

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Специальные вопросы цифровой обработки сигналов

: 11.03.01

, :

,
: 4 5, : 8 9

		8	9
1	()	0	7
2		0	252
3	, .	2	37
4	, .	2	2
5	, .	0	10
6	, .	0	8
7	, .	0	8
8	, .	0	2
9	, .		15
10	, .	0	213
11	(, ,)		
12			

(): 11.03.01

179 06.03.2015 ., : 20.03.2015 .

: 1, ,

(): 11.03.01

, 3 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . .

1.

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:

6.
7.

2.

2.1

(, , ,)	
-----------	--

.23. . 6	
1.Знать методы математического описания дискретных сигналов в базисах Рисса и фреймах	; ;
2.Знать методы математического описания многоскоростных дискретных систем	; ;
3.знать основы кратномасштабного анализа сигналов	; ; ;
4.знать методы представления сигналов в виде вейвлет-разложения	; ; ;
.23. . 7	
5.уметь разрабатывать алгоритмы многомасштабного анализа сигналов	; ;
6.уметь применять методы синтеза многоскоростных дискретных систем	; ; ;
7.иметь опыт программирования алгоритмов специальной обработки и анализа сигналов	; ;

3.

3.1

: 8			
:			
1.	0	1	1
2.	0	1	1
: 9			
:			
3. -	0	1	3
4. -	0	1	1, 3, 4

3.2

	,	.		
:9				
:				
1.	-	0	2	3,4
2.	-	0	2	4
:				
3.		0	2	2,6
4.	-	0	2	3,4

3.3

	,	.		
:9				
:				
1.		1	1	1,7
2.		1	1	7
3.	,	1	1	5,7
4.		1	1	2,7
:				
5.		1	1	2,6
6.		1	1	6
7.		1	1	2,3,4,5,7
8.	-	1	3	4,7

3.4

	,	.		
:9				
:				

5.	0	40	2	
6.	0	40	2, 6	
7.	0	40	2, 6	
8.	0	38	2, 3, 4, 5, 6, 7	

4.

: 9				
1		5, 6, 7	10	5
:	[, [2015]. -]			
:	: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214608. -			
2		1, 2, 3, 4, 5	38	5
:	[, [2015]. -]			
:	: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214608. -			
3		1, 2, 3, 4, 5, 6	7	5
:	[, [2015]. -]			
:	: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214608. -			
4		2, 3, 4, 5, 6, 7	158	0
3.4 : []: - / . . . ; [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214608. -				

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail:yu.morozov@corp.nstu.ru
	e-mail:yu.morozov@corp.nstu.ru
	e-mail:yu.morozov@corp.nstu.ru
	e-mail:yu.morozov@corp.nstu.ru

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

: 9		
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	20	40

6.2

	.23. 6.		+
	.23. 7.	+	+

1

7.

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.

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. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 - стандарты нового поколения / Ян Ричардсон ; пер. с англ. В. В. Чепыжова. - М., 2005. - 366 с. : ил.

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.

8.1

1. Савиных И. С. Цифровая обработка сигналов. Методические указания к РГЗ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. С. Савиных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214608. - Загл. с экрана.

8.2

1 MATLAB

2 MathCAD

3 MATLAB Signal Processing Toolbox

9.

-

1	(Internet)	

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, вопросы 1-18
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, задачи 1-4

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 9 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.23.В.

Экзамен проводится в устной форме по билетам.

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

В 9 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 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 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. Количество баллов составляет от 50 до 72.

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. Количество баллов составляет от 73 до 86.

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. Количество баллов составляет от 87 до 100.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Специальные вопросы цифровой обработки сигналов», 9 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-9, второй вопрос из диапазона вопросов 10-18 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Специальные вопросы цифровой обработки сигналов»

1. Базисы Рисса и фреймы для разложения сигналов
2. Двумерные вейвлеты.
3. Постройте аналоговый фильтр Баттерворта 3 порядка с заданной частотой среза. Преобразуйте его в цифровой фильтр с частотой среза $\pi/3$ методом инвариантности импульсной характеристики.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ Спектор А.А.
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 21-25 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 25-36 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 37-40 баллов.

3. Шкала оценки

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

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

1. Аппарат преобразования Фурье и его ограничения при анализе нестационарных сигналов
2. Базисы Рисса и фреймы для разложения сигналов
3. Разложение сигнала на низкочастотную и высокочастотную составляющие
4. Многоуровневый анализ сигналов
5. Масштабирующая последовательность подпространств
6. Вейвлет-разложение
7. Быстрое вейвлет-преобразование
8. Биортогональные вейвлеты
9. Кратномасштабный анализ сигналов и изображений
10. Дискретное вейвлет-преобразование
11. Вейвлет-пакеты
12. Непрерывное вейвлет-преобразование
13. Двумерные вейвлеты
14. Особенности многоскоростных систем цифровой обработки сигналов
15. Реализация многоскоростных систем ЦОС полифазными структурами
16. Анализирующие и синтезирующие фильтры в многоскоростных системах ЦОС
17. Банки фильтров и вейвлет-преобразование
18. Алгоритмы сжатия сигналов и изображений на основе вейвлетов

**Примеры задач к экзамену
по дисциплине Применение цифровой обработки сигналов**

1. Аналоговый фильтр-прототип Бесселя имеет передаточную функцию

$$H_a(p) = \sum_{i=1}^3 \left(\frac{A_i}{(p - p_i)} + \frac{A_i^*}{(p - p_i^*)} \right)$$

с параметрами, указанными в таблице.

