

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

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталева В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Применение цифровой обработки сигналов

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

Курс: 4, семестр : 7

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	8
2	Всего часов	288
3	Всего занятий в контактной форме, час.	108
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	16
10	Самостоятельная работа, час.	180
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:
з5. знать общие методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах
у6. уметь синтезировать средства цифровой обработки сигналов для радиотехнических систем

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

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

Применение цифровой обработки сигналов

ПК.23.В.з5 знать общие методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах	
1.знать общие методы цифровой обработки сигналов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2.знать взаимосвязь аналоговых, импульсных и дискретных сигналов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3.знать методы синтеза цифровых фильтров, как решения задачи аппроксимации	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4.знать особенности синтеза ЦФ с конечными и бесконечными импульсными характеристиками	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
5.знать особенности реализации ЦФ с конечными и бесконечными ИХ	Лекции; Практические занятия
6.знать методы цифрового спектрального анализа	Лекции; Практические занятия
7.знать архитектурные особенности сигнальных процессоров	Лекции; Практические занятия
8.знать особенности цифровой обработки временных и пространственно-временных сигналов в радиотехнических системах	Лекции; Практические занятия
ПК.23.В.у6 уметь синтезировать средства цифровой обработки сигналов для радиотехнических систем	
9.синтезировать цифровые КИХ-фильтры методом оконного взвешивания	Практические занятия; Лабораторные работы
10.уметь осуществлять цифровую фильтрацию методом быстрой свёртки	Практические занятия
11.уметь синтезировать БИХ-фильтры методом аналого-цифровой трансформации	Практические занятия; Лабораторные работы
12.уметь применять методы цифрового спектрального анализа	Практические занятия; Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Синтез цифровых фильтров				
1. Взаимосвязь аналоговых, импульсных и дискретных сигналов (спектральные и энергетические соотношения)	1	2	2	Обсуждение
2. Задача синтеза цифрового фильтра, как задача аппроксимации	1	2	2, 3	Обсуждение

3. Синтез КИХ-фильтров	1	2	3, 4	Обсуждение
4. Аналоговые фильтры-прототипы	1	2	2, 4	Обсуждение
5. Синтез БИХ-фильтров методом аналого-цифровой трансформации	1	2	2, 4	Обсуждение
6. Частотные преобразования аналоговых и цифровых фильтров	1	2	4	Обсуждение
Дидактическая единица: Реализация цифровых фильтров				
7. Погрешности реализации ЦФ	1	2	5	Обсуждение
8. Эффекты квантования в ЦФ	1	2	2, 5	Обсуждение
Дидактическая единица: Цифровой спектральный анализ и его применение				
9. Цифровой спектральный анализ и его применение	1	2	6	Обсуждение
10. Непараметрические методы ЦСА	1	2	6	Обсуждение
11. Параметрические методы ЦСА	1	2	6	Обсуждение
Дидактическая единица: Сигнальные процессоры и их применение				
12. Сигнальные процессоры - особенности архитектуры	1	2	7	Обсуждение
13. Применение сигнальных процессоров	1	2	7	Обсуждение
Дидактическая единица: Цифровая обработка временных и пространственно временных сигналов				
14. Цифровая согласованная фильтрация	1	2	8	Обсуждение
15. Преобразования спектра дискретных сигналов	1	2	8	Обсуждение
16. Многоскоростные системы ЦОС	1	2	1, 8	Обсуждение
17. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов	1	2	1, 8	Обсуждение
18. Цифровая обработка речевых сигналов	1	2	1, 2, 8	Обсуждение

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Синтез цифровых фильтров				
1. Синтез КИХ-фильтров методом оконного взвешивания ИХ	0	4	9	Выполнение и защита
2. Синтез БИХ-фильтров методом аналого-цифровой трансформации	0	4	11, 4	Выполнение и защита
Дидактическая единица: Цифровой спектральный анализ и его применение				

