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 УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Лабораторные занятия	4	4	часов
Самостоятельная работа	122	122	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
		4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет с оценкой	6	
Контрольные работы	6	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78320

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Освоение основ теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов обработки цифровых сигналов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование навыков программирования на высокоуровневых языках, необходимых для обработки цифровых сигналов с помощью численных методов.
2. Освоение математических основ теории цифровой обработки сигналов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.06.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-3. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-3.1. Знает типовые методы математического моделирования, используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем	Знает типовые методы математического моделирования, используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем
	ПК-3.2. Умеет выполнять моделирование физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ	Умеет выполнять моделирование физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ
	ПК-3.3. Владеет типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ	Владеет типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ

Согласована на портале № 78320

ПК-4. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-4.1. Знает методы расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронной аппаратуры	Знает методы расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронной аппаратуры
	ПК-4.2. Умеет рассчитывать и проектировать узлы и устройства радиотехнических систем в соответствии с заданным техническим заданием с применением средств автоматизированного проектирования	Умеет рассчитывать и проектировать узлы и устройства радиотехнических систем в соответствии с заданным техническим заданием с применением средств автоматизированного проектирования
	ПК-4.3. Владеет навыкам расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Владеет навыкам расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	18	18
Лабораторные занятия	4	4
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12
Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	122	122
Подготовка к лабораторной работе	14	14
Написание отчета по лабораторной работе	5	5
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	80	80
Подготовка к контрольной работе	23	23
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 78320

Названия разделов (тем) дисциплины	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Анализ цифровых фильтров	4	2	4	45	55	ПК-3, ПК-4
2 Синтез цифровых фильтров	-		4	26	30	ПК-3, ПК-4
3 Цифровая обработка изображений	-		2	26	28	ПК-3, ПК-4
4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов	-		2	25	27	ПК-3, ПК-4
Итого за семестр	4	2	12	122	140	
Итого	4	2	12	122	140	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Анализ цифровых фильтров	Цифровые цепи и сигналы. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Алгоритмы функционирования и формы реализации линейных цифровых фильтров. Характеристики ЛЦФ с постоянными параметрами. Нелинейные эффекты в цифровых фильтрах.	4	ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
2 Синтез цифровых фильтров	Синтез цифровых устройств для обработки. Синтез ЦФ по методу инвариантного преобразования импульсной характеристики. Синтез цифровых фильтров методом отображения дифференциалов. Синтез цифровых фильтров методом билинейного преобразования. Метод синтеза ЦФ с использованием Z-форм. Частотные преобразования, применяемые при синтезе цифровых фильтров. Прямой синтез ЦФ. Методы синтеза фильтров с КИХ.	4	ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
3 Цифровая обработка изображений	Представление и преобразованиедвумерных сигналов. Двумерные линейные фильтры. Рекурсивная обработка изображений. Нелинейная обработка изображений. Двумерная децимация данных.	2	ПК-3, ПК-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 78320

4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов	Аппаратурное построение КИХ-фильтра прямой формы. Параллелизм при построении КИХ-фильтров прямой формы. Каскадная форма КИХ-фильтра. Прямая форма КИХ-фильтра с высоким уровнем параллелизма. Прямая форма построения БИХ-фильтров. Каскадная форма БИХ-фильтров.	2	ПК-3, ПК-4
	Итого	2	
	Итого за семестр	12	
	Итого	12	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПК-3, ПК-4
	Итого за семестр	2	
	Итого	2	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Анализ цифровых фильтров	Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов	4	ПК-3, ПК-4
	Итого	4	
	Итого за семестр	4	
	Итого	4	

5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				

Согласована на портале № 78320

1 Анализ цифровых фильтров	Подготовка к лабораторной работе	14	ПК-3, ПК-4	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПК-3, ПК-4	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	20	ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	45		
2 Синтез цифровых фильтров	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	20	ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	26		
3 Цифровая обработка изображений	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	20	ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	26		
4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	20	ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	5	ПК-3, ПК-4	Контрольная работа
	Итого	25		
Итого за семестр		122		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет с оценкой
Итого		126		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 78320

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ПК-4	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов.: Учебное пособие / Курячий М.И. - Томск: ТМЦ ДО, 2002. - 175 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.2. Дополнительная литература

1. Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-00078-261-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/137567 .

