

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Сигналы и системы

: 12.03.04

: 3, : 6

		6
1	()	3
2		108
3	, .	83
4	, .	18
5	, .	18
6	, .	36
7	, .	18
8	, .	2
9	, .	9
10	, .	25
11	(, ,)	
12		

(): 12.03.04

216 12.03.2015 ., : 08.04.2015 .

: 1,

(): 12.03.04

, 2/1 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; в части следующих результатов обучения:	
1.	,
2.	,
3.	,
4.	,
5.	
6.	
7.	
8.	
1.	,
Компетенция ФГОС: ОПК.6 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; в части следующих результатов обучения:	
1.	Z - , MATLAB
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:	
1.	,
1.	MATLAB
2.	MATLAB,
3.	
Компетенция ФГОС: ПК.20 готовность выполнять расчет и проектирование деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; в части следующих результатов обучения:	
1.	,

2.

2.1

(, , ,)	
.5. 8	
1. знать содержание и области применения задач обработки сигналов	; ; ;
.5. 4	,

2.знать представление периодических сигналов рядом Фурье, прямое и обратное дискретные преобразования Фурье, их свойства	;	;
.5. 5		
3.иметь представление о спектральном анализе непрерывных и дискретных сигналов	;	;
.5. 1		
4.уметь вычислять спектры непрерывных периодических, непериодических и дискретных сигналов	;	;
.5. 6		
5.знать определение и вычисление непрерывной и дискретной свертки	;	;
.5. 7		
6.знать алгоритмы преобразования Фурье	;	
.5. 3		
7.знать основы анализа линейных непрерывных систем во временной, частотной и комплексной плоскости	;	;
.5. 2		
8.знать математические модели дискретизации и восстановления сигналов во временной и частотной области,	;	
.6. 1 Z -		
MATLAB		
9.уметь находить прямое и обратное Z - преобразования сигналов, в том числе с помощью MATLAB	;	;
.5. 1		
10.знать основы анализа линейных дискретных систем во временной, частотной и комплексной плоскости,	;	;
.7. 2 MATLAB,		
11.уметь выполнять анализ сигналов и систем в среде MATLAB,	;	;
.20. 1		
12.уметь проектировать фильтры с конечной импульсной характеристикой, а также с бесконечной импульсной характеристикой	;	;
.7. 1 MATLAB		
13.уметь проектировать цифровые фильтры с использованием MATLAB	;	;
.7. 1		
14.знать методы анализа сигналов и основные методы их обработки.	;	

.7. 3	
15. уметь применять математические методы при решении профессиональных задач обработки сигналов	; ; ;

3.

3.1

	,	.		
: 6				
:				
1. . . . , . ()	0	2	1	.
:				
2. . .	0	2	15, 2, 3	
:				
3. () . . . -	0	2	5, 7	.
:				
4. Z - Z - . Z - () Z -	0	2	9	.
5. -	0	2	3, 6, 9	.

6. (). ()	0	0	10, 11, 8	..
: ()				
7. : , : . . , , , ,	0	2	1, 15	
8. (-). - - . - . - . - . MATLAB	1	3	12, 13	-
9.) (-) (). - - . -	2	3	12, 13, 15	-

	,	.		
: 6				
:				

1.	1	4	1, 11, 15	MATLAB. MATLAB
:				
2. MATLAB	1	4	11, 4	MATLAB.
3. MATLAB	1	4	11, 3, 4	MATLAB.
:				
4.	1	4	5, 7	MATLAB.
5.	1	4	11, 7	
:				
6. Z - -	1	4	9	MATLAB. MATLAB.
7. ()	1	4	10, 5	MATLAB
: ()				
8.	1	4	11, 12	MATLAB.
9.	1	4	13, 15	MATLAB

3.3

: 6				
:				
1.	1	2	1, 15	
:				
2.	1	2	2, 4	
3.	1	2	3, 4	
:				

4.		1	2	5	
:					
5. Z -	-	1	4	9	Z-
6.	Z -	1	2	10, 9	
: ()					
7.	-	0	2	12	-
8.	-	0	2	12, 14	-

3.4

: 6					
:					
1.		0	2	1, 15	
:					
2.		0	3	2, 3, 4	
:					
3.		0	2	15, 5, 7	
:					
4.		0	2	12, 13	

4.

: 6					
1			11, 12, 13, 15, 4, 9	5	3
: « » [] : - / ; - - , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196923 . -					
2			1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	6	0
: « » [] : - / ; - - , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196923 . - - [] : - / . . . ; - - , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196938 . -					

3		1, 10, 14, 2, 3, 5, 6, 7, 8	5	3
: / ; [.]: - , [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196938. -				
4		1, 12, 13, 15, 2, 3, 4, 5, 7	12	3
[.], 3.4: - / ; - [.], [2014]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196938. -				

5.

(. 5.1).

5.1

	e-mail;			
	e-mail;			
	e-mail			

6.

(), - 15- ECTS.
. 6.1.

6.1

: 6			
<i>Лекция:</i>	0		
<i>Лабораторная:</i>	10	20	
<i>Практические занятия:</i>	10	20	
<i>РГЗ:</i>	10	20	
<i>Экзамен:</i>	20	40	

6.2

6.2

		/		
.5	1.	+		+

	2.			+
	3.		+	+
	4.			+
	5.		+	+
	6.		+	+
	7.			+
	8.		+	+
	1.		+	+
.6	1. MATLAB Z -		+	+
.7	1.			+
	1. MATLAB		+	+
	2. MATLAB,		+	+
	3.		+	+
.20	1.		+	+

1

7.

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - СПб., 2007. - 750 с. : ил.
2. Щетинин Ю. И. Курс лекций «Сигналы и системы» [Электронный ресурс] : конспект лекций / Ю. И. Щетинин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215378. - Загл. с экрана.
3. Смит С. Цифровая обработка сигналов : практическое руководство для инженеров и научных работников / Стивен Смит ; пер. с англ. Ю. А. Линовича, С. В. Витязева, И. С. Гусинского]. - М., 2011. - 718 с. : ил. + 1 CD-ROM.
4. 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.

5. Щетинин Ю. И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB : [учебное пособие по курсу "Теория и обработка сигналов" для 3 курса АВТФ направлений 200100 "Приборостроение", 230400 "Информационные системы и технологии", 201000 "Биотехнические системы и технологии"] / Ю. И. Щетинин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 112, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000159993

1. Клаассен К. Б. Основы измерений. Датчики и электронные приборы : [учебное пособие] / К. Клаассен ; пер. с англ. Е. В. Воронова, А. Л. Ларина. - Долгопрудный, 2012. - 350 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. Щетинин Ю. И. Лабораторный практикум по курсу «Сигналы и системы» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. И. Щетинин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196923. - Загл. с экрана.

