МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. В. Сенченко
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровая обработка сигналов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль) / специализация: **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2020 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
4	Самостоятельная работа	108	108	часов
5	Всего (без экзамена)	180	180	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 50099

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от « 5 » 12 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования , утвержденного 12.09.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

старший преподаватель каф. КИПР _____ М. С. Сахаров

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ Н. Н. Кривин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. КИПР _____ Н. Н. Кривин

Эксперты:

Доцент кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ Н. Н. Кривин

Заведующий кафедрой конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР) _____ В. М. Карабан

Согласована на портале № 50099

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование профессиональных компетенций, связанных с цифровой обработкой сигналов в радиоэлектронных системах.

1.2. Задачи дисциплины

- Изучение математического описания линейных дискретных систем и дискретных сигналов
- Изучение методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов
- Получение навыков расчета и синтеза устройств цифровой обработки сигналов
-

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» (Б1.Б.03.17) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Микропроцессорная техника, Прием и обработка сигналов, Цифровая схемотехника электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: Автоматика и управление, Программируемые логические интегральные схемы, Системы связи и телекоммуникаций.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию ;
- ПК-4 готовностью участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем ;
- ПК-23 готовностью к проектированию и разработке сервисного, вспомогательного оборудования, схемных решений и средств автоматизации процессов эксплуатации ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** методы математического описания линейных дискретных систем и дискретных сигналов; основные этапы проектирования и методы синтеза и анализа цифровых фильтров; принципы оценки эффектов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой;
- **уметь** составлять математическое описание линейных дискретных систем; задавать требования к частотным характеристикам цифровых фильтров; обосновывать выбор типа и структуры цифрового фильтра; синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики; выполнять дискретное преобразование Фурье.
- **владеть** навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов; приемами проектирования цифровых фильтров; навыками вычисления дискретного преобразования Фурье.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	108	108
Проработка лекционного материала	54	54
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	54	54

Согласована на портале № 50099

Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					
1 Математическое описание дискретных сигналов и линейных дискретных систем	8	6	22	36	ОК-7, ПК-23, ПК-4
2 Цифровые фильтры	8	14	22	44	ОК-7, ПК-23, ПК-4
3 Частотное описание линейных дискретных систем	4	0	14	18	ОК-7, ПК-23, ПК-4
4 Цифровой спектральный анализ	6	16	18	40	ОК-7, ПК-23, ПК-4
5 Эффекты квантования в дискретных системах	6	0	18	24	ОК-7, ПК-23, ПК-4
6 Процессоры цифровой обработки сигналов	4	0	14	18	ОК-7, ПК-23, ПК-4
Итого за семестр	36	36	108	180	
Итого	36	36	108	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Математическое описание дискретных сигналов и линейных дискретных систем	Описание дискретных систем разностными уравнениями. Дискретные преобразования Фурье и Лапласа, z-преобразование. Передаточная функция и импульсная характеристика линейных дискретных систем. Структурные схемы линейных систем. Устойчивость линейных дискретных систем. Сравнение математических описаний линейных дискретных и непрерывных систем.	8	ОК-7, ПК-23, ПК-4
	Итого	8	

Согласована на портале № 50099

2 Цифровые фильтры	Структуры цифровых фильтров. Типы фильтров. Методы расчета цифровых фильтров. Этапы проектирования и методы синтеза цифровых фильтров.	8	ОК-7, ПК-23, ПК-4
	Итого	8	
3 Частотное описание линейных дискретных систем	Частотные характеристики дискретных сигналов и линейных дискретных систем. Связь преобразования Фурье с z-преобразованием.	4	ОК-7, ПК-23, ПК-4
	Итого	4	
4 Цифровой спектральный анализ	Особенности цифрового спектрального анализа. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.	6	ОК-7, ПК-23, ПК-4
	Итого	6	
5 Эффекты квантования в дискретных системах	Влияние конечной разрядности на характеристики цифровых фильтров. Ошибки квантования коэффициентов. Ошибки округления и переполнения.	6	ОК-7, ПК-23, ПК-4
	Итого	6	
6 Процессоры цифровой обработки сигналов	Особенности архитектур процессоров цифровой обработки сигналов. Процессорысемейства DSP56000	4	ОК-7, ПК-23, ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Математика	+	+	+	+	+	+
2 Микропроцессорная техника		+		+	+	+
3 Прием и обработка сигналов	+	+	+	+	+	+
4 Цифровая схемотехника электронных средств		+		+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Автоматика и управление	+	+	+	+	+	+
2 Программируемые логические интегральные схемы	+	+	+	+	+	+
3 Системы связи и телекоммуникаций	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 50099

представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОК-7	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Тест
ПК-4	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Тест
ПК-23	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Математическое описание дискретных сигналов и линейных дискретных систем	Получение и оцифровывание сигнала от аналогового источника	6	ОК-7, ПК-23, ПК-4
	Итого	6	
2 Цифровые фильтры	Подавление шумов. Реализация сглаживающих фильтров	14	ОК-7, ПК-23, ПК-4
	Итого	14	
4 Цифровой спектральный анализ	Реализация алгоритма быстрого преобразования Фурье	16	ОК-7, ПК-23, ПК-4
	Итого	16	
Итого за семестр		36	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Математическое описание дискретных сигналов и линейных дискретных систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	11	ОК-7, ПК-23, ПК-4	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	11		
	Итого	22		

Согласована на портале № 50099

2 Цифровые фильтры	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	11	ОК-7, ПК-23, ПК-4	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	11		
	Итого	22		
3 Частотное описание линейных дискретных систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	ОК-7, ПК-23, ПК-4	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	7		
	Итого	14		
4 Цифровой спектральный анализ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	9	ОК-7, ПК-23, ПК-4	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	9		
	Итого	18		
5 Эффекты квантования в дискретных системах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	9	ОК-7, ПК-23, ПК-4	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	9		
	Итого	18		
6 Процессоры цифровой обработки сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	ОК-7, ПК-23, ПК-4	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	7		
	Итого	14		
Итого за семестр		108		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		144		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Контрольная работа	20	10	10	40

Согласована на портале № 50099

Тест	10	10	10	30
Итого максимум за период	30	20	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	30	50	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Курячий, Михаил Иванович. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов / М. И. Курячий ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2006. - 175[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

2. Каратаева, Нина Александровна. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация : учебное пособие / Н. А. Каратаева ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 262[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 189 экз.)

3. Гадзиковский, Викентий Иванович. Теоретические основы цифровой обработки сигналов / В. И. Гадзиковский. - М. : Радио и связь, 2004. - 343[1] с. : ил. - Библиогр.: с. 338-339. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

4. Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

5. Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — Режим доступа:

Согласована на портале № 50099

https://e.lanbook.com/book/137567 (дата обращения: 20.05.2022).

6. Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2019. — 356 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/176119 (дата обращения: 20.05.2022).

12.2. Дополнительная литература

1. Калабеков, Бениамин Аршакович. Цифровые устройства и микропроцессорные системы : Учебник для средних специальных учебных заведений связи / Б. А. Калабеков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 336 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 135 экз.)

2. Тарасов, Илья Евгеньевич. Разработка цифровых устройств на основе ПЛИС Xilinx® с применением языка VHDL / И. Е. Тарасов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 252[4] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

3. Оппенгейм, Алан. Цифровая обработка сигналов : Пер. с англ. / А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер ; пер. : С. А. Кулешов ; ред. пер. : А. С. Ненашев. - М. : Техносфера, 2006. - 855[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

4. Строгонов, А. В. Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А. В. Строгонов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 312 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/199925 (дата обращения: 20.05.2022).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Методические указания по проведению практических занятий / Антипин М. Е. - 2014. 5 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3894 (дата обращения: 20.05.2022).

2. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / Антипин М. Е. - 2014. 4 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3895 (дата обращения: 20.05.2022).

3. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» (5 семестр) специальности «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (код 210700.62) / Гельцер А. А., Рогожников Е. В., Абенов Р. Р. - 2013. 25 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3464 (дата обращения: 20.05.2022).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Базы данных, доступ к которым оформлен библиотекой ТУСУРа в текущий момент времени. Список доступных баз данных см. по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

Согласована на портале № 50099

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория автоматизированного проектирования / Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 403 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сервер на базе компьютера Intel Pentium;
- Рабочие станции на базе компьютера Intel Core (12 шт.);
- Маркерная доска;
- Экран для проектора на подставке;
- Мультимедийный проектор TOSHIBA;
- Телевизор-монитор SAMSUNG;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- MatLab v7.5
- MicroCAP
- Microsoft Office
- Microsoft Windows
- Mozilla Firefox
- OpenOffice

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

Согласована на портале № 50099

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Какое устройство является интерфейсом между непрерывным сигналом и цифровым процессором?:

1. цифро-аналоговый преобразователь;
2. аналогово-цифровой преобразователь;
3. модулятор;
4. демодулятор

2. Дискретное преобразование Фурье позволяет:

1. избавиться от искажения спектра;
2. понизить шум квантования;
3. повысить отношение сигнал/шум;
4. оценить форму спектра сигнала

3. Оператор Лапласа p и оператор z связаны как:

1. $z = \exp(pT)$;
2. $z = \exp(2pT)$;
3. $z = 2\exp(pT)$;
4. $z = \exp(pT/2)$

4. Сходство между преобразованием Фурье и z-преобразованием состоит в том, что:

1. оба преобразуют область спектра частот в дискретную временную область;
2. оба конвертируют дискретную временную область в область частотного спектра;
3. оба преобразуют аналоговый сигнал в цифровой сигнал;
4. оба преобразуют цифровой сигнал в аналоговый сигнал

5. Системная функция H(p) непрерывной устойчивой системы обладает следующим свойством:

1. нули лежат в левой половине плоскости p;

Согласована на портале № 50099

2. модуль каждого нуля не превышает единицы;
3. полюсы лежат в левой половине плоскости p;
4. модуль каждого полюса превышает единицу;

6. Системная функция H(z) дискретной устойчивой системы обладает следующим свойством:

1. нули лежат в левой половине плоскости z;
2. нули лежат в правой половине плоскости z;
3. модуль каждого полюса превышает единицу;
4. модуль каждого полюса не превышает единицу;

7. Результат ДПФ апериодического сигнала?:

1. непрерывный и периодический;
2. дискретный и апериодический;
3. непрерывный и апериодический;
4. дискретный и периодический

8. Чему равно максимальное количество гармоник периодического сигнала, которое можно получить при цифровом анализе спектра:

1. отношению частоты дискретизации к частоте сигнала;
2. отношению частоты сигнала к частоте дискретизации;
3. половине отношения частоты дискретизации к частоте сигнала;
4. удвоенному отношению частоты дискретизации к частоте сигнала;

9. Частота дискретизации по теореме Котельникова должна быть:

1. больше чем максимальная частота сигнала;
2. более чем в 10 раз больше максимальной частоты сигнала;
3. равна максимальной частоте сигнала;
4. не менее чем удвоенная максимальная частоты сигнала.

10. Оконные функции используются для:

1. сглаживания резких скачков в сигнале;
2. снижения требований к фильтру нижних частот при децимации;
3. повышения разрешающей способности АЦП;
4. подавления боковых лепестков в спектре ограниченного во времени сигнала

11. Цифровая фильтрация – это:

1. разложение сигнала на гармонические составляющие;
2. защита от наложения спектра;
3. подавление помех после дискретного преобразования Фурье;
4. свертка сигнала с импульсной характеристикой фильтра.

12. В АЦП происходит:

1. квантование по уровню, дискретизация по времени, кодирование двоичным кодом;
2. только квантование по уровню;
3. только дискретизация по времени;
4. только дискретизация по времени и кодирование двоичным кодом.

13. Рекурсивный фильтр:

1. всегда устойчив;
2. не имеет полюсов;
3. использует в алгоритме фильтрации предыдущие значения сигнала на выходе;
4. имеет порядок не больше двух.