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов.: Лабораторный практикум / Курячий М.И. - Томск: ТМЦ ДО, 2002. - 79 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
2. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов.: Учебно-методическое пособие / Курячий М.И. - Томск: ТМЦ ДО, 2002. - 73 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.3.2. 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.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: электронный курс / М.И. Курячий. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2018 (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных

Согласована на портале № 78320

и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

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

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.3. 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 зрения** предусмотрено использование в

Согласована на портале № 78320

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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Анализ цифровых фильтров	ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
2 Синтез цифровых фильтров	ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Цифровая обработка изображений	ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов	ПК-3, ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 78320

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.

Согласована на портале № 78320

5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что зависит от разрядности АЦП?
   а) время обработки одного отсчета
   б) интервал дискретизации
   в) максимальная амплитуда сигнала на выходе АЦП
   г) количество уровней квантования сигнала в двоичной форме
2. Какими способами можно снизить уровень шума квантования?
   а) многокаскадная интерполяция и использование фильтра нижних частот
   б) выборка с запасом по частоте и последующая интерполяция
   в) уменьшение разрядности АЦП и использование фильтра нижних частот
   г) увеличение разрядности АЦП и выборка с запасом по частоте
3. Какое утверждение является верным?
   а) БИХ-фильтр – это несколько последовательных КИХ-фильтров.
   б) БИХ-фильтры реализованы нерекурсивно, т.е. они всегда устойчивы.
   в) При одинаковом количестве коэффициентов КИХ-фильтр имеет более резкий срез характеристики.
   г) В отличие от БИХ-фильтров, КИХ-фильтры могут иметь строго линейную фазовую характеристику.
4. Чему равно количество уровней квантования, если разрядность АЦП равна 8 бит?
   а) 8
   б) 16
   в) 64
   г) 256
5. Чему равна минимальная частота Найквиста, если полоса частот сигнала лежит в диапазоне 0-16 кГц и сигнал дискретизирован без наложения?
   а) 128 кГц
   б) 64 кГц
   в) 32 кГц
   г) 16 кГц
6. Какие операции подразумевает перевод сигнала из аналоговой формы в цифровую?
   а) Дискретизация по времени
   б) Квантование по уровню
   в) Фильтрация с помощью аналогового ФНЧ
   г) Преобразование частоты дискретизации
7. Для чего применяется корреляционная обработка?
   а) Поиск сигнала на фоне шумов
   б) Измерение задержки распространения сигнала
   в) Определение полярности сигнала
   г) Снижение уровня шума квантования
   д) Защита от наложения спектров
8. Каким образом выбирается частота дискретизации по теореме Котельникова?
   а) Частота дискретизации должна быть больше, чем максимальная частота сигнала
   б) Частота дискретизации должна быть более чем в 10 раз больше максимальной частоты сигнала
   в) Частота дискретизации должна быть равна максимальной частоте сигнала
   г) Частота дискретизации должна быть больше, чем удвоенная максимальная частоты сигнала
9. Для чего используется децимация в цифровой обработке сигналов?
   а) для аналого-цифрового преобразования сигнала

Согласована на портале № 78320

б) для цифро-аналогового преобразования сигнала
в) для повышения частоты дискретизации
г) для понижения частоты дискретизации

10. Для чего используются оконные функции?
    а) Для сглаживания резких скачков в сигнале
    б) Для снижения требований к фильтру нижних частот при децимации
    в) Для повышения разрешающей способности АЦП
    г) Для подавления боковых лепестков в спектре ограниченного во времени сигнала
11. Каким выражением определяется вычислительная эффективность N-точечного БПФ для комплексных чисел?
    а) N^2
    б) N*log2(N)
    в) (N/2)*log2(N)
    г) (N^2)*log2(N)
12. Какое количество уровней квантования соответствует 8-ми разрядному АЦП?
    а) 8
    б) 256
    в) 16
    г) 255
13. Чему равна циклическая частота сигнала с периодом 0,01 с?
    а) 0,01
    б) 100
    в) 100π
    г) 200π
14. Каким выражением связаны между собой частота и период сигнала?
    а) f=1/T
    б) f=c*T
    в) f=λ/T
    г) f=λ*T*c
15. Каким выражением связаны между собой частота и период сигнала?
    а) f=1/T
    б) f=c*T
    в) f=λ/T
    г) f=λ*T*c
16. Какое из предложенных выражений верно?
    а) Фурье-преобразование свертки двух функций является отношением их Фурье-преобразований
    б) Фурье-преобразование отношения двух функций является сверткой их Фурье-преобразований
    в) Фурье-преобразование свертки двух функций является отношением их Фурье-преобразований
    г) Фурье-преобразование произведения двух функций является сверткой их Фурье-преобразований
17. Какая процедура АЦП выполняет разбиение диапазона отсчётных значений сигнала на конечное число уровней и округление этих значений до одного из двух ближайших к ним уровней?
    а) квантование по времени
    б) квантование по уровню
    в) дискретизация
    г) выборка
18. Сигнал с какой максимальной частотой можно оцифровать посредством АЦП с частотой выборок 68 МГц?
    а) 68 МГц
    б) 34 МГц
    в) 136 МГц
    г) 32 МГц
19. К чему приводит несоблюдение условий теоремы Котельникова при оцифровке сигнала?