2. Щетинин Ю. И. Учебно-справочные материалы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. И. Щетинин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196938. - Загл. с экрана.

8.2

1 MATLAB

9.

1	(- , ,)	
2	(Internet)	

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

Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ____ ” _____ ____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Сигналы и системы

Образовательная программа: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, профиль:
Биотехнические и робототехнические системы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Сигналы и системы** 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.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	31. знать основы анализа линейных дискретных систем во временной, частотной и комплексной плоскости,	Анализ линейных дискретных систем в частотной и Z - области Анализ линейных дискретных систем (ЛДС). Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами. Передаточная функция линейной дискретной системы (ЛДС) Полосы и нули линейной дискретной системы. Частотные характеристики ЛДС Линейные дискретные (цифровые) системы	Отчет по лабораторной работе	Экзамен
ОПК.5	32. знать математические модели дискретизации и восстановления сигналов во временной и частотной области,	Анализ линейных дискретных систем (ЛДС). Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами. Передаточная функция линейной дискретной системы (ЛДС) Полосы и нули линейной дискретной системы. Частотные характеристики ЛДС		Экзамен
ОПК.5	33. знать основы анализа линейных непрерывных систем во временной, частотной и комплексной плоскости	Анализ линейных непрерывных систем (ЛНС) во временной и частотной области Анализ ЛНС во временной области. Интеграл свертки . Частотные характеристики ЛНС .Отклик системы на гармонический входной сигнал. Частотно - избирательные фильтры Анализ линейных непрерывных стационарных систем Линейные непрерывные стационарные системы Непрерывная и дискретная свертка	Отчет по лабораторной работе	Экзамен
ОПК.5	34. знать представление периодических сигналов рядом Фурье, прямое и обратное преобразования Фурье, их свойства	Ряды Фурье. Преобразование Фурье. Спектры периодических и неперидических сигналов Спектральные представления сигналов Спектры детерминированных периодических сигналов		Экзамен

ОПК.5	35. иметь представление о спектральном анализе непрерывных и дискретных сигналов	Дискретно - временное преобразование Фурье Ряды Фурье. Преобразование Фурье. Спектры периодических и непериодических сигналов Спектральные представления сигналов Спектры аналоговых непериодических сигналов	Отчет по лабораторной работе	Экзамен
ОПК.5	36. знать определение и вычисление непрерывной и дискретной свертки	Анализ линейных непрерывных систем (ЛНС) во временной и частотной области Анализ ЛНС во временной области. Интеграл свертки . Частотные характеристики ЛНС .Отклик системы на гармонический входной сигнал. Частотно - избирательные фильтры Анализ линейных непрерывных стационарных систем Линейные дискретные (цифровые) системы Непрерывная и дискретная свертка Непрерывная и дискретная свертка	Отчет по лабораторной работе	Экзамен
ОПК.5	37. знать алгоритмы быстрого преобразования Фурье	Дискретно - временное преобразование Фурье		Экзамен
ОПК.5	38. знать содержание и области применения задач обработки сигналов	Непрерывные и дискретные по времени сигналы Основы представления и анализа сигналов Преобразования и характеристики сигналов Сигналы и их характеристики Задачи и содержание курса. Понятие сигнала и системы. Классификация сигналов. Энергия, мощность и автокорреляционная функция сигнала. Специальные (базовые) сигналы	Отчет по лабораторной работе	Экзамен
ОПК.5	у1. уметь вычислять спектры непрерывных периодических, непериодических и дискретных сигналов	Определение спектров непериодических сигналов в среде MATLAB Спектральные представления сигналов Спектры аналоговых непериодических сигналов Спектры детерминированных периодических сигналов	Отчет по лабораторной работе	Экзамен
ОПК.6 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	у1. уметь находить прямое и обратное Z - преобразования сигналов, в том числе с помощью MATLAB	Z - преобразование и дискретно - временное преобразование Фурье Z - преобразование. Z - преобразование . Связь Z - преобразования и преобразования Лапласа. Свойства Z - преобразования Обратное (инверсное) Z - преобразование. Анализ линейных дискретных систем в частотной и Z - области Дискретно - временное преобразование Фурье	Отчет по лабораторной работе	Экзамен

ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	з1. знать методы обработки сигналов и изображений, основы анализа случайных данных, методы повышения дешифровочных свойств изображений,	Структуры реализации БИХ - фильтров	РГЗ	Экзамен
ОПК.7	у1. уметь проектировать цифровые фильтры с использованием MATLAB	Анализ линейных дискретных систем Синтез фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ - фильтров) Методы проектирования БИХ - фильтров (обзор). Билинейное преобразование Пример проектирования цифрового ФНЧ с использованием билинейного преобразования Частотные преобразования БИХ - фильтров . Проектирование оптимальных БИХ - фильтров Синтез фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ - фильтров). Проектирование КИХ - фильтров методом разложения частотной характеристики в ряд Фурье. Проектирования КИХ - фильтров методом взвешивающих окон. Проектирование оптимальных чебышевских КИХ - фильтров. Синтез КИХ - фильтров в среде MATLAB Цифровые фильтры с бесконечной импульсной характеристикой	Отчет по лабораторной работе	Экзамен
ОПК.7	у2. уметь выполнять анализ сигналов и систем в среде MATLAB,	Анализ линейных дискретных систем (ЛДС). Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами. Передаточная функция линейной дискретной системы (ЛДС) Полюсы и нули линейной дискретной системы. Частотные характеристики ЛДС Вычисления спектров периодических сигналов в среде MATLAB Линейные непрерывные стационарные системы Непрерывные и дискретные по времени сигналы Определение спектров неперидических сигналов в среде MATLAB Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой	Отчет по лабораторной работе	Экзамен

ОПК.7	у3. уметь применять математические методы при решении профессиональных задач обработки сигналов	Анализ линейных непрерывных стационарных систем Непрерывные и дискретные по времени сигналы Преобразования и характеристики сигналов Ряды Фурье. Преобразование Фурье. Спектры периодических и непериодических сигналов Синтез фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ - фильтров) Методы проектирования БИХ - фильтров (обзор). Билинейное преобразование Пример проектирования цифрового ФНЧ с использованием билинейного преобразования Частотные преобразования БИХ - фильтров . Проектирование оптимальных БИХ - фильтров Фильтры: основные сведения Назначение, типы и характеристики фильтров. Цифровые фильтры: общие сведения и классификация. Идеальные цифровые фильтры Классические фильтры. Фильтры Баттерворта , Чебышева, эллиптические фильтры, фильтры Бесселя Цифровые фильтры с бесконечной импульсной характеристикой	Отчет по лабораторной работе	Экзамен
ПК.20/ПК готовность выполнять расчет и проектирование деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	у1. уметь проектировать фильтры с конечной импульсной характеристикой, а также с бесконечной импульсной характеристикой	Анализ линейных дискретных систем Синтез фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ - фильтров) Методы проектирования БИХ - фильтров (обзор). Билинейное преобразование Пример проектирования цифрового ФНЧ с использованием билинейного преобразования Частотные преобразования БИХ - фильтров . Проектирование оптимальных БИХ - фильтров Синтез фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ - фильтров). Проектирование КИХ - фильтров методом разложения частотной характеристики в ряд Фурье. Проектирования КИХ - фильтров методом взвешивающих окон. Проектирование оптимальных чебышевских КИХ - фильтров. Синтез КИХ - фильтров в среде MATLAB Структуры КИХ - фильтров Структуры реализации БИХ - фильтров Цифровые фильтры	Отчет по лабораторной работе	Экзамен

		с конечной импульсной характеристикой		
--	--	---------------------------------------	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.5, ОПК.6, ОПК.7, ПК.20/ПК.