3. Непараметрические методы ЦСА	0	4	12	Выполнение и защита
Дидактическая единица: Цифровая обработка временных и пространственно временных сигналов				
4. Преобразования спектра дискретных сигналов	0	6	11, 2, 9	Выполнение и защита

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Синтез цифровых фильтров				
1. Взаимосвязь аналоговых, импульсных и дискретных сигналов (спектральные и энергетические соотношения)	0	2	1, 2	Изучение взаимосвязи аналоговых, импульсных и дискретных сигналов
2. Задача синтеза цифрового фильтра, как задача аппроксимации	0	2	1, 2	Изучение методов синтеза цифрового фильтра, как решения задачи аппроксимации
3. Синтез КИХ-фильтров	0	2	10, 4, 9	Изучение методов синтеза КИХ-фильтров
4. Аналоговые фильтры-прототипы	0	2	2, 3	Изучение особенностей аналоговых фильтров-прототипов
5. Синтез БИХ-фильтров методом аналого-цифровой трансформации	0	2	11	Построение БИХ-фильтров
6. Частотные преобразования аналоговых и цифровых фильтров	0	2	3, 4	Преобразование ФНЧ в ФНЧ, ФВЧ, ПФ и РФ
Дидактическая единица: Реализация цифровых фильтров				
7. Погрешности реализации ЦФ	0	2	2, 5	Изучение погрешностей реализации ЦФ
8. Эффекты квантования в ЦФ	0	2	1, 2	Изучение эффектов квантования в ЦФ и их влияния на характеристики
Дидактическая единица: Цифровой спектральный анализ и его применение				
9. Цифровой спектральный анализ и его применение	0	2	12, 6	Изучение задач цифрового спектрального анализа и его применений
10. Непараметрические методы ЦСА	0	2	6	Изучение непараметрических методов ЦСА
11. Параметрические методы ЦСА	0	2	6	Изучение параметрических методов ЦСА
Дидактическая единица: Сигнальные процессоры и их применение				
12. Сигнальные процессоры - особенности архитектуры	0	2	2, 7	Изучение особенностей архитектуры сигнальных процессоров
13. Применение сигнальных процессоров	0	2	1, 7, 8	Изучение способов применения сигнальных процессоров
Дидактическая единица: Цифровая обработка временных и пространственно временных сигналов				

14. Цифровая согласованная фильтрация	0	2	2	Изучение типовых операций, реализуемых в цифровой форме
15. Преобразования спектра дискретных сигналов	0	2	1, 10, 2, 8	Изучение преобразований спектра дискретных сигналов
16. Многоскоростные системы ЦОС	0	2	1, 8	Изучение способов построения многоскоростных систем ЦОС
17. Цифровая обработка пространственно-временных сигналов	0	2	8	Изучение задач и методов цифровой обработки пространственно-временных сигналов
18. Цифровая обработка речевых сигналов	0	2	10, 12, 8	Изучение методов цифровой обработки речевых сигналов

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	РГЗ	1, 2, 3	10	4
Выполнение и защита: 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. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB : методическое руководство к практическим занятиям в терминальном классе для 5 курса факультета радиотехники, электроники и физики (специальности "Радиотехника" и "Средства связи с подвижными объектами") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: К. Д. Гребенщиков, И. С. Грузман, И. В. Курилин]. - Новосибирск, 2007. - 46, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000071976				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	150	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. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB : методическое руководство к практическим занятиям в терминальном классе для 5 курса факультета радиотехники, электроники и физики (специальности "Радиотехника" и "Средства связи с подвижными объектами") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: К. Д. Гребенщиков, И. С. Грузман, И. В. Курилин]. - Новосибирск, 2007. - 46, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000071976				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	20	2
: 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. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB : методическое руководство к практическим занятиям в терминальном классе для 5 курса факультета радиотехники, электроники и физики (специальности "Радиотехника" и "Средства связи с подвижными объектами") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: К. Д. Гребенщиков, И. С. Грузман, И. В. Курилин]. - Новосибирск, 2007. - 46, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000071976				

