

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Х. М. БЕРБЕКОВА» (КБГУ)**

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра информационных технологий в управлении техническими системами

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП _____ В. А. Хакулов

Директор института _____ Н. В. Черкесова

« _____ » _____ 2020 г.

« _____ » _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09. «Цифровая обработка сигналов в технических системах»

Направление подготовки

27.03.04 Управление в технических системах
(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

Информационные технологии в управлении техническими системами

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

Нальчик 2020

Рабочая программа дисциплины «Цифровая обработка сигналов в технических системах» / сост. В. А. Шаповалов – Нальчик: КБГУ, 2020г. – 43 с.

(год составления и количество страниц рабочей программы)

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины вариативной части блока Б1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах», 4 семестр, 2 курса.

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1171 от 20.10.2015г.

© Шаповалов В. А. 2019
© ФГБОУ КБГУ, 2019

Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ООП ВО	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
4.1. Содержание разделов дисциплины.....	5
4.2. Разделы дисциплины.....	8
4.3. Лабораторные работы	10
4.4. Самостоятельное изучение разделов дисциплины.....	12
5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	13
5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости	13
5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации	32
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	34
6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.....	34
6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения	35
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	36
7.1. Основная литература.....	36
7.2 Дополнительная литература.....	38
7.3 Интернет-ресурсы.....	38
7.4. Перечень учебно-методических разработок	39
7.5 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.....	39
7.6 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.....	39
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	40
9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	41

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Цифровая обработка сигналов в технических системах» заключается в том, чтобы ознакомить студентов с теоретической и практической стороной цифровой элементной базы, используемой в современных информационных и автоматизированных устройствах и системах для получения знаний, умений и навыков анализа и проектирования цифровых устройств, реализующих требуемый (заданный) алгоритм преобразования информации.

Основными задачами изучения дисциплины являются следующие:

- направления развития теории и практики обработки сигналов с помощью аппаратных и программных средств;
- использование основных алгоритмов для различных целей при обработке сигналов;
- использования цифровых сигнальных процессоров совместно с дополнительным оборудованием для обработки сигналов;
- использования программируемых логических интегральных схем в плане их использования для построения устройств цифровой обработки сигналов;
- разработки программного обеспечения и его отладки для различных аппаратных средств и целей обработки сигналов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов в технических системах» входит в вариативную часть базового цикла Б1 учебного плана 27.03.04 «Управление в технических системах», в 4 семестре.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В процессе изучения дисциплины «Цифровая обработка сигналов в технических системах» у студентов по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» с квалификацией (степенью) «бакалавр» должны быть сформированы профессиональные компетенции (ПК -11, ПК-13).

Профессиональные компетенции (ПК):

- способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления (ПК-11);
- готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов (ПК-13).

В результате изучения дисциплины «Цифровая обработка сигналов в

технических системах» студент:

Должен знать классификации и назначение, принципы действия, параметры и характеристики элементов и типовых узлов цифровых устройств и систем обработки информации; принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем устройств, реализующих произвольный (заданный) алгоритм преобразования информации.

Должен уметь ставить и решать схемотехнические задачи, возникающие при анализе и проектировании цифровых устройств конкретного целевого назначения.

Должен владеть навыками схемотехнического проектирования цифровых устройств и систем.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

4.1. Содержание разделов дисциплины

№ Раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1.	Основы анализа сигналов.	Введение в предмет цифровой обработки сигналов (ЦОС). Понятие сигнала и его модели. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Организация метрологического обеспечения производства систем и средств автоматизации и управления. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	ПК-11 ПК-13	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.
2.	Спектральный анализ сигналов.	Предмет спектрального анализа сигналов. Применения спектрального анализа. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Свойства преобразования	ПК-11 ПК-13	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.

		<p>Фурье. Спектр дискретного сигнала. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Быстрое преобразование Фурье (БПФ).</p> <p>(способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).</p>		
3.	Аналоговые и дискретные системы.	<p>Классификация систем. Характеристики линейных систем. Способы описания линейных систем. Аналого-цифровое преобразование. Сущность линейной дискретной обработки сигналов. Способы описания дискретных систем. Фильтры первого и второго порядка. Рекурсивные и нерекурсивные дискретные фильтры. Устройство стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов в части цифровой обработки информации.</p> <p>(способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).</p>	<p>ПК-11 ПК-13</p>	<p>лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.</p>
4.	Адаптивные фильтры.	<p>Понятие адаптивной фильтрации. Фильтр Винера. Адаптивный алгоритм LMS. Адаптивный алгоритм RLS. Применения адаптивной фильтрации.</p> <p>(способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).</p>	<p>ПК-11 ПК-13</p>	<p>лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.</p>

		систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).		
5.	Интерполяция и аппроксимация сигналов.	Интерполяция и экстраполяция сигналов. Сплайн интерполяция. Методика аппроксимации Эмпирических данных. Мера приближения. Аппроксимирующая функция. Порядок модели. Оценка качества приближения. Линейная регрессия. Полиномиальная регрессия. Нелинейная регрессия. Сглаживание данных. Предсказание зависимостей. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	ПК-11 ПК-13	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.
6.	Обработка изображений.	Обработка одномерных сигналов. Сглаживание, расширение, сужение и морфологический градиент. Работа с изображением как с двумерным сигналом. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	ПК-11 ПК-13	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.
7.	Эффекты квантования в цифровых системах.	Форматы представления чисел. Процесс квантования. Эффекты квантования в цифровых фильтрах.	ПК-11 ПК-13	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование,

		(способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).		защита реферата, зачет.
8.	Методы модуляции цифровых сигналов.	Модуляция и демодуляция сигналов. Амплитудная, угловая, квадратурная модуляции. Методы модуляции, применяемые для передачи цифровой информации (АМн, ЧМн, ШИМ, ВИМ). (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	ПК-11 ПК-13	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.

4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Промежуточная аттестация – зачет (4семестр).

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	семестр № 4	Всего
Общая трудоемкость	144	144
Аудиторная работа:	68	68
<i>Лекции (Л)</i>	17	17
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	-	-
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	51	51
Самостоятельная работа:	67	67
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	-
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	-	-
Реферат (Р)	4	4
Эссе (Э)	-	-
Самостоятельное изучение разделов	53	53
Контрольная работа (К)	-	-

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	семестр № 4	Всего
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	10	10
Подготовка и сдача зачёта	9	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет	зачет

Разделы дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов			
		Всего	Ауд. работа		Вне ауд. раб. (СР)
			Л	ЛР	
1.	Основы анализа сигналов. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	15	2	6	7
2.	Спектральный анализ сигналов. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	24	2	10	12
3.	Аналоговые и дискретные системы. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	23	2	14	7
4.	Адаптивные фильтры. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	12	2	3	7
5.	Интерполяция и аппроксимация сигналов. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	21	3	6	12
6.	Обработка изображений. (способность организовать метрологическое	18	2	6	10

	обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).				
7.	Эффекты квантования в цифровых системах. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	10	2	3	5
8.	Методы модуляции цифровых сигналов. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	12	2	3	7
Итого:		135	17	51	67
9.	Подготовка и сдача зачета	9	-	-	-
Всего:		144			