14. Порядком цифрового фильтра называется:

1. максимальный показатель степени при z в знаменателе передаточной функции;
2. максимальный показатель степени при z в числителе передаточной функции;
3. максимальный показатель степени при z в передаточной функции;
4. сумма максимальных показателей степени при z в знаменателе и числителе передаточной функции;

15. Представление передаточной функции цифрового фильтра в виде суммы элементарных дробей соответствует следующей структуре:

1. последовательной;

Согласована на портале № 50099

2. канонической;
3. параллельной;
4. транспонированной.
16. Транспонированная структура цифрового фильтра позволяет:
1. уменьшить число элементов памяти;
2. увеличить скорость вычислений;
3. снизить разрядность элементов памяти;
4. уменьшить эффект квантования.
17. Быстрое преобразование Фурье увеличивает скорость спектрального анализа за счет:
1. снижения частоты дискретизации;
2. уменьшения числа уровней квантования;
3. увеличения разрядности операндов, участвующих в вычислениях;
4. разбиения дискретного сигнала на части последующими параллельными вычислениями гармоник каждой части.
18. Последовательная структура цифрового фильтра позволяет:
1. уменьшить число элементов памяти;
2. увеличить скорость вычислений;
3. снизить разрядность элементов памяти;
4. уменьшить эффект округления промежуточных результатов вычислений.
19. Метод инвариантной импульсной характеристики для синтеза цифровых фильтров заключается в:
1. замене оператора p на оператор z через приближенное дробно-рациональное выражение;
2. применении оконных функций;
3. дискретизации импульсной характеристики непрерывного прототипа;
4. копировании АЧХ непрерывного прототипа.
20. Алгоритм Герцеля позволяет:
1. ускорить вычисления всех спектральных составляющих сигнала;
2. уменьшить частоту дискретизации для спектрального анализа;
3. уменьшить разрядность ячеек памяти для вычислений при спектральной анализе;
4. вычислить отдельную спектральную составляющую сигнала.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Математическая модель дискретного сигнала. Теорема Котельникова. Связь дискретного и непрерывного сигналов во временной и частотной областях..
2. Преобразования Фурье и Лапласа в дискретной форме. z-преобразование, его свойства и связь с преобразованиями Лапласа и Фурье.
3. Математическая модель линейной дискретной системы в виде разностных уравнений и передаточной функции. Взаимосвязь между разностным уравнениям и передаточной функцией. Структурная схема дискретной линейной системы.
4. Представление передаточной функции линейной дискретной системы через нули и полюсы. Устойчивость линейных дискретных систем. Сравнение математических описаний линейных дискретных и непрерывных систем.
5. Фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры, нерекурсивные фильтры) и с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтры, рекурсивные фильтры). Их сравнительный анализ, достоинства и недостатки.
6. Прямая и каноническая структуры фильтров. Их синтез, достоинства и недостатки.
7. Транспонированные структуры цифровых фильтров.
8. Представление передаточной функции линейной системы в виде сумм и произведений элементарных дробей. Параллельная и последовательная структуры фильтров
9. Синтез цифрового фильтра с заданными характеристиками по непрерывному прототипу при помощи билинейного преобразования
10. Синтез цифрового фильтра с заданными характеристиками по непрерывному прототипу методом инвариантной импульсной характеристики
11, Прямые методы синтеза цифровых фильтров
12. Проектирование КИХ-фильтров с различной частотной селекцией.

Согласована на портале № 50099

13. Проектирование БИХ-фильтров с различной частотной селекцией.

14. Частотные характеристики цифровых фильтров. Получение частотных характеристик из передаточной функции линейной дискретной системы.

15. Особенности спектрального анализа цифровыми методами. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Восстановление сигнала при помощи ДПФ.

16. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) с прореживанием по времени.

17. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) с прореживанием по частоте.

18. ДПФ как разновидность цифровой фильтрации.

19. Алгоритм Герцеля.

20. Цифровая фильтрация при помощи ДПФ

21. Влияние конечной разрядности на характеристики цифровых фильтров. Шум квантования. Неравномерное квантование.

22. Квантование коэффициентов цифрового фильтра. Масштабирование коэффициентов.

23. Эффект от переполнения разрядной сетки и округления промежуточных результатов.

24. Аппаратные средства цифровой обработки сигналов.

25. Особенности процессоров для цифровой обработки сигналов

14.1.3. Темы контрольных работ

Прямое и обратное z-преобразование. Устойчивость линейных дискретных систем.

Структуры и типы цифровых фильтров

Синтез цифровых фильтров

Дискретное преобразование Фурье

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на

Согласована на портале № 50099

подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 50099