать алгоритмы многомасштабного анализа сигналов	Лекции; Практические занятия
6.уметь применять методы синтеза многократных дискретных систем	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
7.иметь опыт программирования алгоритмов специальной обработки и анализа сигналов	Лекции; Практические занятия

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Основы цифровых методов анализа нестационарных сигналов			
1. Аппарат преобразования Фурье и его ограничения при анализе нестационарных сигналов	0	2	1
2. Базисы Рисса и фреймы для разложения сигналов	0	2	1
3. Вейвлет-разложения и кратномасштабный анализ	0	2	3
4. Дискретное вейвлет-преобразование	0	2	1, 3, 4
Дидактическая единица: Многократные системы обработки цифровых сигналов			
5. Особенности многократных систем цифровой обработки сигналов	0	2	2
6. Реализация многократных систем ЦОС полифазными структурами	0	2	2, 6

7. Анализирующие и синтезирующие фильтры в многоскоростных системах ЦОС	0	2	2, 6
8. Банки фильтров и вейвлет-преобразование	0	2	2, 3, 4, 5, 6, 7

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Основы цифровых методов анализа нестационарных сигналов				
1. Дискретное вейвлет-преобразование одномерного сигнала	0	4	3, 4	Выполнение и защита
2. Дискретное вейвлет-разложение двумерного сигнала	0	4	4	Выполнение и защита
Дидактическая единица: Многоскоростные системы обработки цифровых сигналов				
3. Реализация многоскоростных систем ЦОС полифазными структурами	0	4	2, 6	Выполнение и защита
4. Пакетное вейвлет-разложение	0	4	3, 4	Выполнение и защита

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Основы цифровых методов анализа нестационарных сигналов				
1. Изучение методов разложения сигналов	3	6	1, 7	Ознакомление с методами программирования алгоритмов ЦОС
2. Средства программирования алгоритмов ЦОС	3	6	7	Практическое изучение средств программирования алгоритмов ЦОС
3. Дискретные сигналы и цепи, ДПФ	3	6	5, 7	Практическое изучение систем ЦОС
4. Методы синтеза фильтров	3	6	2, 7	Изучение методов синтеза фильтров
Дидактическая единица: Многоскоростные системы обработки цифровых сигналов				
5. Особенности многоскоростных систем цифровой обработки сигналов	3	6	2, 6	Изучение многоскоростных систем цифровой обработки сигналов
6. Реализация многоскоростных систем ЦОС полифазными структурами	3	6	6	Синтез полифазных структур для реализации многоскоростных систем ЦОС
7. Анализирующие и синтезирующие фильтры в многоскоростных системах ЦОС	0	6	2, 3, 4, 5, 7	Синтез фильтров для многоскоростных систем ЦОС
8. Банки фильтров и вейвлет-преобразование	0	6	4, 7	Разработка банков фильтров для вейвлет-преобразования

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ	1, 2, 3	10	10
: Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : научно-технический журнал : материалы публикаций с 1999 по 2008 год / [гл. ред. Ю. Б. Зубарев]. - М., 2009. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	140	5
: Грузман И. С. Цифровая обработка изображений в информационных системах [Электронный ресурс] : цифровые методы обработки изображений : конспект лекций / Грузман И. С., Карпушин В. Б., Никитин С. В. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156286 . - Загл. с этикетки диска. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : научно-технический журнал : материалы публикаций с 1999 по 2008 год / [гл. ред. Ю. Б. Зубарев]. - М., 2009. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска.				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	5	0
: Грузман И. С. Цифровая обработка изображений в информационных системах [Электронный ресурс] : цифровые методы обработки изображений : конспект лекций / Грузман И. С., Карпушин В. Б., Никитин С. В. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156286 . - Загл. с этикетки диска. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : научно-технический журнал : материалы публикаций с 1999 по 2008 год / [гл. ред. Ю. Б. Зубарев]. - М., 2009. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска.				