Найдите передаточную функцию цифрового фильтра методом инвариантности импульсной характеристики при частоте дискретизации $\Omega_d = 10$ рад/с, постройте графики АЧХ и ФЧХ.

i	p_i	A_i
1	$-4,248359 + j 0,8675097$	$10,959230 - j 39,425170$
2	$-3,735708 + j 2,626272$	$-1,412677 + j 12,701170$
3	$-2,515932 + j 4,492673$	$3,167539 - j 0,2024596$

2. Передаточная функция $H_a(p) = \frac{(p^2 - 3p + 3)}{(p^2 + 3p + 3)}$ соответствует аналоговому фильтру. Постройте графики АЧХ и ФЧХ. Найдите (если можно) методом инвариантности импульсной характеристики при частоте дискретизации $\Omega_d = 10$ рад/с передаточную функцию соответствующего цифрового фильтра. Если этого сделать нельзя, объясните причину.
3. Постройте аналоговый фильтр Баттерворта 3 порядка с частотой среза $\Omega_c = 1$. Преобразуйте его в цифровой фильтр с частотой среза $\pi/3$ методом инвариантности импульсной характеристики.
4. Цифровой фильтр, построенный при решении предыдущей задачи, преобразуйте в фильтр верхних частот с частотой среза $3\pi/4$; в полосовой фильтр с граничными частотами $\pi/4$ и $3\pi/4$; в режекторный фильтр с теми же граничными частотами.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Специальные вопросы цифровой обработки сигналов», 9 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты рассчитать характеристики сигнала, передаваемого по цифровому каналу связи.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ исходных данных, записать выражение для сигнала, рассчитать автокорреляционную функцию и спектральную плотность мощности, синтезировать корректирующий фильтр.

Обязательные структурные части РГЗ: титульный лист, исходные данные, расчеты, графики, выводы

Оцениваемые позиции: правильность расчетов, обоснованность решений, качество оформления.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ исходных данных, расчеты не обоснованы, оценка составляет менее 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ исходных данных выполнен поверхностно, расчеты недостаточно обоснованы оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ исходных данных выполнен в полном объеме, решение обосновано, но не оптимизировано, оценка составляет 14-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ исходных данных выполнен в полном объеме, все расчеты обоснованы и оптимизированы, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Аппарат преобразования Фурье и его ограничения при анализе нестационарных сигналов
2. Базисы Рисса и фреймы для разложения сигналов
3. Разложение сигнала на низкочастотную и высокочастотную составляющие
4. Многоуровневый анализ сигналов
5. Масштабирующая последовательность подпространств
6. Вейвлет-разложение

7. Быстрое вейвлет-преобразование
8. Биортогональные вейвлеты
9. Кратномасштабный анализ сигналов и изображений
10. Дискретное вейвлет-преобразование
11. Вейвлет-пакеты
12. Непрерывное вейвлет-преобразование
13. Двумерные вейвлеты
14. Особенности многоскоростных систем цифровой обработки сигналов
15. Реализация многоскоростных систем ЦОС полифазными структурами
16. Анализирующие и синтезирующие фильтры в многоскоростных системах ЦОС
17. Банки фильтров и вейвлет-преобразование
18. Алгоритмы сжатия сигналов и изображений на основе вейвлетов

**Примеры задач к экзамену
по дисциплине Применение цифровой обработки сигналов**

1. Аналоговый фильтр-прототип Бесселя имеет передаточную функцию

$$H_a(p) = \sum_{i=1}^3 \left(\frac{A_i}{(p - p_i)} + \frac{A_i^*}{(p - p_i^*)} \right)$$

с параметрами, указанными в таблице.

Найдите передаточную функцию цифрового фильтра методом инвариантности импульсной характеристики при частоте дискретизации $\Omega_d = 10$ рад/с, постройте графики АЧХ и ФЧХ.

i	p_i	A_i
1	$-4,248359 + j 0,8675097$	$10,959230 - j 39,425170$
2	$-3,735708 + j 2,626272$	$-1,412677 + j 12,701170$
3	$-2,515932 + j 4,492673$	$3,167539 - j 0,2024596$

2. Передаточная функция $H_a(p) = \frac{(p^2 - 3p + 3)}{(p^2 + 3p + 3)}$ соответствует аналоговому

фильтру. Постройте графики АЧХ и ФЧХ. Найдите (если можно) методом инвариантности импульсной характеристики при частоте дискретизации $\Omega_d = 10$ рад/с передаточную функцию соответствующего цифрового фильтра. Если этого сделать нельзя, объясните причину.

3. Постройте аналоговый фильтр Баттерворта 3 порядка с частотой среза $\Omega_c = 1$. Преобразуйте его в цифровой фильтр с частотой среза $\pi/3$ методом инвариантности импульсной характеристики.
4. Цифровой фильтр, построенный при решении предыдущей задачи, преобразуйте в фильтр верхних частот с частотой среза $3\pi/4$; в полосовой фильтр с граничными частотами $\pi/4$ и $3\pi/4$; в режекторный фильтр с теми же граничными частотами.