4.3 Лабораторные работы

№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	4
1.	Генерация сигналов. Подготовка и организация метрологического обеспечения производства систем и средств автоматизации и управления для сбора информации. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	3
2.	Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Форматы представления данных. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	3
3.	Спектральный анализ сигналов. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	3
4.	Быстрое преобразование Фурье. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	3
5.	Дискретное преобразование Фурье. (способность организовать метрологическое обеспечение производства	4

	систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	
Итого:		51

4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1.	Основы анализа сигналов. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	7
2.	Спектральный анализ сигналов. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	12
3.	Аналоговые и дискретные системы. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	7
4.	Адаптивные фильтры. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	7
5.	Интерполяция и аппроксимация сигналов. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	12
6.	Обработка изображений. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	10
7.	Эффекты квантования в цифровых системах. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	5
8.	Методы модуляции цифровых сигналов. (способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления, готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов).	7
Итого:		67

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Изучение студентами дисциплины «Цифровая обработка сигналов в технических системах» осуществляется в 4 семестре в рамках следующих организационных форм: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа, контрольные мероприятия.

Достижения целей дисциплины осуществляется за счет использования следующих образовательных технологий (методов, приемов):

- объяснения и показ – демонстрации учебного материала с помощью современных проекционных и мультимедийных средств;
- применения методов ИТ – использования электронных версий учебников и учебных пособий, методических указаний (рекомендаций), программ симуляторов и пр.;
- индивидуализации обучения – за счет организации лабораторного практикума по принципу: каждому студенту (бригаде) свое лабораторное место и выдача ему (ей) индивидуального задания по лабораторным работам;
- для формирования положительной мотивации студента к обучению и его самообразования внедрены элементы проблемно-поисковой технологии обучения, когда студент должен демонстрировать функционирование алгоритмов анализа и проектирования различных цифровых и аналоговых элементов и устройств.

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Контрольные вопросы и задачи текущего и рубежного контроля

Контрольные мероприятия 1-ой контрольной точки

1. Лабораторная работа:
 - 1.1. Генерация сигналов. Подготовка и организация метрологического обеспечения производства систем и средств автоматизации и управления для сбора информации.
 1. 2. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Форматы представления данных.
 - 1.3. Спектральный анализ сигналов.
 - 1.4. Быстрое преобразование Фурье.
 - 1.5. Дискретное преобразование Фурье.
2. Коллоквиум: Задания на коллоквиум по первой контрольной точке.
3. Компьютерный тестовый контроль: Банк тестовых заданий по первой контрольной точки содержит 10 заданий.

Задания на коллоквиум по первой контрольной точке

Задание №1.

Что такое цифровая обработка сигналов (ЦОС)?

История цифровой обработки сигналов (ЦОС).

Какими должны быть пределы интегрирования?

Задание №2.

Что такое аналоговая обработка сигналов?

Что представляют собой импульсы?

Вещественная форма записи ряда Фурье.

Задание №3.

Предмет и задачи цифровой обработки сигналов (ЦОС).

Что является динамическим представлением сигналов?

Что принято называть спектральной диаграммой?

Задание №4.

Что представляет собой система цифровой обработки сигналов?

Какая математическая модель получила название функции включения или функции Хевисайда? Какой формулой она задается?

Чем различаются амплитудные и фазовые диаграммы?

Задание №5.

Какие разделы имеет цифровая обработка сигналов (ЦОС)?

В чем отличие аналогового, дискретного и цифрового сигналов?

Чем является комплексная форма представления ряда Фурье?

Задание №6.

Какой сигнал лучше – аналоговый или цифровой?

Назовите предмет и задачи системы цифровой обработки сигналов (СЦОС).

Краткая история ряда Фурье.

Задание №7.

Что понимается под цифровым сигналом?

В чем состоят преимущества и недостатки аналоговых систем?

Чем является преобразование Фурье?

Задание №8.

Преимущества и недостатки цифрового сигнала.

Для чего применяются пространства сигналов?

Каким требованиям должен удовлетворять сигнал, чтобы преобразование Фурье было применимо?

Задание №9.

Преимущества и недостатки аналогового сигнала.

Что такое спектральный анализ?

Что называют амплитудным спектром и фазовым спектром?

Задание №10.

Применения цифровой обработки сигналов.

В чем состоят преимущества и недостатки цифровых систем?

Что подразумевается под свойствами преобразования Фурье?

Задание №11.

История цифровых микросхем.

Предмет и задачи спектрального анализа сигналов.

Применение спектрального анализа сигналов.

Задание №12.

Что собой представляют система цифровой обработки сигналов (СЦОС)?

Какое место занимают гармонические (синусоидальные и косинусоидальные) функции?

Качественное и количественное определение состава объекта.

Задание №13.

Дайте понятие сигнала.

Что такое спектральное разложение сигнала?

Дельта-функция (функция Дирака).

Задание №14.

Что представляет собой математическая модель сигнала?

Как можно получить спектральное представление сигнала?

Постоянный во времени сигнал (константа).

Задание №15.

Классификация сигналов.

Что представляет собой анализатор спектра?

Что такое гармонический сигнал?

Задание №16.

Какие сигналы называют аналоговыми?

Как различают по диапазону частот анализаторы?

Дайте определение спектрального разложения сигнала.

Задание №17.

Какие сигналы называют дискретными?

Для чего предназначены низкочастотные анализаторы спектра?

Какие применения спектрального анализа сигналов вы знаете?

Задание №18.

Чем являются цифровые сигналы?

Что представляет собой астрономический радиоспектрометр?

Перечислите формы записи ряда Фурье.

Задание №19.

Что называется частотой дискретизации?

На основе чего строятся анализаторы оптического спектра?

Назовите условия существования преобразования Фурье.

Задание №20.

Что называется частотой Найквиста?

Рассказать о формах записи ряда Фурье.

Как зависит ширина спектра прямоугольного сигнала от параметра скважности?

Контрольные мероприятия 2-ой контрольной точке

1.Лабораторная работа:

- 1.1.Сигналы и их преобразования при цифровой обработке.
- 1.2. Дискретные фильтры.
- 1.3.Линейное преобразование сигналов.
- 1.4.Свертка сигналов. Свойства свертки.
- 1.5.Проектирование цифровых фильтров.
- 1.6.Исследование методов цифровой фильтрации сигналов.
2. Коллоквиум: Задания на коллоквиум по второй контрольной точке.
3. Компьютерный тестовый контроль: Банк тестовых заданий по первой контрольной точки содержит 11 заданий.

Задания на коллоквиум по второй контрольной точке

Задание №1.

1. Обработка сигналов в системах автоматизации и управления.
2. Согласование параметров информационных сигналов и преобразователей информации в динамическом режиме.
3. Каковы сравнительные достоинства и недостатки форматов представления чисел с фиксированной и плавающей запятой? При использовании каких форматов (с фиксированной или плавающей запятой) эффекты конечной точности представления чисел сказываются сильнее? Почему?

Задание №2.