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

В 6 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 бально-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.5, ОПК.6, ОПК.7, ПК.20/ПК, 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 профессионального образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н. Рева И. Л.

“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Сигналы и системы

Образовательная программа: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Факультет автоматики и вычислительной техники

Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Тема	Код формируемой компетенции	Знания/умения	Контролирующее мероприятие (экзамен, зачет, курсовой проект и т.п.)
Сигналы и их характеристики Задачи и содержание курса. Понятие сигнала и системы. Классификация сигналов. Энергия, мощность и автокорреляционная функция сигнала. Специальные сигналы	ОПК.6 ОПК. 7	з1. Знать содержание и области применения задач обработки сигналов, характеристики сигналов.	Экзамен, практическое занятие (ПЗ)
Спектральные представления сигналов. Ряды Фурье. Преобразование Фурье. Спектры детерминированных периодических сигналов. Спектры аналоговых непериодических сигналов. Дискретное (ДПФ) и Быстрое преобразование Фурье (БПФ).	ОПК.5 ОПК. 6	з4. знать представление периодических сигналов рядом Фурье, прямое и обратное дискретные преобразования Фурье, их свойства з5. иметь представление о спектральном анализе непрерывных и дискретных сигналов у1. уметь вычислять спектры непрерывных периодических, непериодических и дискретных сигналов. у3. уметь применять математические методы при решении профессиональных задач обработки сигналов.	Экзамен, ПЗ, лабораторная работа (ЛР)
Определение спектров непериодических сигналов в среде MATLAB		у1. уметь вычислять спектры непрерывных периодических, непериодических и дискретных сигналов у2. уметь выполнять анализ сигналов и систем в среде MATLAB,	Лабораторная работа
Линейные непрерывные стационарные системы (ЛНС). Анализ линейных непрерывных систем (ЛНС) во временной области. Интеграл свертки.	ОПК.5 ПК.20	з3. знать основы анализа линейных непрерывных систем во временной, частотной и комплексной плоскости з6. знать определение и вычисление непрерывной и дискретной свертки	Экзамен, ПЗ, ЛР.
Частотные характеристики ЛНС. Отклик системы на гармонический входной сигнал. Передаточная функция ЛНС и формы её представления. Частотно - избирательные фильтры	ОПК 6 ПК 20	з3. знать основы анализа линейных непрерывных систем во временной, частотной и комплексной плоскости з6. знать определение и вычисление непрерывной и дискретной свертки у3. уметь применять математические методы при решении профессиональных задач обработки сигналов	Экзамен, ПЗ, ЛР.
Z – преобразование. Связь Z – преобразования и преобразования Лапласа. Свойства Z – преобразования.	ОПК 5 ОПК 6	з1. Знать определение и вычисление Z – преобразование. Иметь представление об алгоритмах БПФ, у1. уметь находить прямое и обратное Z - преобразования сигналов, в том числе с помощью MATLAB	Экзамен, ПЗ
Дискретно – временное преобразование Фурье (ДПФ). Спектральное представление дискретных по времени сигналов.	ОПК 5	у2. Уметь находить дискретно –временное преобразование Фурье, в том числе с помощью MATLAB	Экзамен, ПЗ, ЛР
Анализ линейных дискретных (цифровых) систем во временной области. Анализ линейных дискретных систем в частотной и комплексной плоскости	ОПК 6	з1. знать основы анализа линейных дискретных систем во временной, частотной и комплексной плоскости, з2. знать математические модели дискретизации и восстановления сигналов во временной и частотной области, у2. уметь выполнять анализ сигналов и систем в среде MATLAB,	Экзамен, ПЗ, ЛР

Назначение, типы и характеристики цифровых фильтров. Обзор методов проектирования (синтеза) цифровых фильтров.	ОПК 7	з1. Знать основы анализа основы цифровых фильтров (ЦФ) во временной и частотной области. Иметь представление об основных методах проектирования ЦФ.	Экзамен
Синтез фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ - фильтров). Проектирования КИХ - фильтров методом взвешивающих окон. Проектирование оптимальных чебышевских КИХ - фильтров. Синтез КИХ - фильтров в среде MATLAB	ОПК 7 ПК 20	y1. уметь проектировать цифровые фильтры с использованием MATLAB y1. уметь проектировать фильтры с конечной импульсной характеристикой,	РГЗ, ЛР
Синтез фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ - фильтров) Методы проектирования БИХ - фильтров (обзор). Билинейное преобразование. Проектирование цифровых фильтров с использованием билинейного преобразования Частотные преобразования БИХ - фильтров Проектирование оптимальных БИХ - фильтров	ОПК 7 ПК 20	y1. уметь проектировать цифровые фильтры с использованием MATLAB y1. уметь проектировать фильтры т с бесконечной импульсной характеристикой y3. уметь применять математические методы при решении профессиональных задач обработки сигналов	РГЗ

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

Кафедра «Системы сбора и обработки данных»

Дисциплина «Сигналы и системы».

Экзамен по дисциплине.

Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменационное задание (билет) включает 2 вопроса. Продолжительность экзамена 60 мин. Первый вопрос предназначен для проверки по уровню обучения «ЗНАТЬ», второй вопрос – для проверки уровня обучения «УМЕТЬ».

Пример экзаменационного билета

1. Частотная характеристика линейной непрерывной системы (ЛНС). Амплитудно - частотная (АЧХ) и фазо - частотная (ФЧХ) характеристики.
2. Входной сигнал системы $x[n] = u[n]$, при этом выходной сигнал

$$y[n] = \left[\left(\frac{3}{4} \right)^n + 3 \left(-\frac{1}{3} \right)^n \right] u[n]$$

Найдите:

- а) передаточную функцию системы,
- б) импульсную характеристику системы,
- в) разностное уравнение системы.