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	Личный типовой сайт: https://ciu.nstu.ru/WebInput/persons/424/ ; Портал НГТУ: http://www.nstu.ru/
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт: https://ciu.nstu.ru/WebInput/persons/424/

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Тренинг-семинар	ПК.23.В
Формируемые умения: зб. знать специальные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах		
Краткое описание применения:		

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: 8		
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

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	Экзамен
	ПК.23.В з6. знать специальные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах		+
	ПК.23.В у7. уметь применять специальные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Штарк Г. Применение вейвлетов для ЦОС / Г.-Г. Штарк ; пер. с англ. Н. И. Смирновой под ред. А. Г. Кюркчана. - М., 2007. - 183 с. : ил., табл.

Дополнительная литература

1. Основы цифровой обработки сигналов : [учебное пособие по направлению подготовки специалистов 654400 "Телекоммуникации"] / А. И. Солонина [и др.]. - СПб., 2005. - 753 с. : ил.

2. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов : [учебное пособие для вузов по специальности 010200 "Прикладная математика и информатика" и по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика"] / С. Малла ; пер. со второго англ. изд. Я. М. Жилейкина. - М., 2005. - 671, [1] с. : рис., табл.

3. Блаттер К. Вейвлет - анализ. Основы теории : учебное пособие для студентов по специальности 01.02 "Прикладная математика" / К. Блаттер ; пер. с нем. Т. Э. Кренкеля ; под ред. А. Г. Кюркчана. - М., 2006. - 271 с. : ил.

4. Ричардсон Я. Вideoкодирование. H.264 и MPEG-4 - стандарты нового поколения / Ян Ричардсон ; пер. с англ. В. В. Чепыжова. - М., 2005. - 366 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 [Электронный ресурс] : научно-технический журнал : материалы публикаций с 1999 по 2008 год / [гл. ред. Ю. Б. Зубарев]. - М., 2009. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска.
2. Грузман И. С. Цифровая обработка изображений в информационных системах [Электронный ресурс] : цифровые методы обработки изображений : конспект лекций / Грузман И. С., Карпушин В. Б., Никитин С. В. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156286. - Загл. с этикетки диска.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 MATLAB
- 2 MathCAD
- 3 MATLAB Signal Processing Toolbox

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Моделирование сигналов и алгоритмов обработки

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

Кафедра теоретических основ радиотехники

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные вопросы цифровой обработки сигналов

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства
передачи, приема и обработки сигналов

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Специальные вопросы цифровой 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)
ПК.23.В Способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к проектированию радиотехнических систем	зб. знать специальные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах	Анализирующие и синтезирующие фильтры в многоскоростных системах ЦОС Аппарат преобразования Фурье и его ограничения при анализе нестационарных сигналов Базисы Рисса и фреймы для разложения сигналов Банки фильтров и вейвлет-преобразование Вейвлет-разложения и кратномасштабный анализ Дискретное вейвлет-преобразование Особенности многоскоростных систем цифровой обработки сигналов Реализация многоскоростных систем ЦОС полифазными структурами		Экзамен
ПК.23.В	у7. уметь применять специальные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах	Анализирующие и синтезирующие фильтры в многоскоростных системах ЦОС Банки фильтров и вейвлет-преобразование Дискретные сигналы и цепи, ДПФ Изучение методов разложения сигналов Методы синтеза фильтров Реализация многоскоростных систем ЦОС полифазными структурами Средства программирования алгоритмов ЦОС	РГЗ	Экзамен

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.23.В.

Экзамен проводится в устной форме; экзаменуемый выбирает случайным образом билет, содержащий два вопроса и задачу, после чего в течение 45 минут он готовится к ответу и решает задачу. Во время ответа на вопросы билета и при проверке решения задачи экзаменатор может задавать дополнительные и наводящие вопросы, направленные на возможно более точную оценку глубины и полноты знаний экзаменуемого.

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

В 8 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 учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.23.В, 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 не освоено или освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, 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 экзамена

по дисциплине «Специальные вопросы цифровой обработки сигналов», 8 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1–15, второй вопрос из диапазона вопросов 16–30 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

Министерство образования
и науки РФ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Новосибирский
государственный
технический университет

По дисциплине
Факультет РЭФ

«Применение цифровой
обработки сигналов»
Курс IV

1. Базисы Рисса и фреймы для разложения сигналов
2. Реализация многоскоростных систем ЦОС полифазными структурами
3. Мантисса и порядок числа занимают вместе две ячейки памяти по 16 разрядов. При этом порядок занимает 7 разрядов, а остальные занимает мантисса. Определите наибольшее и наименьшее десятичные числа, которые могут быть представлены в таком формате.