1. Классификация и общая характеристика информационных сигналов.
2. Аналоговая фильтрация сигналов в информационно-измерительном канале (ИИК).
3. Какие предположения о статистических свойствах шума квантования обычно используются для его аналитического описания? При каких условиях они хорошо выполняются на практике?

Задание №3.

1. Временные характеристики сигналов.
2. Передаточные функции электрических фильтров.
3. Для каких фильтров — рекурсивных или нерекурсивных — ошибки квантования коэффициентов сказываются сильнее? Почему?

Задание №4.

1. Детерминированные и случайные сигналы. Классификация и общая характеристика информационных сигналов.
2. Основные характеристики: полоса пропускания, полоса задерживания, частота среза.
3. Как осуществляется интерполяция дискретного сигнала (повышение частоты дискретизации в целое число раз)? Приведите соответствующую структурную схему. Чему должны быть равны частота среза и коэффициент передачи в полосе пропускания для фильтра нижних частот, используемого в этой схеме?

Задание №5.

1. Частотные характеристики сигналов.
2. Логарифмические частотные характеристики фильтров.
3. Как осуществляется прореживание дискретного сигнала (понижение частоты дискретизации в целое число раз)? Приведите соответствующую структурную схему.

Задание №6.

1. Спектральный анализ периодических сигналов.
2. Частотные характеристики идеальных фильтров: ФНЧ, ФВЧ, ПФ, ЗФ.
3. Как осуществляется передискретизация сигнала (изменение частоты дискретизации с рациональным коэффициентом)? Приведите соответствующую структурную схему.

Задание №7.

1. Тригонометрическая и комплексная форма ряда Фурье.
2. Передаточные функции электрических фильтров.
3. К каким последствиям может привести удаление ФНЧ из схемы прореживания?

Задание №8.

1. Частотный спектр последовательности прямоугольных импульсов. Связь между частотными и временными характеристиками сигнала.
2. Основные характеристики: полоса пропускания, полоса задерживания, частота среза.
3. Почему при реализации интерполяции и прореживания обычно используются нерекурсивные фильтры?

Задание №9.

1. Частотные характеристики сигналов.

2. Мультиплексирование сигналов. Временное и частотное мультиплексирование.
3. Линейные дискретные системы (ЛДС). Устойчивость ЛДС.

Задание №10.

1. Спектральный анализ периодических сигналов.
2. Классическая схема мультиплексирования сигналов.
3. Разностное уравнение и алгоритм дискретной фильтрации.

Задание №11.

1. Спектральный анализ непериодических сигналов. Интеграл Фурье.
2. Структурные схемы и алгоритмы временного мультиплексирования. Функция преобразования мультиплексора.
3. Способы описания линейных дискретных систем (ЛДС). Пример определения выходной реакции ЛДС при заданном входном воздействии.

Задание №12.

1. Частотные спектры непериодических импульсных сигналов.
2. Методы и технические средства спектрального анализа сигналов.
3. Нули и полюсы передаточной функции (ПФ) линейных дискретных систем (ЛДС).

Задание №13.

1. Спектр одиночного прямоугольного импульса.
2. Каков типичный набор исходных данных при проектировании фильтра нижних частот?
3. Все пропускающие фильтры.

Задание №14.

1. Экспоненциальный импульс.
2. Опишите процедуру синтеза дискретного фильтра по аналоговому прототипу методом билинейного z -преобразования.
3. Расчет импульсной характеристики (ИХ) линейных дискретных систем (ЛДС) путем представления передаточной функции (ПФ) в виде суммы простых дробей.

Задание №15.

1. Единичная импульсная функция.

2. Приведите формулу, описывающую трансформацию частотной оси при билинейном z преобразовании.
3. Преобразование случайного сигнала в линейных дискретных системах (ЛДС). Описание ЛДС в пространстве состояний.

Задание №16.

1. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала.
2. В каких целях используются весовые функции при прямом оптимальном синтезе дискретных фильтров?
3. Нерекурсивные дискретные фильтры.

Задание №17.

1. Определение полосы частот, занимаемой сигналом.
2. Опишите процедуру прямого синтеза нерекурсивного дискретного фильтра оконным методом. Какие искажения идеализированной АЧХ происходят при использовании данного метода синтеза?
3. Уравнение фильтрации и структурная схема.

Задание №18.

1. Согласование параметров информационных сигналов и преобразователей информации в динамическом режиме.
2. Как рассчитать импульсную характеристику идеализированного фильтра по его частотной характеристике? Приведите соответствующую формулу.
3. Последовательная и параллельная формы реализации дискретных фильтров.

Задание №19.

1. Усиление сигналов в информационно-измерительном канале (ИИК).
2. Приведите формулу для импульсной характеристики идеального фильтра нижних частот, изобразите АЧХ и ФЧХ данного фильтра.
3. Рекурсивные дискретные фильтры.

Задание №20.

1. Схема замещения усилительного устройства на ОУ, коэффициент усиления, операторная передаточная функция.
2. Перечислите основные эффекты, связанные с конечной разрядностью представления

чисел в цифровых системах обработки сигналов.

3. Прямая, каноническая и транспонированная формы реализации дискретных фильтров.

Контрольные мероприятия 3-ой контрольной точке

1.Лабораторная работа:

1.1.Исследование свойств различных видов окон.

1.2.Сигналы и их преобразования при цифровой обработке на примере стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов.

1.3.Построение графиков.

1.4.Исследование эффектов конечной разрядности чисел.

1.5.Модуляция и демодуляция сигналов.

2.Коллоквиум: Задания на коллоквиум по третьей контрольной точке.

3.Компьютерный тестовый контроль: Банк тестовых заданий по первой контрольной точки содержит 13 заданий.

Задания на коллоквиум по третьей контрольной точке

Задание №1.

1. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Принципы действия, основные элементы, структурные схемы и характеристики.

2. Фильтрация изображений.

3. Приведите формулу алгоритма дискретной фильтрации и поясните использованные в ней обозначения.

Задание №2.

1. Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП). Принципы действия, основные элементы, структурные схемы и характеристики.

2. Линейные фильтры. Ядро фильтра. Фильтрация изображений на границе.

3. Что такое порядок дискретного фильтра? В чем разница между порядком и длиной дискретного фильтра?

Задание №3.

1. Что такое модуляция и демодуляция сигнала? Когда применяется модуляция и демодуляция?

2. Сглаживающие фильтры. Гаусовский фильтр.

3. Дайте определение импульсной характеристики дискретной системы. При каких начальных условиях она определяется? Как с помощью импульсной характеристики описывается преобразование сигнала дискретной системой во временной области?

Задание №4.

1. Какие разновидности модуляции вам известны?
2. Фильтры, повышающие контрастность.
3. Что такое функция передачи дискретной системы? В каком стандартном виде ее можно записать для линейной стационарной причинной системы?

Задание №5.

1. В чем преимущества и недостатки амплитудной модуляции (АМ)?
2. Разностные фильтры. Нахождение вертикальных и горизонтальных границ.
3. Дайте определение устойчивости и сформулируйте условие устойчивости линейной стационарной дискретной системы. Какие дискретные системы (рекурсивные и/или нерекурсивные) могут быть неустойчивыми и почему?