Критерии оценки:

- Вопрос экзаменационного задания оценивается как сданный на **пороговом** уровне, если содержание ответа показывает частичное освоение материала, продемонстрированы основные практические умения работы с материалом, имеются ошибки в изложении и применении учебного материала, но пробелы не носят существенного характера. Оценка «удовлетворительно», 20 - 28 баллов.

- Вопрос экзаменационного задания оценивается как сданный на **базовом** уровне, если содержание ответа свидетельствует о полном освоении соответствующей части (раздела) курса. В ответе имеются некоторые неточные сведения, отсутствуют детали. В практическом применении материала (задачах, примерах) имеются незначительные ошибки или неточности. Нет дополнительных сведений из специальной литературы, выходящих за пределы лекционного курса. Оценка – «хорошо», 29 – 35 баллов.

- Вопрос оценивается сданным на **продвинутом** уровне, если содержание ответа свидетельствует о полном освоении соответствующей части курса, в практическом применении материала нет ошибок и неточностей. В ответе содержатся существенные дополнительные сведения, выходящие за пределы лекционного курса. Оценка «отлично», 36 - 40 баллов.

Экзамен считается сданным, если с учетом текущей аттестации по курсу в течение учебного семестра (оценки по лабораторным работам, практическим занятиям и РГЗ) сумма баллов составляет **не менее 50**.

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине:

1. Понятия сигнала и системы. Классификация сигналов. Энергия, мощность и автокорреляционная функция сигнала.
2. Импульсная характеристика линейной системы. Связь выходного и входного сигналов линейной непрерывной системы во временной области (непрерывная свертка).
3. Связь выходного и входного сигналов линейной дискретной системы во временной области (дискретная свертка). Геометрический смысл и вычисление дискретной свертки.
4. Задача спектрального анализа сигналов. Тригонометрические формы ряда Фурье. Комплексная форма ряда Фурье.
5. Амплитудный и фазовый спектры периодического сигнала.
6. Дискретно – временной ряд Фурье.
7. Преобразование Фурье и его свойства.
8. Амплитудный и фазовый спектры непериодического сигнала.
9. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Быстрое преобразование Фурье.
10. Линейные непрерывные стационарные систем (ЛНС). Анализ ЛНС во временной области.
11. Частотная характеристика ЛНС. Амплитудно - частотная (АЧХ) и фазо - частотная (ФЧХ) характеристики.
12. Частотно – избирательные фильтры
13. Преобразование Лапласа. Обратное преобразование Лапласа.
14. Передаточная функция линейной непрерывной стационарной системы. Полюса и нули передаточной функции.
15. Дискретизация сигналов. Математические модели дискретизации сигналов во временной и частотной области.
16. Теорема отсчетов.
17. Прямое Z – преобразование. Связь Z – преобразования и преобразования Лапласа.
18. Обратное (инверсное) Z – преобразование и способы его вычисления.
19. Дискретно – временное преобразование Фурье. Амплитудный и фазовый спектр дискретного сигнала.
20. Линейные дискретные системы (ЛДС) . Разностные уравнения ЛДС.
21. Передаточная функция ЛДС. Полюса и нули. Формы представления передаточной функции ЛДС.
22. Частотные характеристики ЛДС.
23. Назначение, типы и характеристики цифровых фильтров (ЦФ). Этапы разработки ЦФ.
24. Классические фильтры: фильтры Баттерворта, Чебышева и эллиптические.

25. Система задана передаточной функцией $H(z)$. Найдите нули и полюса системы, изобразите их на графике. Определите, является ли система устойчивой? Найдите импульсную характеристику системы

$$H(z) = \frac{z^{-1}}{2 + z^{-1} - z^{-2}}$$

Определите сигнал $x[n]$ во временной области по заданному Z - преобразованию

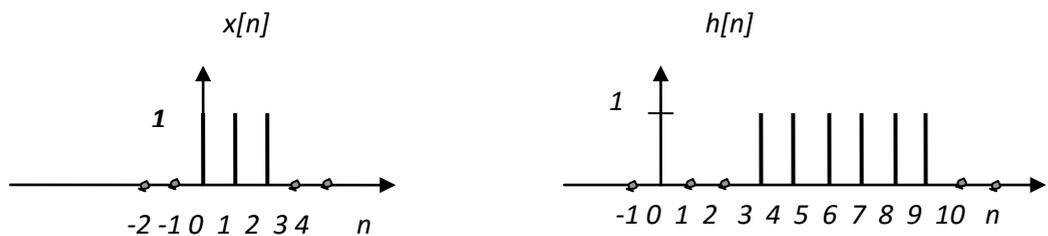
$$X(z) = \frac{1 + 2z^{-1} + z^{-2}}{1 - \frac{3}{2}z^{-1} + \frac{1}{2}z^{-2}}$$

26. Входной сигнал системы $x[n] = u[n]$, $u[n] = \begin{cases} 1, & n \geq 0, \\ 0, & n < 0 \end{cases}$ - единичная дискретная ступенчатая последовательность. При этом выходной сигнал

$$y[n] = \left[\left(\frac{3}{4} \right)^n + 3 \left(-\frac{1}{3} \right)^n \right] u[n]$$

Найдите:

- передаточную функцию системы,
 - разностное уравнение системы.
27. Входной сигнал $x[n]$ и импульсная характеристика (отклик) $h[n]$ линейной дискретной системы приведены на рис. Определить выходной сигнал системы.

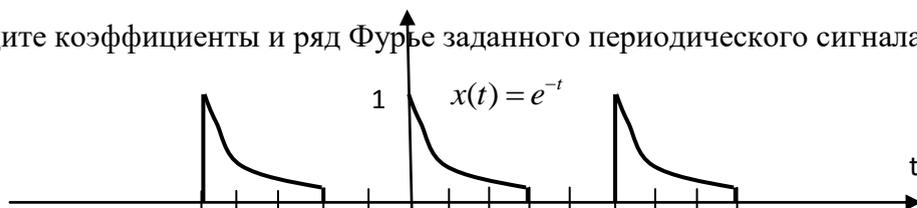


28. Задана передаточная функция дискретной системы

$$H(z) = \frac{1 - z^{-1}}{1 - 1,2z^{-1} + 0,11z^{-2}}$$

Найдите её импульсную характеристику.

29. Найдите коэффициенты и ряд Фурье заданного периодического сигнала.



30. Задана передаточная функция дискретной системы

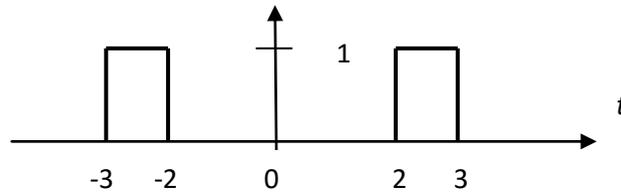
$$H(z) = \frac{1}{1 - 0,8z^{-1} + 0,15z^{-2}}$$

Найдите импульсную характеристику системы.

