ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
2FC246F6C833D54EB0E94DC866B3EC3124321638
Владелец: Глебов Владимир Владимирович
Действителен: с 07.09.2021 до 07.12.2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор АПИ НГТУ:
_____ Глебов В.В.
(подпись) *(ФИО)*
«__22__» ___июня_____2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Теория цифровой обработки сигналов
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Распределенные информационные системы
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: ____очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: ____2019

Объем дисциплины: ____ 180 / 5
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: _зачет /экзамен
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: ____КиТ РЭС
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: ____КиТ РЭС
(аббревиатура кафедры)

Разработчик(и): ____Ямпурин Н.П., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2021г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017г. № 926 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ,
протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 15.06.2021 г. № 8

Заведующий кафедрой _____ _____Ямпурин Н.П._____
(подпись) *(ФИО)*

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 22.06.2021 г. № 15
Зам. директора по УР _____Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 09.03.02-38
Начальник УО _____Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля) 4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) 4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 7
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам 7
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам 7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 10
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания 10
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины 15
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости 15
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации 20
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 25
6.1 Основная литература 25
6.2 Дополнительная литература 25
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям 25
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 26
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы 26
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины 26
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 26
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) 26
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 27
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии 27
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа 27
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа 28
10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся 28
10.5 Методические указания по обеспечению образовательного процесса 28

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Теория цифровой обработки сигналов» является изучение теоретических основ обработки, передачи и преобразования информации на основе цифровых устройств.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

К основным задачам освоения дисциплины относятся:

– изучение базовых принципов цифровой обработки сигналов;

– знакомство с математическими моделями и представлением цифровых сигналов и цепей в частотной и временной областях ;

– методы анализа прохождения цифровых сигналов через дискретные системы и цепи;

– классификация, математические модели и методы синтеза цифровых фильтров;

– использование современных информационных технологий при анализе цифровых сигналов и устройств;

- ознакомление с реализацией устройств цифровой обработки сигналов, их характеристиками и основными направлениями применения.

.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Теория цифровой обработки сигналов» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Дискретная математика», «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Цифровые устройства и элементы информационных систем», «Архитектура ЭВМ», «Электротехника и электроника», «Микроэлектроника».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Теория цифровой обработки сигналов», необходимы при изучении дисциплины «Инфокоммуникационные системы и сети» и при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Теория цифровой обработки сигналов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Теория цифровой обработки сигналов» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-2 , ПКС-4 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2. Способен проводить организационное и техническое сопровождение разработки, отладки, модификации и поддержки информационных систем и технологий								
Проектирование информационных процессов и систем								
Теория цифровой обработки сигналов								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Организационно-экономическое обоснование научных и технических решений							■	
Производственный менеджмент							■	
Стандартизация и сертификация в информационных системах								■
Преддипломная практика								■
Выполнение и защита ВКР								■
ПКС-4. Способен обеспечивать требуемый качественный бесперебойный режим работы инфокоммуникационной системы								
Цифровые устройства и элементы информационных систем		■						
Интегральные устройства информационных систем		■						
Архитектура ЭВМ			■					
Электротехника и электроника				■				
Микроэлектроника				■				
Теория цифровой обработки сигналов				■	■			
Архитектура информационных систем				■	■	■		
Администрирование в информационных системах					■	■		
Технологическая (проектно-технологическая) практика						■		
Инфокоммуникационные системы и сети						■	■	
Надежность и отказоустойчивость информационных систем							■	
Эксплуатация и модификация информационных систем							■	■
Информационная безопасность								■
Выполнение и защита ВКР								■

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Теория цифровой обработки сигналов», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-2. Способен проводить организационное и техническое сопровождение разработки, отладки, модификации и поддержки информационных систем и технологий	ИПКС-2.1. Определяет и анализирует информацию, необходимую для разработки технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	**Знать:** Структурную схему устройства дискретной (цифровой) обработки сигналов ИС, теорему Котельникова и алгоритм» оцифровки» аналогового сигнала. Основные методы спектрального анализа дискретных сигналов: дискретное и быстрое преобразование Фурье, z-преобразование и их основные свойства. Описание дискретных цепей в частотной и временной областях и их основные характеристики. Рекурсивные и нерекурсивные ЦФ. Характеристики и формы реализации дискретных фильтров и методы синтеза КИХ- и БИХ-фильтров. Шумы квантования и их влияние на параметры ЦФ. Области применения устройств цифровой обработки сигналов.	**Уметь:** Проводить «оцифровку» аналогового сигнала, спектральный анализ дискретных сигналов, описывать дискретные цепи во временной и частотной области . Решать задачи синтеза КИХ- и БИХ-фильтров цифровой обработки сигналов для ИС.	**Владеть:** Навыками проектирования КИХ- и БИХ-фильтров ИС. Методами расчета и анализа основных характеристик и параметров устройств цифровой обработки сигналов ИС с целью отбора оптимальных проектных решений на всех этапах проектного процесса. Навыками анализа, уточнения и согласования технического задания на проектируемое инфокоммуникационное устройство или систему; определения вариантов построения инфокоммуникационного устройства и/или его составляющих. Методикой выбора программно-аппаратных средств инфокоммуникационного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов с учетом технических и экономических требований.
ПКС-4. Способен обеспечивать требуемый качественный бесперебойный режим работы инфокоммуникационной системы	ИПКС-4.2. Использует правила и методы обслуживания программно-аппаратных средств инфокоммуникационной системы и/или ее составляющих	**Знать:** Классификацию и архитектуру процессоров цифровой обработки сигналов (ПЦОС) и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и их использование в системах реального масштаба времени**.** Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения системных и сетевых задач. Назначение, технические характеристики, конструктивные особенности, принципы работы и правила эксплуатации используемого оборудования инфокоммуникационной системы. Методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Согласовывать технические условия и задания на проектируемую инфокоммуникационную систему. Осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационной системы.	**Уметь:** Проектировать устройства цифровой обработки сигналов на основе процессоров цифровой обработки сигналов и программируемых логических схем для инфокоммуникационных систем. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий. Согласовывать технические условия и задания на проектируемую инфокоммуникационную систему. Осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационной системы.	**Владеть:** Навыками анализа, уточнения и согласования технического задания на проектируемое инфокоммуникационное устройство или систему; определения вариантов построения алгоритма цифровой обработки сигналов инфокоммуникационного устройства и/или его составляющих. Выбора программно-аппаратных средств инфокоммуникационного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов с учетом технических требований.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. или 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		4 семестр/ 8 семестр	5 семестр/ –
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	**180/180**	**72/180**	**108/–**
1. Контактная работа:	**86/32**	**36/32**	**50/–**
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	**80/26**	**34/26**	**46/–**
занятия лекционного типа (Л)	36/14	14/14	22/–
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	24/–	–	24/–
лабораторные работы (ЛР)	20/12	20/12	–
1.2. Внеаудиторная, в том числе	**6/6**	**2/6**	**4/–**
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	–	–	–
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	2/4	2/–
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	–/2	2/–
2. Самостоятельная работа (СРС)	**94/148**	**36/148**	**58/–**
реферат/эссе (подготовка)	–	–	–
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	–	–	–
контрольная работа	–	–	–
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	–	–	–
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	48/112	26/112	22/–
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	–/36	36/–
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	10/–	10/–	–