Задание №6.

1. В чем состоит преимущество квадратурной модуляции?
2. Фильтр Прюита и фильтр Собеля.
3. Изобразите структурную схему прямой формы реализации дискретного рекурсивного фильтра.

Задание №7.

1. Методы модуляции, применяемые для передачи цифровой информации (АМн, ЧМн, ФМн, ШИМ, ВИМ).
2. Нелинейные фильтры. Медианный фильтр.
3. Изобразите структурную схему канонической формы реализации дискретного рекурсивного фильтра.

Задание №8.

1. Виды модуляции. Амплитудная модуляция (АМн).
2. Что такое дискретный сигнал? Имеют ли физический смысл его характеристики и операции, производимые над ним? Почему?
3. Изобразите структурную схему транспонированной формы реализации дискретного

рекурсивного фильтра. Каково главное достоинство этой схемы?

Задание №9.

1. Виды модуляции. Частотная модуляция (ЧМн).
2. Приведите формулу для вычисления свертки дискретных сигналов бесконечной длительности.
3. В чем заключается основная идея алгоритма быстрого преобразования Фурье с прореживанием по времени?

Задание №10.

1. Фазовая (ФМн) и квадратурная (КМн) модуляции.
2. Какой смысл имеет круговая частота дискретного гармонического сигнала? В каких единицах она измеряется? Почему ее невозможно однозначно определить?
3. Что такое растекание спектра? Каковы причины этого явления? Как борются с этим эффектом?

Задание №11.

1. Амплитудно-импульсная (АИМ), широтно-импульсная (ШИМ) и время-импульсная (ВИМ) модуляции.
2. При каком условии дискретный гармонический сигнал является периодическим?
3. Каков типичный набор исходных данных при проектировании фильтра нижних частот?

Задание №12.

1. Что такое квантование?
2. Чему равна частота Найквиста? Чем объясняется ее важность в системах дискретной обработки сигналов?
3. Опишите процедуру синтеза дискретного фильтра по аналоговому прототипу методом билинейного z -преобразования.

Задание №13.

1. Какие вы знаете системы счисления, коды, используемые в аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователях?
2. Приведите формулы прямого и обратного преобразования Фурье в дискретном времени.

3. Какие предположения о статистических свойствах шума квантования обычно используются для его аналитического описания? При каких условиях они хорошо выполняются на практике?

Задание №14.

1. Какие форматы представления чисел в вычислительных устройствах вам известны?
2. Какой дискретный сигнал аналогичен дельта-функции по своим спектральным свойствам?
3. Для каких фильтров — рекурсивных или нерекурсивных — ошибки квантования коэффициентов сказываются сильнее? Почему?

Задание №15.

1. Каковы сравнительные достоинства и недостатки форматов представления чисел с фиксированной и плавающей запятой?
2. Приведите формулу, связывающую спектры аналогового и дискретизированного сигналов.
3. Как осуществляется интерполяция дискретного сигнала (повышение частоты дискретизации в целое число раз)? Приведите соответствующую структурную схему. Чему должны быть равны частота среза и коэффициент передачи в полосе пропускания для фильтра нижних частот, используемого в этой схеме?

Задание №16.

1. При использовании каких форматов (с фиксированной или плавающей запятой) эффекты конечной точности представления чисел сказываются сильнее? Почему?
2. Приведите формулу прямого z -преобразования. При каких значениях z определена данная функция?
3. Как осуществляется прореживание дискретного сигнала (понижение частоты дискретизации в целое число раз)? Приведите соответствующую структурную схему. Чему должны быть равны частота среза и коэффициент передачи в полосе пропускания для фильтра нижних частот, используемого в этой схеме?

Задание №17.

1. В чем достоинства и недостатки формата с фиксированной запятой?
2. Как связано преобразование Фурье в дискретном времени с z -преобразованием?
3. Как осуществляется передискретизация сигнала (изменение частоты дискретизации

с рациональным коэффициентом)? Приведите соответствующую структурную схему. Чему должны быть равны частота среза и коэффициент передачи в полосе пропускания для фильтра нижних частот, используемого в этой схеме?

Задание №18.

1. В чем достоинства и недостатки формата с плавающей запятой?
2. Как на структурных схемах дискретных устройств обозначается блок, осуществляющий задержку дискретного сигнала на один отсчет? Почему?
3. К каким последствиям может привести удаление ФНЧ из схемы прореживания?

Задание №19.

1. Для каких фильтров особенно сильно проявляется негативный эффект от квантования коэффициентов?
2. Дайте определения свойствам линейности, стационарности и причинности.
3. Почему при реализации интерполяции и прореживания обычно используются нерекурсивные фильтры?

Задание №20.

1. Что такое предельные циклы?
2. Почему линейная стационарная система с частотно-избирательными свойствами должна обязательно обладать памятью?
3. Методы поиска шаблона в сигнале.

ТЕСТЫ:

F1: Цифровая обработка сигналов в технических системах, 2б, 4 сем, ИИРиКТ

F2: Шаповалов В. А.

V1: Основные положения (1 рейтинговая точка)

V2: Основные понятия и определения

I: 1

S: **Направления ЦОС.**

+: линейная фильтрация; адаптивная фильтрация; спектральный анализ; частотно-временной анализ; нелинейная обработка; многоскоростная обработка.

-: спектральный анализ; частотно-временной анализ; нелинейная обработка; многоскоростная обработка.

-: адаптивная фильтрация; спектральный анализ; частотно-временной анализ; нелинейная обработка; многоскоростная обработка.

-: адаптивная фильтрация; спектральный анализ; линейная обработка; однокоростная обработка.

I: 2

S: **Что представляют собой аналоговые сигналы? Аналоговые сигналы:**

- + : непрерывно меняются во времени.
- : состоят из последовательностей нулей «0» и единиц «1».
- : меняются по шагам (ступеням).
- : существуют только в частотной области.

I: 3

S: **Дискретен или непрерывен по частоте спектр произвольного дискретного сигнала?**

- : Неоднороден.
- : Дискретен.
- + : Непрерывен.
- : Может быть любым.

I: 4

S: **Единица измерения частоты дискретизации -**

- : Мб
- : Кб
- + : Гц
- : Кц

I: 5

S: **Два чисто синусоидальных сигнала имеют одинаковую амплитуду «А» и частоту «f». Разность фаз между ними составляет 180° . Если эти сигналы сложить, то каким будет суммарный сигнал?**

- + : сигнала не будет,
- : синусоидальный сигнал с амплитудой $2A$ и частотой $2f$,
- : синусоидальный сигнал с амплитудой A и сдвигом фазы $\pm 90^\circ$ относительно первого и второго сигналов соответственно,
- : синусоидальный сигнал с амплитудой $A/2$ и частотой f .