31. Найдите обратное Z- преобразование

$$X(z) = \frac{z^2 - z}{z^2 + \frac{4}{3}z + \frac{1}{3}}$$

32. Определите преобразование Фурье и амплитудный спектр заданного сигнала



33. Найдите свертку двух дискретных сигналов: $x_1[n] = \{1, 2, 3\}$, $x_2[n] = \{3, 2, 1\}$. Изобразите график свертки.

34. Для системы с заданным уравнением найдите передаточную функцию, а также АЧХ и ФЧХ и постройте их примерные графики:

$$y[n] - 0,5y[n-1] = x[n] + 2x[n-1] + x[n-2]$$

35. Найдите импульсную характеристику, АЧХ и ФЧХ системы с разностным уравнением

$$y[n] - \frac{3}{4}y[n-1] + \frac{1}{8}y[n-2] = 2x[n-1]$$

Система задана передаточной функцией $H(z)$. Найдите нули и полюса системы, изобразите их на графике. Определите, является ли система устойчивой? Найдите импульсную характеристику системы.

$$H(z) = \frac{1 - z^{-1}}{1 - 0,6z^{-1} - 0,4z^{-2}}$$

36. Найдите частотные характеристики системы с уравнением

$$y[n] - 0,5y[n-1] = x[n] + 0,8x[n-1] \text{ и её реакцию в установившемся режиме на вход } x[n] = \cos(0,5n - \pi/30).$$

37. Определите Z- преобразования для следующего сигнала

$$x_1[n] = (0,3)^n u[n-4], \quad \ddot{a} \ddot{a} \ddot{a} u[n] = \begin{cases} 1, & n \geq 0, \\ 0, & n < 0 \end{cases} \text{ - единичная ступенчатая последовательность.}$$

38. Определите импульсную характеристику, передаточную функцию, АЧХ и ФЧХ суммирующего фильтра $y[n] = x[n] + x[n-1]$.

Составитель доц.
Зав. кафедрой ССОД к.т.н., доц.

Щетинин Ю.И.
Прохоренко Е.В.

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

Кафедра «Системы сбора и обработки данных»

Дисциплина «Сигналы и системы».

Расчетно – графическое задание (работа).

Студент должен спроектировать цифровой фильтр (ЦФ) по индивидуальному заданию с использованием пакета программ MATLAB и в процессе защиты продемонстрировать в MATLAB правильность исполнения задания.

Пояснительная записка РГЗ должна содержать:

- титульный лист,
- содержание (оглавление),
- задание,
- основную часть,
- заключение,
- список использованной литературы и электронных источников,
- приложения.

Записка РГЗ оформляется в среде текстового процессора, рекомендуется Microsoft Word.

Критерии оценки:

- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если студент спроектировал фильтр с отклонениями от технического задания, продемонстрировал работу фильтра на тестовом сигнале. Имеется пояснительная записка задания с возможными недостатками и ошибками. При этом теоретическими основами анализа и проектирования ЦФ студент владеет не полностью, допускает ошибки в ответах на вопросы по заданию. Оценка – «удовлетворительно», 10-14 баллов.
- Задание выполнено на **базовом** уровне, если студент спроектировал фильтр, полностью удовлетворяющий техническому заданию, продемонстрировал работу фильтра на тестовых сигналах. В пояснительной записке нет существенных ошибок. Метод и параметры проектирования фильтра выбраны обоснованно. Студент хорошо владеет теоретическими основами анализа и проектирования ЦФ. Возможны отдельные ошибки и недостатки. Оценка – «хорошо», 15-17 баллов.
- Задание выполнено на **продвинутом** уровне, если студент выбрал оптимальный метод проектирования фильтра и спроектировал фильтр, полностью удовлетворяющий техническому заданию. В пояснительной записке нет ошибок исполнения и оформления. Студент владеет всем теоретическим материалом, относящимся к выполнению задания. Оценка – «отлично», 18-20 баллов.

Комплект заданий для выполнения РГЗ.

1. Разработать цифровой полосовой БИХ - фильтр Чебышева 2-го типа, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Нижняя граничная частота полосы пропускания - 500 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы пропускания – 1500 Гц,
 - Нижняя граничная частота полосы задерживания – 300 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы задерживания – 1700 Гц,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 40 дБ,
 - Неравномерность передачи в полосе пропускания - 1 дБ,
 - Частота дискретизации – 8000 Гц.
2. Разработать цифровой КИХ – фильтр нижних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Граничная частота полосы пропускания – 5000 Гц,
 - Граничная частота полосы задерживания – 6000 Гц,
 - Максимальное ослабление в полосе пропускания – 1 дБ,
 - Минимальное затухание в полосе задерживания - 80 дБ,
 - Частота дискретизации – 20 кГц.
3. Разработать цифровой режекторный эллиптический (Чебышева - Кауэра) БИХ - фильтр, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Нижняя граничная частота полосы пропускания - 46 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы пропускания – 55 Гц,
 - Нижняя граничная частота полосы задерживания – 48,5 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы задерживания – 52 Гц,
 - Неравномерность передачи в полосе пропускания - 0,5 дБ,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
 - Частота дискретизации – 500 Гц.
4. Разработайте цифровой КИХ – фильтр верхних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Граничная частота полосы пропускания – 20 Гц,
 - Граничная частота полосы задерживания – 15 Гц,
 - Максимальное ослабление в полосе пропускания – 1 дБ,
 - Минимальное затухание в полосе задерживания - 50 дБ,
 - Частота дискретизации – 250 Гц.
5. Разработать цифровой КИХ – фильтр верхних частот с окном Кайзера, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Граничная частота полосы пропускания – 1000 Гц,
 - Граничная частота полосы задерживания – 800 Гц,
 - Максимальное ослабление в полосе пропускания – 0.5 дБ,
 - Минимальное затухание в полосе задерживания - 50 дБ,
 - Частота дискретизации – 10 кГц.
6. Разработайте цифровой БИХ - фильтр верхних частот Баттерворта, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Частота среза - 2 кГц,
 - Граничная частота полосы задерживания – 1,5 кГц,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 45 дБ,
 - Неравномерность передачи в полосе пропускания - 1 дБ,