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	личной типовой сайт: https://ciu.nstu.ru/WebInput/persons/424/

Консультирование	Личный типовой сайт: https://ciu.nstu.ru/WebInput/persons/424/
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	Лекция в форме дискуссии	ПК.23.В
Формируемые умения: з5. знать общие методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах		
Краткое описание применения: Лекции проходят в обстановке, побуждающей студентов к высказыванию своего мнения		

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: 7		
<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 з5. знать общие методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах	+	+
	ПК.23.В у6. уметь синтезировать средства цифровой обработки сигналов для радиотехнических систем		+

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

7. Литература

Основная литература

1. Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессы в системах подвижной радиосвязи : [учебник] / В. Н. Васюков. - Новосибирск, 2006. - 288, [3] с. : ил. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_Vasyukov\(U\).rar](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_Vasyukov(U).rar)

2. 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.
3. 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.

Дополнительная литература

1. Айфичер Э. Цифровая обработка сигналов : практический подход / Э. Айфичер, Б. Джервис. - М. [и др.], 2008. - , [] с.
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - СПб., 2007. - 750 с. : ил.
3. Основы цифровой обработки сигналов : [учебное пособие по направлению подготовки специалистов 654400 "Телекоммуникации"] / А. И. Солонина [и др.]. - СПб., 2005. - 753 с. : ил.
4. Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений для студентов вузов / В. Н. Васюков, Д. В. Голешихин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029500

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 "Znaniy.com" : <http://znaniy.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. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB : методическое руководство к практическим занятиям в терминальном классе для 5 курса факультета радиотехники, электроники и физики (специальности "Радиотехника" и "Средства связи с подвижными объектами") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: К. Д. Гребенщиков, И. С. Грузман, И. В. Курилин]. - Новосибирск, 2007. - 46, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000071976

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)	Выполнение практических и лабораторных работ

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

Применение 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 Применение цифровой обработки сигналов приведена в Таблице 1.

Таблица 1

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	з5. знать общие методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах	Аналоговые фильтры-прототипы Взаимосвязь аналоговых, импульсных и дискретных сигналов (спектральные и энергетические соотношения) Задача синтеза цифрового фильтра, как задача аппроксимации Непараметрические методы ЦСА Параметрические методы ЦСА Погрешности реализации ЦФ Сигнальные процессоры - особенности архитектуры Синтез БИХ-фильтров методом аналого-цифровой трансформации Синтез КИХ-фильтров Цифровая обработка пространственно-временных сигналов Цифровой спектральный анализ и его применение Частотные преобразования аналоговых и цифровых фильтров Эффекты квантования в ЦФ	РГЗ	Экзамен
ПК.23.В	уб. уметь синтезировать средства цифровой обработки сигналов для радиотехнических систем	Преобразования спектра дискретных сигналов Синтез БИХ-фильтров методом аналого-цифровой трансформации Синтез КИХ-фильтров Цифровая обработка речевых сигналов Цифровой спектральный анализ и его применение		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 7 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 «Применение цифровой обработки сигналов», 7 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

Новосибирский
государственный
технический университет

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

По дисциплине

Факультет РЭФ

«Применение цифровой
обработки сигналов»
Курс IV

1. Синтез БИХ-фильтров методом билинейного преобразования.
2. Дискретное преобразование Гильберта
3. Цепь описывается системой уравнений

$$y[n] = y_1[n] + \frac{7}{4}y[n-1] - \frac{49}{32}y[n-2];$$

$$y_1[n] = x[n] + \frac{1}{2}y_1[n-1]$$

Найдите передаточную функцию цепи.