I: 6

S: **Схема цифровой обработки сигнала?**

- + : $S_{вх}(t)$ АЦП ЦП и Ф ЦАП $S_{вых}(t)$
- : $S_{вх}(t)$ ЦАП ЦП АЦП Ф $S_{вых}(t)$
- : $S_{вх}(t)$ АЦП ЦАП ЦП $S_{вых}(t)$
- : $S_{вх}(t)$ АЦП ЦАП Ф $S_{вых}(t)$

I: 7

S: **Если в аналоговой системе произвольная задержка подаваемого на вход сигнала приводит лишь к такой же задержке выходного сигнала, не меняя его формы, система называется?**

- + : Стационарной.
- : Не стационарной.
- : Параметрической.
- : Системой с переменными параметрами.

I: 8

S: **Импульсная характеристика это?**

- + : Отклик на воздействие δ -функции.
- : Отклик на воздействие в виде функции Хевисайда.
- : Отклик на воздействие в виде прямоугольного импульса.

-: Передаточная функция.

I: 9

S: **Взвешенная \square -функция имеет:**

- +: конечную площадь и бесконечную амплитуду,
- : бесконечную площадь и конечную амплитуду,
- : площадь равную 1 и единичную амплитуду,
- : бесконечную площадь и бесконечную амплитуду.

I: 10

S: **Какими параметрами определяется гармонический сигнал?**

- : Амплитудой A и частотой ω .
- : Амплитудой A и начальной фазой φ .
- +: Амплитудой A , частотой ω и начальной фазой φ .
- : Частотой ω и начальной фазой φ .

V1: Цифровая обработка сигналов и изображений (2 рейтинговая точка)

V2: Основные понятия и определения

I: 1

S: **К линейной фильтрации относится:**

- : Обработка речевых, звуковых сигналов, распознавание образов и т.п.
- +: Селекция сигналов в частотной области; синтез фильтров, согласованных с сигналами; частотное разделение каналов и т.п.
- : Задачи обнаружения; радиолокация; обработка сейсмических и акустических сигналов и т.п.
- : Обработка серии изображений, потоковое сжатие и т.п.

I: 2

S: **Единица дискретизации растрового изображения?**

- +: пиксель
- : тексель
- : дюйм
- : вектор

I: 3

S: **Почему необходимо использовать АЦП с ЦПОС?**

- : это позволяет более точно обрабатывать цифровые данные,
- + ЦПОС могут обрабатывать только цифровые данные,
- : процесс преобразования устраняет лишние цифровые данные,
- : этот процесс сжимает сигнал.

I: 4

S: **Фильтрацию лучше всего характеризовать как процесс:**

- : умножения частоты,
- : изменения фазы сигнала до требуемого значения,
- : масштабирования амплитуды сигнала,
- + удаления нежелательных и выделения полезных частотных составляющих.

I: 5

S: **Линейная ФЧХ означает, что вносится:**

- + одинаковое время задержки для всех частотных составляющих,
- : время задержки пропорциональное частоте сигнала,

- : время задержки пропорциональное амплитуде сигнала,
- : время задержки линейно возрастает.

I: 6

S: Преобразование Фурье (ПФ) используется для:

- +: преобразования непериодических сигналов из временной области в частотную,
- : преобразования только периодических сигналов из временной области в частотную область и обратно,
- : сжатия дискретных сигналов,
- : фильтрации нежелательных частот сигнала.

I: 7

S: Дискретное преобразование Фурье используется для?

- : Корреляционного анализа.
- : Анализа предельных циклов.
- +: Спектрального анализа.
- : Квантового анализа.

I: 8

S: БПФ по основанию 2 означает, что:

- : все выборки исходного сигнала делятся на 2,
- +: исходное ДПФ прореживается во времени до тех пор, пока мы не получим слева последовательность из двухточечных ДПФ,
- : исходное ДПФ расщепляется на два ДПФ,
- : все поворачивающие множители основаны на степени 2.

I: 9

S: Кодирование преобразованием – это:

- +: метод сжатия «с потерями», который в передаваемом изображении игнорирует высокочастотные компоненты с низким уровнем,
- : метод сжатия «без потерь», который в передаваемом изображении игнорирует низкочастотные компоненты,
- : схема сжатия изображения «без потерь»,
- : схема сжатия изображения, которая специально приспособлена к БПФ.

I: 10

S: Различие между дискретным преобразованием Фурье (ДПФ) и преобразованием Фурье (ПФ) состоит в том, что:

- : ПФ работает с дискретными сигналами, а ДПФ – с непрерывными сигналами.
- : ДПФ сжимает, а ПФ восстанавливает дискретные сигналы.
- +: ДПФ работает с дискретными сигналами, а ПФ работает с непрерывными непериодическими сигналами.
- : ДПФ порождает информацию о частотной области, а ПФ обращает эту информацию во временную область.

I: 11

S: Цифровая линейная фильтрация может быть осуществлена алгоритмами:

- : БИХ-фильтрации.
- : КИХ-фильтрации.
- +: БИХ- и КИХ-фильтрации.
- : Только аналоговой фильтрацией

V1: Особенности осуществления ЦОС в технических системах (3 рейтинговая

точка)

V2: Основные понятия и определения

I: 1

S: Главное преимущество цифровых фильтров заключается в том, что они:

- : более дешевые,
- : легче проектируются,
- +: программируемые,
- : обеспечивают крутой спад в переходной полосе.

I: 2

S: По сравнению с цифровыми цепями аналоговые цепи более чувствительны к:

- : изменениям входного сигнала,
- : конструктивным недостаткам,
- +: изменениям температуры, старению и к допускам элементов,
- : программным ошибкам.

I: 3

S: При выборе элементной базы вычислителя необходимо:

- а. чтобы тактовая частота в сотни раз превосходила частоту дискретизации.
- б. чтобы тактовая частота была равна частоте дискретизации.
- в. чтобы тактовая частота была меньше частоты дискретизации.

I: 4

S: В чем различие между процессорами с фиксированной запятой (ФЗ) и плавающей запятой (ПЗ)?

- : приборы с ПЗ работают в меньшем диапазоне чисел, чем приборы с ФЗ,
- +: приборы с ФЗ работают в меньшем диапазоне чисел, чем приборы с ПЗ,
- : приборы с ФЗ более точны, чем приборы с ПЗ,
- : приборы с ПЗ применяются в аналогово-цифровом преобразовании.

I: 5

S: Перед поступлением сигнала на вход АЦП его следует пропустить через:

- +: ограничитель спектра для того, чтобы самая высокая частота сигнала не превышала половины частоты дискретизации,
- : сглаживающий фильтр для того, чтобы гарантировать отсутствие скачкообразных изменений в сигнале,
- : ограничитель спектра для того, чтобы самая высокая частота сигнала не превышала удвоенной частоты дискретизации,
- : компрессор частот.

I: 6

S: Основной принцип кодирования звука - это...

- +: дискретизация
- : использование максимального количества символов
- : использовать аудиоадаптер
- : использование специально ПО

I: 7

S: Процесс воспроизведения звуковой информации, сохраненной в памяти ЭВМ:

- : Акустическая система - звуковая волна - электрический сигнал -- аудиоадаптер память ЭВМ
- : Двоичный код - память ЭВМ - аудиоадаптер - акустическая система - электрический

сигнал - звуковая волна

+: Память ЭВМ - двоичный код - аудиоадаптер - электрический сигнал - акустическая система - звуковая волна

-: Двоичный код - аудиоадаптер - память ЭВМ- электрический сигнал - акустическая система - звуковая волна

I: 8

S: Как правило, кодирование речи:

-: является кодированием «без потерь», а декодирование восстанавливает первоначальный речевой сигнал.