- Частота дискретизации – 10 кГц.
7. Разработать цифровой полосовой БИХ - фильтр Чебышева 1-го типа, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Нижняя граничная частота полосы пропускания - 500 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы пропускания - 2000 Гц,
 - Нижняя граничная частота полосы задерживания – 350 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы задерживания – 2500 Гц,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 50 дБ,
 - Неравномерность передачи в полосе пропускания - 1 дБ,
 - Частота дискретизации – 10 кГц.
 8. Разработать цифровой БИХ - фильтр верхних частот Чебышева 2-го типа, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Граничная частота полосы пропускания – 1000 Гц,
 - Граничная частота полосы задерживания – 800 Гц,
 - Неравномерность передачи в полосе пропускания – 0,5 дБ,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
 - Частота дискретизации – 10 кГц.
 9. Разработать цифровой полосовой КИХ – фильтр, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Нижняя граничная частота полосы пропускания - 2000 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы пропускания – 5000 Гц
 - Нижняя граничная частота полосы задерживания – 1600 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы задерживания – 5500 Гц,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 50 дБ,
 - Максимальное ослабление в полосе пропускания - 1 дБ,
 - Частота дискретизации – 30 кГц.
 10. Разработать цифровой режекторный БИХ - фильтр Чебышева 2-го типа, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Нижняя граничная частота полосы пропускания - 98 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы пропускания – 110 Гц,
 - Нижняя граничная частота полосы задерживания – 100 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы задерживания – 105 Гц,
 - Неравномерность передачи в полосе пропускания - 1 дБ,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 50 дБ,
 - Частота дискретизации – 1000 Гц.
 11. Разработать цифровой полосовой эллиптический (Чебышева - Кауэра) БИХ-фильтр, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Нижняя граничная частота полосы пропускания - 1000 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы пропускания – 4000 Гц,
 - Нижняя граничная частота полосы задерживания – 600 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы задерживания – 4800 Гц,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 40 дБ,
 - Неравномерность передачи в полосе пропускания - 0,5 дБ,
 - Частота дискретизации – 20000 Гц.
 12. Разработайте цифровой БИХ – фильтр нижних частот Чебышева 2-го типа, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Граничная частота полосы пропускания – 10 кГц,
- Граничная частота полосы задерживания– 11 кГц,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания – 1 дБ,
- Частота дискретизации – 50 кГц.

13. Разработать цифровой БИХ – фильтр верхних частот Чебышева 1-го типа, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Граничная частота полосы пропускания - 600 Гц,
- Граничная частота полосы задерживания– 500 Гц,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания – 1 дБ,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 40 дБ,
- Частота дискретизации – 5 кГц.

14. Разработать цифровой эллиптический (Чебышева - Кауэра) БИХ - фильтр верхних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Граничная частота полосы пропускания - 5000 Гц,
- Граничная частота полосы задерживания– 4970 Гц,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания – 0,5 дБ,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Частота дискретизации – 50 кГц.

15. Разработать цифровой полосовой КИХ - фильтр, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Нижняя граничная частота полосы пропускания - 200 Гц,
- Верхняя граничная частота полосы пропускания – 600 Гц,
- Нижняя граничная частота полосы задерживания – 100 Гц,
- Верхняя граничная частота полосы задерживания – 700 Гц,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания - 0,5 дБ,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 70 дБ,
- Частота дискретизации – 5000 Гц.

16. Разработать цифровой КИХ - фильтр нижних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Граничная частота полосы пропускания – 200 Гц,
- Граничная частота полосы задерживания– 230 Гц,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания –1 дБ,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Частота дискретизации – 2 кГц.

17. Разработать цифровой БИХ - фильтр верхних частот Баттерворта, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Граничная частота полосы пропускания - 2 кГц,
- Граничная частота полосы задерживания –1,8 кГц,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания - 1 дБ,
- 1. Частота дискретизации – 5 кГц.

18. Разработать цифровой КИХ - фильтр верхних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Граничная частота полосы пропускания - 1000 Гц,
- Граничная частота полосы задерживания – 850 Гц,

- Неравномерность передачи в полосе пропускания – 1 дБ,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Частота дискретизации – 5 кГц.

19. Разработать цифровой КИХ – фильтр нижних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Граничная частота полосы пропускания – 10000 Гц,
- Граничная частота полосы задерживания – 11500 Гц,
- Максимальное ослабление в полосе пропускания – 1 дБ,
- Минимальное затухание в полосе задерживания – 70 дБ,
- Частота дискретизации – 50 кГц.

20. Разработать цифровой режекторный БИХ - фильтр Баттерворта, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Нижняя граничная частота полосы задерживания – 48 Гц,
- Верхняя граничная частота полосы задерживания – 52 Гц,
- Нижняя частота среза – 45 Гц,
- Верхняя частота среза – 55 Гц,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания – 3 дБ,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Частота дискретизации – 400 Гц.

21. Разработать цифровой КИХ - фильтр нижних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Граничная частота полосы пропускания – 10000 Гц,
- Граничная частота полосы задерживания – 12000 Гц,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания – 1 дБ,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 70 дБ,
- Частота дискретизации – 50 кГц.

22. Разработать цифровой БИХ - фильтр верхних частот Чебышева 1-го типа, удовлетворяющий следующим требованиям:

- Граничная частота полосы пропускания – 20000 Гц,
- Граничная частота полосы задерживания – 18000 Гц,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания – 1 дБ,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Частота дискретизации – 100 кГц.

23. Разработать цифровой БИХ - фильтр нижних частот Чебышева 1-го типа, удовлетворяющий следующим условиям:

- Граничная частота полосы пропускания – 20 кГц,
- Граничная частота полосы задерживания – 22 кГц,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания – 1 дБ,
- Частота дискретизации – 100 кГц.

24. Разработать цифровой полосовой БИХ - фильтр Чебышева 1-го типа, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Нижняя граничная частота полосы пропускания – 1000 Гц,
- Верхняя граничная частота полосы пропускания – 5000 Гц,
- Нижняя граничная частота полосы задерживания – 700 Гц,
- Верхняя граничная частота полосы задерживания – 6200 Гц,

- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания - 1 дБ,
- Частота дискретизации – 25 кГц.

25. Разработать цифровой КИХ - фильтр нижних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:

- Граничная частота полосы пропускания – 200 Гц,
- Граничная частота полосы задерживания – 230 Гц,
- Неравномерность передачи в полосе пропускания – 1 дБ,
- Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
- Частота дискретизации – 2 кГц.

Составитель
Зав. кафедрой ССОД

доц. Щетинин Ю.И.
к.т.н. доц. Прохоренко Е.В.

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

Кафедра «Системы сбора и обработки данных»

Дисциплина «Сигналы и системы».

Лабораторные работы (объем 36 час., количество работ – 8).

Лабораторные работы по дисциплине основаны на использовании математического пакета программ MATLAB корпорации MathWorks.

Темы лабораторных работ:

1. Непрерывные и дискретные по времени сигналы.
2. Дискретная и непрерывная свертка.
3. Спектральные представления периодических сигналов.
4. Спектральные представления непериодических сигналов.
5. Линейные непрерывные стационарные системы.
6. Z - преобразование и дискретно – временное преобразование Фурье.
7. Линейные дискретные (цифровые) системы
8. Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой

В методических указаниях к каждой работе имеется базовый список контрольных вопросов и упражнений.