Составил профессор

___. ___. 20__ г.

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

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет 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 *0–9 баллов*. Баллы к рейтингу не добавляются; экзамен считается не сданным.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10–19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный 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 *20–34 баллов*.

- Ответ на экзаменационный 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 *35–40 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы суммируются с баллами, полученными студентом в семестре и учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в таблице

Таблица

Таблица					
Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки		
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения 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	98-100	A+	отлично	зачтено	
	93-97	A			
	90-92	A-			
«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	87-89	B+			
	83-86	B			хорошо
	80-82	B-			
«Хорошо» – уровень выполнения работы 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	77-79	C+			
	73-76	C			

выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	70-72	C-	удовлетворительно	
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы 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	67-69	D+	удовлетворительно	зачтено
	63-66	D		
	60-62	D-		
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E	удовлетворительно	зачтено
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	Не зачтено
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Специальные вопросы цифровой обработки

сигналов»

1. Многоскоростные системы ЦОС.
2. Полифазные структуры.
3. Особенности многоскоростных систем цифровой обработки сигналов
4. Реализация многоскоростных систем ЦОС полифазными структурами
5. Анализирующие фильтры в многоскоростных системах ЦОС
6. Синтезирующие фильтры в многоскоростных системах ЦОС
7. Задача анализа нестационарных сигналов
8. Оконное преобразование Фурье
9. Базисы Рисса и фреймы для разложения сигналов
10. Банки фильтров и вейвлет-преобразование
11. Вейвлет-разложение
12. Кратномасштабный анализ
13. Дискретное вейвлет-преобразование
14. Синтез БИХ-фильтров методом билинейного преобразования.
15. Периодограммный и коррелограммный методы ЦСА
16. Параметрические модели случайных процессов
17. Спектральное оценивание по методу авторегрессии
18. Архитектурные особенности сигнальных процессоров
19. Интерполяция и децимация дискретных сигналов
20. Дискретное преобразование Гильберта
21. Представление чисел в цифровых устройствах.
22. Дискретные сигналы и цепи, ДПФ
23. Изучение методов разложения сигналов
24. Методы синтеза фильтров
25. Средства программирования алгоритмов ЦОС
26. Быстрое преобразование Фурье
27. Синтез КИХ-фильтров. Метод быстрой свертки
28. Аналого-цифровая трансформация.
29. Фильтры-прототипы и частотные преобразования
30. Синтез БИХ-фильтров методом инвариантности импульсной характеристики

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Специальные вопросы цифровой обработки сигналов», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать автокорреляционную функцию и спектральную плотность мощности последовательности, коэффициенты трансверсального фильтра, обеспечивающего минимум дисперсии ошибки оценивания, импульсную характеристику, АЧХ и ФЧХ синтезированного фильтра, дисперсию ошибки оценивания.

Обязательные структурные части РГЗ.

Расчёт АКФ и СПМ последовательности

Расчёт характеристик фильтра.

Расчёт дисперсии ошибки оценивания.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), оценка составляет 0 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если РГЗ(Р) выполнено формально, допущены грубые нарушения правил оформления, работа возвращалась студенту для исправления принципиальных ошибок, после их исправления при защите РГЗ студент отвечает на вопросы с большими затруднениями и неполно. Оценка составляет 10–13_ баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студентом были допущены незначительные нарушения правил оформления, в расчётах были допущены незначительные ошибки, впоследствии исправленные, при защите студент даёт в целом правильные, но неполные ответы на вопросы преподавателя. Оценка составляет 14–18 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если РГЗ(Р) выполнено своевременно, оформлено в соответствии с правилами, ошибки отсутствуют, на защите студент даёт на все вопросы полные и исчерпывающие ответы, свидетельствующие о полном понимании и самостоятельном выполнении работы. Оценка составляет 19–20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с таблицей