+: является кодированием с «потерями» и кодируются только слышимые участки речи.

-: модулирует сигнал на низкочастотной несущей.

-: является методом, с помощью которого подавляются периодические сегменты.

I: 9

S: Сжатие видео-сигналов (согласно рекомендациям МККТТ в серии Н):

-: использует сходство между предыдущим и последующим кадрами

-: является схемой сжатия «без потерь»

+: использует сходство между текущим и предыдущим кадрами

-: использует БПФ на каждом кадре для снижения требований к полосе пропускания

I: 10

S: Комбинация из кодирования методами предсказания вперед и назад используется в:

+: стандарте сжатия MPEG (Экспертной Группы по Движущимся Изображениям).

-: стандарте сжатия JPEG (Объединенной Фотографической Экспертной Группой).

-: дискретных косинусных преобразованиях.

-: схемах сжатия изображений «без потерь».

I: 11

S: Адаптивная фильтрация –это:

-: вычисление корреляций; синтез амплитудных, фазовых, частотных детекторов, обработка речи.

-: обработка речи, изображений, распознавание образов.

+: увеличение и уменьшение частоты дискретизации в многоскоростных системах.

-: нелинейная обработка по квантованию амплитуды сигнала.

I: 12

S: Почему цифровая обработка сигналов требует специального оборудования?

-: оно необходимо для выполнения как аналоговых, так и цифровых функций.

+: микропроцессоры общего назначения не могут выполнять операции умножения, сложения и накопления ($A=B*C+D$) достаточно быстро.

-: микропроцессоры общего назначения могут складывать, но не могут умножать.

-: цифровое суммирование должно использовать специальные методы.

I: 13

S: Эффекты, связанные с конечной разрядностью представления чисел квантования в цифровых системах разделяются на категории. Какой из вариантов не относится к ним?

-: Шум квантования, возникает при аналого-цифровом преобразовании.

+: Искажение характеристик.

-: Переполнение разрядной сетки.

-: Округление промежуточных результатов вычисления.

Примерные темы рефератов на выбор

1. Способы представления сигналов: динамические и спектральные. Особенности, преимущества и недостатки.
2. Детерминированные и случайные сигналы. Общая характеристика и классификация. Примеры.
3. Тестовые сигналы: дельта-функция, функция единичного скачка, функция Кронекера.
4. Основные типы сигналов: аналоговый, дискретный и цифровой.
5. Шумы и помехи. Выделение в сигналах шумов.
6. Импульсы Дирака и Кронекера. Интегральная и линейная дискретная свертки.
7. Спектральное представление сигналов. Преобразование Фурье.
8. Равномерная и адаптивная дискретизация. Теорема Котельникова. Эффект алайзинга (aliasing).
9. Процессоры цифровой обработки сигналов.
10. Квантование сигналов.
11. Децимация и интерполяция сигналов.
12. Z-преобразование сигналов. Свойства z-преобразования. Связь с преобразованием Фурье.
13. Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры.
14. БИХ и КИХ-фильтры.
15. Явление Гиббса. Последствия для практики. Нейтрализация явления Гиббса.
16. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.
17. Конструкция рекурсивных цифровых фильтров. Каскадная и параллельная форма.
18. Нерекурсивные и рекурсивные частотные цифровые фильтры. Особенности, преимущества и недостатки.
19. Аналого-цифровые и цифрово-аналоговые преобразователи в технических системах.
20. Применение дискретного преобразования Фурье.
21. Вейвлет-преобразование сигналов.
22. Цифровая обработка изображений.
23. Цифровая обработка звука.
24. Применение цифровой обработки сигналов в технических системах.
25. Области применения и история цифровой обработки сигналов.

5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета в 4 семестре ОФО. На зачете студенту предлагается ответить на теоретические вопросы. Билет включает два теоретических вопроса.

Вопросы к зачету

1. Цифровая обработка сигналов (ЦОС). Предмет и задачи ЦОС. Применения цифровой обработки сигналов.
2. Цифровой и аналоговый сигналы. Преимущества и недостатки цифрового и аналогового сигналов.
3. Дайте понятие сигнала. Классификация сигналов. История цифровой обработки сигналов (ЦОС).
4. Спектральный анализ. Предмет и задачи спектрального анализа сигналов.
5. Спектральное разложение сигнала. Спектральное представление сигнала.
6. Анализатор спектра. Низкочастотные анализаторы спектра.
7. Спектральная диаграмма.
8. Амплитудные и фазовые диаграммы.
9. Краткая история ряда Фурье.
10. Преобразование Фурье.
11. Амплитудный и фазовый спектры.
12. Свойства преобразования Фурье.
13. Качественное и количественное определение состава объекта.
14. Дельта-функция (функция Дирака).
15. Постоянный во времени сигнал (константа).
16. Дайте определение спектрального разложения сигнала. Применения спектрального анализа сигналов.
17. Перечислите формы записи ряда Фурье.
18. Обработка сигналов в системах автоматизации и управления.
19. Классификация и общая характеристика информационных сигналов. Временные характеристики сигналов.
20. Детерминированные и случайные сигналы. Классификация и общая характеристика информационных сигналов.
21. Частотные характеристики сигналов.
22. Частотный спектр последовательности прямоугольных импульсов. Связь между

частотными и временными характеристиками сигнала.

23. Экспоненциальный импульс.
24. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала.
25. Усиление сигналов в информационно-измерительном канале (ИИК). Аналоговая фильтрация сигналов в информационно-измерительном канале (ИИК).
26. Схема замещения усилительного устройства на ОУ, коэффициент усиления, операторная передаточная функция.
27. Передаточные функции электрических фильтров.
28. Основные характеристики: полоса пропускания, полоса задерживания, частота среза.
29. Мультиплексирование сигналов. Временное и частотное мультиплексирование.
30. Классическая схема мультиплексирования сигналов.
31. Структурные схемы и алгоритмы временного мультиплексирования. Функция преобразования мультиплексора.
32. Методы и технические средства спектрального анализа сигналов
33. Линейные дискретные системы (ЛДС). Устойчивость ЛДС.
34. Организация метрологического обеспечения производства систем и средств автоматизации и управления для мониторинга и аналогово-цифровой обработки.
35. Нерекурсивные дискретные фильтры.
36. Последовательная и параллельная формы реализации дискретных фильтров.
37. Рекурсивные дискретные фильтры. Прямая, каноническая и транспонированная формы реализации дискретных фильтров
38. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Принципы действия, основные элементы, структурные схемы и характеристики.
39. Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП). Принципы действия, основные элементы, структурные схемы и характеристики.
40. Модуляция и демодуляция сигнала. Разновидности и их применение.
41. Методы модуляции, применяемые для передачи цифровой информации (АМн, ЧМн, ФМн, ШИМ, ВИМ).
42. Виды модуляции. Амплитудная модуляция (АМн). Частотная модуляция (ЧМн).
43. Фазовая (ФМн) и квадратурная (КМн) модуляции.
44. Амплитудно-импульсная (АИМ), широтно-импульсная (ШИМ) и время-импульсная (ВИМ) модуляции.
45. Фильтрация изображений.
46. Линейные фильтры. Ядро фильтра. Фильтрация изображений на границе.