Пример. Контрольные вопросы и упражнения к работе № 3.

1. Запишите ряд Фурье в тригонометрической и комплексной формах, объясните их связь.
2. Запишите и объясните разложение в ряд Фурье периодической последовательности прямоугольных импульсов с периодом $T = 10$ с и длительностью импульса 5 с. Каково поведение амплитудного спектра такого сигнала при $T \rightarrow \infty$?
3. Объясните физический смысл разложения сигнала в ряд Фурье.

4. Какие сигналы (функции) могут быть разложены в ряд Фурье?
5. Сформулируйте определение и физический смысл амплитудного спектра периодического сигнала.
6. Объясните особенности сходимости ряда Фурье для непрерывных функций и функций с разрывами.
7. Какой характер имеет разложение в ряд Фурье для четных функций (сигналов)?
8. Разложите в ряд Фурье периодический с периодом $2T$ сигнал, который на отрезке $[-T, T]$ задается выражением $x(t)=t/t$. Постройте амплитудный спектр сигнала для $T=5$.
9. Какие особенности имеет разложение в ряд Фурье для нечетных Функций?
10. Запишите ряд Фурье периодического с периодом $T=2$ сигнала, заданного на интервале $[-1, 1]$ выражением $x(t) = t, -1 \leq t \leq 1$. Объясните поведение амплитудного спектра этого сигнала.
11. Что такое эффект Гиббса? Каковы причины его возникновения?
12. Каков характер амплитудного спектра периодического сигнала? Как изменяются амплитуды гармоник с изменением номера для непрерывного на периоде сигнала и для сигнала с разрывами?
13. Поясните смысл фазы гармоники. Что такое фазовый спектр периодического сигнала? Влияет ли изменение фазового спектра на форму сигнала при неизменном амплитудном спектре?
14. Как определить коэффициенты ряда Фурье с помощью процедуры $fft()$?
15. Используя функцию $fft()$, постройте графики амплитудного и фазового спектров периодического сигнала из п. 8 контрольных вопросов.

По каждой лабораторной работе после её выполнения проводится дифференцированный зачет с оценкой, включающий соответствующие теме работы вопросы лекционного курса. Максимальное количество баллов по отдельной работе 5, по всему разделу лабораторных работ – 40. В системе аттестации по дисциплине суммарная оценка (сумма баллов) по лабораторным работам входит с весом 0,5.

Критерии оценки

- Зачет по лабораторной работе оценивается на **пороговом** уровне, если студент выполнил основной объем лабораторной работы, получил основные практические навыки и ответил в письменной или устной форме не менее чем на половину заданных по работе вопросов. В отчете по работе нет существенных ошибок.
Оценка по работе – «удовлетворительно», 3 балла.
- Зачет по работе оценивается на **базовом** уровне, если студент полностью выполнил весь объем работы за исключением небольших ошибок, получил все необходимые практические навыки и ответил не менее чем на 75% заданных по работе вопросов. В отчете по работе и в ответах на вопросы могут быть неточности.
Оценка по работе – «хорошо», 4 балла.
- Зачет по работе оценивается как принятый на **продвинутом** уровне, если студент выполнил с полным пониманием и практическим умением весь объем работы и ответил не менее чем на 90% заданных по работе вопросов. В отчете и ответах на вопросы нет ошибок. Оценка по работе – «отлично», 5 баллов.

Составитель

доцент Щетинин Ю.И.

Заведующий кафедрой

к.т.н. доц. Прохоренко Е.В.

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

Кафедра «Системы сбора и обработки данных»

Дисциплина «Сигналы и системы».

Практические занятия (объем 18час., число занятий – 9).

На практических занятиях по дисциплине студенты под руководством преподавателя решают задачи и упражнения для получения навыков их решения. По каждой теме задаются задания на дом для самостоятельного решения.

Тематика занятий:

1. Сигналы и их характеристики (2час.).
2. Системы, их свойства и характеристики (2час.)
3. Дискретная и непрерывная свертка (2час).
4. Спектры периодических сигналов (2 час.).
5. Спектры непериодических сигналов (2 час.).
6. Z – преобразование (2 час.)
7. Обратное Z – преобразование (2 час.).
8. Линейные непрерывные стационарные системы (ЛНС) и их динамические характеристики (2час.).
9. Линейные дискретные стационарные системы (ЛДС) и их динамические характеристики (2час.).

На четырех занятиях (каждом втором) проводятся письменные тесты (20 мин.) для контроля усвоения предшествующего тесту практического материала. Каждый тест состоит из двух задач (упражнений). Он оценивается по пятибалльной системе (1, 2, 3, 4, 5 баллов). Максимальное количество баллов по разделу практических занятий - 20.

Итоговая оценка по дисциплине в баллах складывается из *оценок текущей аттестации в семестре – максимум 60 баллов*

- лабораторные работы – максимум 20 баллов,
- практические занятия - максимум 20 баллов,
- расчетно - графическое задание - максимум 20 баллов

и оценки на экзамене – максимум 40 баллов.

Соответствие между традиционной оценкой и оценкой ECTS в баллах:

- удовлетворительно – (50 -72) балла,
- хорошо – (73 – 87) баллов,
- отлично - (88 – 100) баллов.

Составитель

доцент Щетинин Ю.И.

Заведующий кафедрой

к.т.н. доц. Прохоренко Е.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра систем сбора и обработки данных

Паспорт экзамена

по дисциплине «Сигналы и системы», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменационное задание (билет) включает 2 вопроса. Продолжительность экзамена 60 мин. Первый вопрос предназначен для проверки по уровню обучения «ЗНАТЬ», второй вопрос – для проверки уровня обучения «УМЕТЬ».

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Сигналы и системы»

1. Понятия сигнала и системы. Классификация сигналов. Энергия, мощность и автокорреляционная функция сигнала.
2. Прямое Z – преобразование. Связь Z – преобразования и преобразования Лапласа.
3. Определите импульсную характеристику, передаточную функцию, АЧХ и ФЧХ суммирующего фильтра $y[n] = x[n] + x[n - 1]$.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Вопрос экзаменационного задания оценивается как сданный на **пороговом** уровне, если содержание ответа показывает частичное освоение материала, продемонстрированы основные практические умения работы с материалом, имеются ошибки в изложении и применении учебного материала, но пробелы не носят существенного характера. Оценка «удовлетворительно», 20 - 28 баллов.
- Вопрос экзаменационного задания оценивается как сданный на **базовом** уровне, если содержание ответа свидетельствует о полном освоении соответствующей части (раздела) курса. В ответе имеются некоторые неточные сведения, отсутствуют детали. В практическом применении материала (задачах, примерах) имеются незначительные ошибки или неточности. Нет дополнительных сведений из специальной литературы, выходящих за пределы лекционного курса. Оценка – «хорошо», 29 – 35 баллов.
- Вопрос оценивается сданным на **продвинутом** уровне, если содержание ответа свидетельствует о полном освоении соответствующей части курса, в практическом применении материала нет ошибок и неточностей. В ответе содержатся существенные дополнительные сведения, выходящие за пределы лекционного курса. Оценка «отлично», 36 - 40 баллов.