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой	98-100	A+	отлично	зачтено
	93-97	A		

обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	90-92	A-		
«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	87-89	B+		
	83-86	B	хорошо	
	80-82	B-		
«Хорошо» – уровень выполнения работы 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	77-79	C+		
	73-76	C		
	70-72	C-	удовлетворительно	
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы 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	67-69	D+	удовлетворительно	зачтено
	63-66	D		
	60-62	D-		

«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E		
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	Не зачтено
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задание для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине Специальные вопросы цифровой обработки сигналов

Расчетно-графическая работа оформляется в виде пояснительной записки, которая включает в себя титульный лист, исходные данные и результаты выполнения задания.

Задание 1

Сигнал, передаваемый по каналу связи, подвергается воздействию помехи в соответствии с моделью

$$y[n] = x[n] + \xi[n],$$

где $y[n]$ – наблюдаемая последовательность, $x[n]$ – полезный сигнал, $\xi[n]$ – стационарный белый шум с нулевым средним и дисперсией σ_{ξ}^2 . Статистические свойства

полезного сигнала описываются уравнением авторегрессии – скользящего среднего (АРСС)

$$x[n] = a x[n-1] + b_0 \varepsilon[n] + b_1 \varepsilon[n-1] + b_{-1} \varepsilon[n+1],$$

где $\varepsilon[n]$ – последовательность независимых случайных величин с нулевым средним и дисперсией σ_ε^2 . Для подавления шума используется цифровой трансверсальный фильтр порядка K , определяемый выражением

$$\hat{x}[n] = \sum_{k=0}^{K-1} b_k y[n-m],$$

где $\hat{x}[n]$ – оценка полезного сигнала, $b_k, k = \overline{0, K-1}$ – коэффициенты трансверсального фильтра.

Значения параметров полезного сигнала и шума приведены в табл. 9.

- Рассчитайте и постройте автокорреляционную функцию и спектральную плотность мощности последовательности $x[n]$.

- Рассчитайте коэффициенты трансверсального фильтра, исходя из условия обеспечения минимума дисперсии ошибки оценивания

$$D_e = E\{(e[n])^2\} = E\{(x[n] - \hat{x}[n])^2\},$$

где $e[n] = x[n] - \hat{x}[n]$ – ошибка оценивания, $E\{\cdot\}$ – оператор усреднения по ансамблю реализаций.

- Рассчитайте и постройте импульсную характеристику, АЧХ и ФЧХ синтезированного фильтра.

- Рассчитайте дисперсию ошибки оценивания.

Вариант	σ_ξ^2	σ_ε^2	a	b_0	b_1	b_{-1}	K
1	0.82	0.46	0.59	-1.4	2.1	1.9	8
2	0.17	0.86	-0.74	2.9	-1.3	-1.7	3
3	0.71	0.78	0.57	2.2	1.7	-0.55	15
4	0.3	0.99	0.15	-0.59	-1.9	1.8	17
5	0.09	0.61	-0.43	-2.5	1.5	0.73	18
6	0.15	0.27	-0.52	1.5	2.0	-1.1	6
7	0.99	0.84	0.75	-0.3	-0.57	2.2	3
8	0.53	0.38	0.17	1.7	1.4	-2.4	16
9	0.6	0.68	-0.49	-1.6	0.29	2.0	13
10	0.45	0.28	0.7	-1.9	-2.8	0.95	5
11	0.06	0.59	0.15	2.6	0.68	0.33	19
12	0.78	0.84	-0.43	-0.33	-1.2	2.6	14
13	0.52	0.49	0.97	0.94	1.9	-0.47	10
14	0.88	0.74	0.82	0.86	1.3	0.24	12
15	0.96	0.46	-0.19	-1.8	-1.8	-1.9	7
16	0.54	0.74	0.82	2.2	2.6	1.6	11
17	0.86	0.48	0.67	-1.5	2.2	1.8	8
18	0.67	0.39	0.59	2.7	-1.4	-1.8	10
19	0.75	0.68	-0.37	-0.61	-1.8	1.7	16
20	0.91	0.73	0.74	1.8	1.5	-2.5	14