Приведите пример линейных фильтров.

47. Сглаживающие фильтры. Гаусовский фильтр.

48. Фильтры, повышающие контрастность.

49. Разностные фильтры. Нахождение вертикальных и горизонтальных границ.

50. Фильтр Прюита и фильтр Собеля.

51. Нелинейные фильтры. Медианный фильтр.

52. Приведите формулу для вычисления свертки дискретных сигналов бесконечной длительности.

53. Приведите формулы прямого и обратного преобразования Фурье в дискретном времени.

54. Приведите формулу, связывающую спектры аналогового и дискретизированного сигналов.

55. Дайте определения свойствам линейности, стационарности и причинности.

56. Приведите формулу алгоритма дискретной фильтрации и поясните использованные в ней обозначения.

57. Как осуществляется интерполяция дискретного сигнала? Дискретный рекурсивный фильтр.

58. Устройство стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов в части цифровой обработки информации.

59. Как связано преобразование Фурье в дискретном времени с z-преобразованием?

60. Методы поиска шаблона в сигнале.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Шифр Компетенции	Компетенция	Показатели оценивания компетенций	Критерии оценивания компетенций
1	2	3	4
ПК-11	способностью организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления.	В ходе текущего, рубежного контроля, лабораторных работ показать способность организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления.	Наличие показателя – удовлетворительно; Наличие перспектив развития или обозначены перспективы развития в последующих проектах - хорошо; Уровень проекта, предполагающий проработку использования как отдельного модуля в проектах других студентов –

			отлично.
ПК-13	готовностью участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов.	В ходе текущего, рубежного контроля и по результатам лабораторных работ показать готовность активно участвовать в разработке и применять современные технологии создания аппаратно-программных управляющих комплексов.	Наличие показателя – удовлетворительно; Наличие перспектив развития или обозначены перспективы развития в последующих проектах - хорошо; Уровень проекта, предполагающий проработку использования как отдельного модуля в проектах других студентов - отлично.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Результаты обучения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
1	2	3
31 классификации и назначение, принципы действия, параметры и характеристики элементов и типовых узлов цифровых устройств и систем обработки информации.	- описание основ; - выполнение тестов; - выполнение и защита лабораторных работ; защита реферата.	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.
32 принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем устройств, реализующих произвольный (заданный) алгоритм преобразования информации.	- описание основ; - выполнение тестов; - выполнение и защита лабораторных работ; защита реферата.	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.
У1 ставить и решать схемотехнические задачи, возникающие при анализе и проектировании цифровых устройств конкретного целевого назначения.	- описание основ; - выполнение тестов; - выполнение и защита лабораторных работ; защита реферата.	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.
В1 навыками схемотехнического проектирования цифровых устройств и систем.	- описание основ; - выполнение тестов; - выполнение и защита лабораторных работ; защита реферата.	лабораторная работа, вопросы на коллоквиуме, тестирование, защита реферата, зачет.

6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов:

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
4	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».

Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 4 семестре проводится по следующей шкале, применяемой на зачете:

Семестр	Шкала оценивания	
	Не зачтено (36-60 баллов)	Зачтено (61-100 баллов)
4	Студент имеет 36 - 60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил на теоретический вопрос и не решил задачу.	Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный (частичный) ответ на теоретический вопрос и частично (полностью) решил задачу. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или решил задачу. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Борисова И.В. Цифровые методы обработки информации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Борисова И.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 139 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45061.html>.
2. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]/ Гадзиковский В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015.— 766 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53863.html>.

3. Иванова В.Е. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванова В.Е., Тяжев А.И.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 253 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75425.html>.
4. Калачиков А.А. Математические основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям/ Калачиков А.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014.— 67 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55481.html>.
5. Кравченко В.Ф. Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами [Электронный ресурс]/ Кравченко В.Ф., Чуриков Д.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2018.— 182 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84710.html>.
6. Макаренко А.А. Специальные вопросы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Макаренко А.А., Плотников М.Ю.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2014.— 87 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68145.html>.
7. Малинкин В.Б. Адаптивная фильтрация в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие / Малинкин В.Б.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 324 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69533.html>.
8. Новиков П.В. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Новиков П.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2018.— 75 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76797.html>.
9. Сидельников Г.М. Цифровая обработка сигналов мультимедиа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сидельников Г.М., Калачиков А.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 111 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74664.html>.
10. Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Умняшкин С.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2018.— 528 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84697.html>.
11. Учебно-методическое пособие по курсу Компьютерное моделирование обработки сигналов в информационных системах [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский технический университет связи и информатики, 2016.— 44

с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61487.html>.

7.2 Дополнительная литература

1. Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы. М.: Техносфера, 2013.— <http://www.iprbookshop.ru/26889..html>.
2. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов. - Москва: Издательство «Горячая линия - Телеком», 2007.
3. Кравченко В.Ф., Чуриков Д.В. Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами. - Москва: Техносфера, 2018.
4. Магазинникова А.Л. Основы цифровой обработки сигналов. – М.: Издательство "Лань", 2016. – (<https://b-ok.org>).
5. Матвеев Ю.Н. Цифровая обработка сигналов. – СПб: СПбНИУ ИТМО, 2013.
6. Соловьев Н.А., Тишина Н.А., Юркевская Л.А. Цифровая обработка информации в задачах и примерах: учебное пособие.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.— <http://www.iprbookshop.ru/78923.html>.
7. Строгонов А.В. Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем: учебное пособие. – М.: Издательство "Лань", 2018. - (<https://b-ok.org>).

7.3 Интернет-ресурсы

1. Введение в цифровую обработку изображений URL: <http://lib.ssga.ru/fulltext/UMK/200200/7> семестр/Цифровая обработка изображений/200200 Лекции ЦОИ 2011.pdf
2. Литература по цифровой обработке сигналов URL: <http://dsp-book.narod.ru/books.html>
3. Литература по ЦОС и алгоритмам. URL: <http://www.cyberforum.ru /digital-signal-processing/thread551566.html>
4. Научно-технический журнал "Цифровая обработка сигналов" URL: <http://www.dsps.ru/>
5. Цифровая обработка изображений URL: <http://sibsauktf.ru/courses/fulleren/g3.htm>
6. Цифровая обработка изображений в информационных системах URL: https://techlibrary.ru/b/2k1rluliln1a1o_2q.2z._1j_1e1r._3e1j1v1rl1p1c1a2g_1p1b1rla1b1p1t111a_1j1ilp1b1rla1h1f1o1j1k_1c_1j1o1v1p1rl1n1a1x1j1p1o1o2c1w_1s1j1s1t1f1n1a1w._2000.pdf
7. Цифровая обработка сигналов URL: https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_85526.pdf

7.4. Перечень учебно-методических разработок

По дисциплине «Цифровая обработка сигналов в технических системах» разработан практикум: Хакулов В.А., Карякин А.Т., Шаповалов В.А. «Организация проектной деятельности. Унифицированные проекты (модули)»- Нальчик, Каб.-Балк. ун.-т, 2018, 73 с. для студентов, позволяющий организовать работу по изучению дисциплины и создать условия для самостоятельной работы. Практикум издан в печатном и электронном вариантах и доступен для каждого студента.