Экзамен считается сданным, если с учетом текущей аттестации по курсу в течение учебного семестра (оценки по лабораторным работам, практическим занятиям и РГЗ) сумма баллов составляет **не менее 50**.

3. Шкала оценки

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

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Сигналы и системы»

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине:

1. Понятия сигнала и системы. Классификация сигналов. Энергия, мощность и автокорреляционная функция сигнала.
2. Импульсная характеристика линейной системы. Связь выходного и входного сигналов линейной непрерывной системы во временной области (непрерывная свертка).
3. Связь выходного и входного сигналов линейной дискретной системы во временной области (дискретная свертка). Геометрический смысл и вычисление дискретной свертки.
4. Задача спектрального анализа сигналов. Тригонометрические формы ряда Фурье. Комплексная форма ряда Фурье.
5. Амплитудный и фазовый спектры периодического сигнала.
6. Дискретно – временной ряд Фурье.
7. Преобразование Фурье и его свойства.
8. Амплитудный и фазовый спектры непериодического сигнала.
9. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Быстрое преобразование Фурье.
10. Линейные непрерывные стационарные систем (ЛНС). Анализ ЛНС во временной области.
11. Частотная характеристика ЛНС. Амплитудно - частотная (АЧХ) и фазо - частотная (ФЧХ) характеристики.
12. Частотно – избирательные фильтры
13. Преобразование Лапласа. Обратное преобразование Лапласа.

14. Передаточная функция линейной непрерывной стационарной системы. Полюса и нули передаточной функции.
15. Дискретизация сигналов. Математические модели дискретизации сигналов во временной и частотной области.
16. Теорема отсчетов.
17. Прямое Z – преобразование. Связь Z – преобразования и преобразования Лапласа.
18. Обратное (инверсное) Z – преобразование и способы его вычисления.
19. Дискретно – временное преобразование Фурье. Амплитудный и фазовый спектр дискретного сигнала.
20. Линейные дискретные системы (ЛДС). Разностные уравнения ЛДС.
21. Передаточная функция ЛДС. Полюса и нули. Формы представления передаточной функции ЛДС.
22. Частотные характеристики ЛДС.
23. Назначение, типы и характеристики цифровых фильтров (ЦФ). Этапы разработки ЦФ.
24. Классические фильтры: фильтры Баттерворта, Чебышева и эллиптические.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Сигналы и системы», 6 семестр

1. Методика оценки

Студент должен спроектировать цифровой фильтр (ЦФ) по индивидуальному заданию с использованием пакета программ MATLAB и в процессе защиты продемонстрировать в MATLAB правильность исполнения задания.

Пояснительная записка РГЗ должна содержать:

- титульный лист,
- содержание (оглавление),
- задание,
- основную часть,
- заключение,
- список использованной литературы и электронных источников,
- приложения.

Записка РГЗ оформляется в среде текстового процессора, рекомендуется Microsoft Word.

2. Критерии оценки

- Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если студент спроектировал фильтр с отклонениями от технического задания, продемонстрировал работу фильтра на тестовом сигнале. Имеется пояснительная записка задания с возможными недостатками и ошибками. При этом теоретическими основами анализа и проектирования ЦФ студент владеет не полностью, допускает ошибки в ответах на вопросы по заданию. Оценка – «удовлетворительно», 10-14 баллов.
- Задание выполнено на **базовом** уровне, если студент спроектировал фильтр, полностью удовлетворяющий техническому заданию, продемонстрировал работу фильтра на тестовых сигналах. В пояснительной записке нет существенных ошибок. Метод и параметры проектирования фильтра выбраны обоснованно. Студент хорошо владеет теоретическими основами анализа и проектирования ЦФ. Возможны отдельные ошибки и недостатки. Оценка – «хорошо», 15-17 баллов.
- Задание выполнено на продвинутом уровне, если студент выбрал оптимальный метод проектирования фильтра и спроектировал фильтр, полностью удовлетворяющий техническому заданию. В пояснительной записке нет ошибок исполнения и оформления. Студент владеет всем теоретическим материалом, относящимся к выполнению задания. Оценка – «отлично», 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Разработать цифровой полосовой БИХ - фильтр Чебышева 2-го типа, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Нижняя граничная частота полосы пропускания - 500 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы пропускания – 1500 Гц,
 - Нижняя граничная частота полосы задерживания– 300 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы задерживания – 1700 Гц,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 40 дБ,
 - Неравномерность передачи в полосе пропускания - 1 дБ,
 - Частота дискретизации – 8000 Гц.

2. Разработать цифровой КИХ – фильтр нижних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Граничная частота полосы пропускания – 5000 Гц,
 - Граничная частота полосы задерживания – 6000 Гц,
 - Максимальное ослабление в полосе пропускания – 1 дБ,
 - Минимальное затухание в полосе задерживания - 80 дБ,
 - Частота дискретизации – 20 кГц.

3. Разработать цифровой режекторный эллиптический (Чебышева - Кауэра) БИХ - фильтр, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Нижняя граничная частота полосы пропускания - 46 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы пропускания – 55 Гц,
 - Нижняя граничная частота полосы задерживания – 48,5 Гц,
 - Верхняя граничная частота полосы задерживания – 52 Гц,
 - Неравномерность передачи в полосе пропускания - 0,5 дБ,
 - Минимальное ослабление в полосе задерживания – 60 дБ,
 - Частота дискретизации – 500 Гц.

4. Разработайте цифровой КИХ – фильтр верхних частот, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Граничная частота полосы пропускания – 20 Гц,
 - Граничная частота полосы задерживания – 15 Гц,
 - Максимальное ослабление в полосе пропускания – 1 дБ,
 - Минимальное затухание в полосе задерживания - 50 дБ,
 - Частота дискретизации – 250 Гц.

5. Разработать цифровой КИХ – фильтр верхних частот с окном Кайзера, удовлетворяющий следующей спецификации:
 - Граничная частота полосы пропускания – 1000 Гц,
 - Граничная частота полосы задерживания – 800 Гц,
 - Максимальное ослабление в полосе пропускания – 0.5 дБ,
 - Минимальное затухание в полосе задерживания - 50 дБ,
 - Частота дискретизации – 10 кГц. __