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+	хорошо	
	83-86	B		
	80-82	B-		
«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью,	77-79	C+		

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	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. Вопросы к экзамену по дисциплине «Применение цифровой обработки сигналов»

1. Взаимосвязь аналоговых, импульсных, дискретных и цифровых сигналов.
2. Погрешности дискретизации и восстановления.
3. Погрешности, связанные с конечной разрядностью цифровых устройств
4. Цифровой спектральный анализ и его применение, краткий обзор методов ЦСА
5. Синтез КИХ-фильтров. Метод взвешивания (метод функций окна)
6. Синтез КИХ-фильтров. Метод частотной выборки
7. Быстрое преобразование Фурье
8. Синтез КИХ-фильтров. Метод быстрой свертки
9. Аналого-цифровая трансформация.
10. Фильтры-прототипы и частотные преобразования
11. Синтез БИХ-фильтров методом инвариантности импульсной характеристики
12. Синтез БИХ-фильтров методом билинейного преобразования.
13. Периодограммный и коррелограммный методы ЦСА
14. Параметрические модели случайных процессов
15. Спектральное оценивание по методу авторегрессии
16. Архитектурные особенности сигнальных процессоров
17. Интерполяция и децимация дискретных сигналов
18. Дискретное преобразование Гильберта
19. Представление чисел в цифровых устройствах.
20. Эффекты квантования входных сигналов.
21. Эффекты квантования промежуточных результатов.
22. Эффекты квантования коэффициентов цифрового фильтра.
23. Предельные циклы
24. Модели речевых сигналов
25. Цифровая обработка речевых сигналов.
26. Аналого-цифровое преобразование.
27. Цифро-аналоговое преобразование
28. Архитектурные особенности сигнальных процессоров
29. Цифровая согласованная фильтрация
30. Перенос спектра дискретного сигнала

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Применение цифровой обработки сигналов», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать цифровой фильтр методом аналого-цифровой трансформации с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны рассчитать аналоговый фильтр-прототип и преобразовать его в цифровой фильтр методом билинейного преобразования, рассчитать его характеристики.

Обязательные структурные части РГЗ.

Расчёт фильтра-прототипа.

Преобразование фильтра-прототипа в цифровой фильтр.

Расчёт характеристик цифрового фильтра.

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,	98-100	A+	отлично	зачтено

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	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+	хорошо	
	83-86	B		
	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 формируется с использованием варианта и подварианта, которые назначаются каждому студенту в начале семестра.

1. Рассчитать полосовой цифровой фильтр (ПФ) 3 порядка (для чётных подвариантов – фильтр Чебышёва, для нечётных – фильтр Баттерворта), предназначенный для фильтрации аналогового сигнала после его преобразования в цифровую форму.

Исходные данные:

- частота Ω_d дискретизации аналогового сигнала; нижняя Ω_H и верхняя Ω_G границы полосы частот, занимаемой аналоговым сигналом – табл. 4;
- преобразование ФНЧ в полосовой фильтр провести для аналогового фильтра-прототипа;
- аналого-цифровую трансформацию ПФ провести методом билинейного преобразования ;
- параметр ε для фильтра Чебышёва принять равным 0.4.

2. Построить структурную схему ЦФ в произвольной форме, при этом коэффициенты фильтра не

должны быть комплексными. Записать разностное уравнение ЦФ.

2. Рассчитать и построить графики АЧХ, ФЧХ и импульсной характеристики цифрового фильтра.

Таблица 4

Вариант	Частота Ω_H	Частота Ω_G	Частота дискретизации Ω_d
1	3000	6000	30000
2	3500	7000	24000
3	5000	9000	35000
4	14000	26000	70000
5	6000	10000	38000
6	3000	6000	18000
7	3000	6000	37000
8	3000	6000	23000
9	13000	26000	80000
10	20000	48000	200000
11	7500	16000	50000
12	6300	11500	35000
13	3200	7100	18000
14	4600	8100	22000
15	4000	7500	32000
16	4000	8500	35000