Методическое пособие содержит лабораторные работы по использованию унифицированных проектов (модулей), являющихся основой более сложных проектов.

7.5 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. ЭБД РГБ - Электронные версии полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки URL: <http://www.diss.rsl.ru>
2. SciverseScopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии». Реферативная и аналитическая база данных URL: <http://www.scopus.com>
3. Электронная библиотека научных публикаций URL: <http://elibrary.ru>
4. Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям URL: <http://polpred.com>
5. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии URL: <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts>

7.6 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Windows 7, Microsoft Office (Word, Excel), Acrobat Reader, WinRAR, Delphi XE2 Professional № лицензии (License Certificate Number) 207406, Dev-C++ — свободная интегрированная среда разработки приложений для языков программирования C/C++. Открытая лицензия (GNU GPL), Python 3.6 IDE PyCharm Professional Edition является бесплатным для образовательных учреждений (свободное распространение), Arduino IDE Лицензия GNU General Public License, OpenCV | Лицензия BSD(Berkeley Software Distribution license), Ubuntu Лицензия GPL, Lazarus (Free Pascal).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

По дисциплине «Цифровая обработка сигналов в технических системах» имеются презентации по всем темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал. Имеются компьютерное и мультимедийное оборудование и программное обеспечение для выполнения лабораторных работ.

Тип аудитории, расположение	Оборудование и инвентарь аудитории	Программное обеспечение
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа 312 ауд. (Условный номер №33; 360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Толстого, д. 184)	1. Столы – 22 шт. 2. Стулья – 36 шт. 3. Переносные унифицированные модули на основе микроконтроллеров, других электронных или электромеханических устройств автоматизации, визуализации результатов, мониторинга на основе цифровых, аналоговых датчиков и др., конкретная номенклатура модулей в аудитории, зависит от темы занятий. Обменный фонд стендов и унифицированных модулей хранится в ауд. 114 (Условный номер №2; 360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, д. 173) в металлическом шкафу, под замком и используются во время лекционных занятий. 4. Проектор – 1 шт. 5. Ноутбук – 1 шт. 6. Экран -1 шт.	Windows 7. Microsoft Office 2013 (Word, Excel, Access, PowerPoint и пр.) Программы для работы с PDF (Acrobat Reader, Sumatra PDF, stdviewer) (свободное распространение) Архиваторы(7zip, WinRaR) (свободное распространение) Delphi XE2 Professional № лицензии (License Certificate Number) 207406 Dev-C++ свободная интегрированная среда разработки приложений для языков программирования C/C++. (свободное распространение) Python 3.6 IDEPy Charm Professional Edition является бесплатным для образовательных учреждений (свободное распространение) Среда для разработки ArduinoIDE (свободное распространение) Ubuntu Лицензия GPL (свободное распространение). Lazarus (FreePascal) RAD IDE(свободное распространение) КОМПАС-3D LT САПР для учебных целей, облегченная версия профессиональной системы КОМПАС-3D. (свободное распространение). InkScape векторный графический редактор (свободное распространение) 3D-редактор Blender (свободное распространение) Simple-Scada 2 открытая версия с базовым функционалом, 64 тега (свободное распространение) Среда разработки для микроконтроллеров AVR Studio (свободное распространение) Coppelia Robotics V-REP PRO EDU V3.6.2 rev0 Non-limited EDUCATIONAL version. Free (свободное распространение) Среда для разработки Arduino IDE (свободное распространение) OpenCV (свободное распространение). Qt (свободное распространение)
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа 103а ауд. (Условный номер №2; 360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, д. 173)	1. Столы - 20 шт. 2. Стулья – 21 шт. 3. Персональные компьютеры - 10 шт. 4. Сетевое оборудование для коммутации и доступа в Internet Cisco – 1 шт. 5. Переносные унифицированные модули на основе микроконтроллеров (12 шт.), других (12 шт.) электронных или электромеханических устройств автоматизации, визуализации результатов, мониторинга на основе циф-	Windows 7. Microsoft Office 2013 (Word, Excel, Access, PowerPoint и пр.) Программы для работы с PDF (Acrobat Reader, Sumatra PDF, stdviewer) (свободное распространение) Архиваторы(7zip, WinRaR) (свободное распространение) Delphi XE2 Professional № лицензии (License Certificate Number) 207406 Dev-C++ свободная интегрированная среда разработки приложений для языков программирования C/C++. (свободное распространение) Python 3.6 IDEPy Charm Professional Edition является бесплатным для образовательных

	<p>ровых, аналоговых датчиков и др., конкретная номенклатура модулей, устанавливаемых в аудитории, зависит от темы занятий. Обменный фонд стендов и унифицированных модулей хранится в ауд. 114 (Условный номер №2; 360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, д. 173) в металлическом шкафу, под замком и используются во время лекционных занятий.</p> <p>6. Проектор.</p> <p>7. Ноутбук.</p> <p>8. Интерактивная доска.</p> <p>9. Учебные стенды (из унифицированных модулей) для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов.</p>	<p>учреждений (свободное распространение)</p> <p>Среда для разработки ArduinoIDE (свободное распространение)</p> <p>Ubuntu Лицензия GPL (свободное распространение). Lazarus (FreePascal) RAD IDE(свободное распространение)</p> <p>КОМПАС-3D LT САПР для учебных целей, облегченная версия профессиональной системы КОМПАС-3D. (свободное распространение).</p> <p>InkScape векторный графический редактор (свободное распространение)</p> <p>3D-редактор Blender (свободное распространение)</p> <p>Simple-Scada 2 открытая версия с базовым функционалом, 64 тега (свободное распространение)</p> <p>Среда разработки для микроконтроллеров AVR Studio (свободное распространение)</p> <p>Coppelia Robotics V-REP PRO EDU V3.6.2 rev0 Non-limited EDUCATIONAL version. Free (свободное распространение)</p> <p>Среда для разработки Arduino IDE (свободное распространение)</p> <p>OpenCV (свободное распространение). Qt (свободное распространение)</p>
--	---	--

9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих.
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые):
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
 - задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
 - письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся.
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):
 - на зачете / экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую

техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме.

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)
«Цифровая обработка сигналов в технических системах» по направлению
подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»**

(специальности) (образовательная программа Информационные технологии в
управлении техническими системами) на 2019 – 2020 учебный год.

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

наименование кафедры
протокол № _____ от «___» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

подпись, расшифровка подписи, дата

Согласовано:*

Заведующий отделом комплектования
научной библиотеки _____

личная подпись расшифровка подписи дата

**Примечание: при внесении изменений в п. 4.7.1 РПД*