Согласована на портале № 78320

а) к изменению несущей частоты
б) к наложению дискредитированного спектра сигнала
в) к ограничению уровня сигнала
г) ни к чему не приводит

20. Что такое интерполяции сигнала?
а) процедура увеличения частоты дискретизации сигнала
б) процедура уменьшения частоты дискретизации сигнала
в) процедура фильтрации сигнала
г) процедура деления частоты тактового генератора

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Что такое время преобразования (tпреобр) для АЦП?
а) интервал времени от начала преобразования до его конца
б) интервал времени от установившегося аналогового значения до преобразованного аналогового значения
в) интервал времени от задания аналогового скачка до значения установившегося цифрового кода
г) интервал времени от задания цифрового скачка до значения установившегося цифрового кода
2. Что называется линейной цифровой системой?
а) система, у которой выходной отклик y(nT) ограничен при каждом ограниченном входном воздействии
б) система, в которой текущий отсчет выходного сигнала формируется из предыдущих отчетов входного и выходного в) сигнала
г) система, в которой выполняется принцип суперпозиции
д) физически реализуемая система
3. В АЦП происходит:
а) квантование по уровню, дискретизация по времени, кодирование двоичным кодом
б) только квантование по уровню
в) только дискретизация по времени
г) только дискретизация по времени и кодирование двоичным кодом
4. Система называется стационарной или инвариантной во времени, если:
а) её параметры не изменяются во времени
б) в ней выполняется принцип суперпозиции
в) в ней текущий отчет сигнала формируется из предыдущих отчетов и текущего отчета входного сигнала
5. Какой из фильтров является всегда рекурсивным?
а) КИХ-фильтр
б) БИХ–фильтр
в) КИХ-фильтр и БИХ - фильтр
6. Какого типа синтеза ЦФ нет?
а) Синтеза по методу инвариантного преобразования ЧХ
б) Синтеза по методу отображения интегралов
в) Синтеза по методу отображения дифференциалов
г) Синтеза с использованием Z-форм
7. В методе инвариантного преобразования импульсной характеристики частота дискретизации выбирается исходя из:
а) допустимого перекрытия “хвостов” АЧХ
б) допустимого перекрытия ФЧХ
в) теоремы Котельникова (теоремы отсчетов)
г) условия требуемой неравномерности АЧХ
8. Какова форма окна Бартлетта в методе временных окон?
а) треугольная
б) прямоугольная
в) трапецеидальная
г) гауссоидальная
9. Какова форма окна Дирихле в методе временных окон?

Согласована на портале № 78320

а) треугольная
б) прямоугольная
в) трапецеидальная
г) гауссоидальная

10. Временные окна необходимы:
а) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке w = 0
б) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке w = 2p/T
в) для уменьшения изрезанности АЧХ в близи крутых склонов
г) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке w = p/T

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Анализ характеристик цифровых фильтров:

1. Задан дискретный сигнал, необходимо

$$x(nT) = \begin{cases} 0, & n \le 0, \\ 2{,}5\,, & n = 1, 2, 3, \\ 0, & n > 3. \end{cases}$$

а) Привести аналитическую форму записи дискретного сигнала.
б) Найти изображение входной последовательности X(z).
в) Записать разностное уравнение, считая H(z) = X(z).
г) Привести структурную схему фильтра.
д) Записать выражение для импульсной характеристики.
е) Найти свертку y(nT) = x(nT) * h(nT) графическим способом.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

Согласована на портале № 78320

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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 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 № 78320

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 1 от «26» 1 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ТОР	Я.В. Крюков	Согласовано, c2550210-7b25-4114-bb78-df4c7513eecf
Ассистент, каф. ТОР	О.А. Жилинская	Согласовано, 7029dda8-6686-4f8c-8731-d84665df77fc

РАЗРАБОТАНО:

Ассистент, каф. ТОР	Э. Дмитриев	Разработано, bac2a3d8-76ff-425b-ac10-f788fc60dedd
Заведующий кафедрой, каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Разработано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135

Согласована на портале № 78320