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	**Наименование разделов, тем**	**Виды учебной работы (час)**				**Вид СРС**
		Контактная работа			**Самостоятельная работа студентов**	
		Лекции	**Лабораторные работы**	**Практические занятия**		
4 семестр/8 семестр						
ПКС-2 ИПКС-2.1	**Раздел 1.Аналого-цифровое преобразование сигналов. Спектральный анализ дискретных сигналов**					
ПКС-4 ИПКС-4.2	Тема 1.1Введение в ЦОС. Структурная схема устройства цифровой обработки сигналов и ее узлы, термины и определения. Тема 1.2 Алгоритм «оцифровки» аналогового сигнала. Ошибки квантования.	8/3			20/25	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
	Тема 1.3. Описание сигналов дискретными последовательностями. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Особенности Быстрого Преобразования Фурье. Тема 1.4. Z-преобразование дискретных сигналов и его свойства.					
	Лабораторная работа №1. Квантование сигнала с округлением Лабораторная работа №2. Квантование сигнала с усечением Лабораторная работа №3. Дискретизация узкополосных сигналов. Лабораторная работа №4. Быстрое преобразование Фурье с использованием весовых функций		4/0 4/0 4/4 4/4		8/10	Подготовка к лабораторным занятиям [6.3.2]
	Итого по 1 разделу	**8/3**	**16/8**	**-**	**28/35**	
ПКС-2 **ИПКС-2.1** **ПКС-4** **ИПКС-4.2**	**Раздел 2. Дискретные цепи и их характеристики**					
	Тема 2.1 Обобщенная структурная схема дискретной цепи, ее уравнение и методы его решения. Тема 2.2 Применение z-преобразования к анализу дискретных цепей. Характеристики дискретных цепей. Тема 2.3 Связь между z- и p-плоскостями. Устойчивость КИХ-и БИХ-фильтров.	6/3			12/17	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.3]
	Лабораторная работа №5. Исследование временных характеристик цифровых фильтров		4/4		4/6	Подготовка к лабораторным занятиям [6.3.3]
	Итого по 2 разделу	**6/3**	**4/4**	**-**	**12/23**	
5 семестр/8 семестр						
ПКС-2 **ИПКС-2.1** **ПКС-4** **ИПКС-4.2**	**Раздел 3. Цифровые фильтры и их проектирование**					
	Тема 3.1 Структурные схемы цифровых фильтров. Тема 3.2 .Классификация и анализ свойств КИХ-фильтров во временной области .Методика расчета симметричных/асимметричных КИХ-фильтров. Тема 3.3. .Методики расчета КИХ-фильтров с линейной ФЧХ во временной области и с произвольной ФЧХ в частотной области. Тема 3.2 .Классификация методов расчета БИХ-фильтров. Метод расчета БИХ-фильтров методом билинейного преобразования.	10/3			10/17	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3]
	Практическое занятие№1. Расчет частотных характеристик цифровых фильтров 1-го и 2-го порядка. Практическое занятие№2. Проектирование симметричных/асимметричных КИХ-фильтров с ЛФЧХ во временной области. Практическое занятие№3. Проектирование КИХ-фильтров с произвольной ФЧХ в частотной области. Практическое занятие№4.Проектирование БИХ-фильтров методом билинейного преобразования.			4/0 4/0 4/0 4/0	8/0	Подготовка к практическим занятиям [6.3.1]
	Итого по 3 разделу	**10/3**		**16/0**	**18/17**	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
ПКС-2 ИПКС-2.1 ПКС-4 ИПКС-4.2	**Раздел 4. Эффекты конечной разрядности и их учёт при проектировании ЦФ**					
	Тема 4.2 Представление и кодирование чисел, эффекты квантования и округления. Шум квантования и шумовые модели узлов. Модели ЦФ с учётом эффекта квантования. Тема 4.2.Влияние шумов квантования на характеристики цифровых фильтров (динамический диапазон, чувствительность и т.д.)				12/14	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3]
	Практическое занятие№5.Расчет параметров шумов квантования АЦП на выходе цифрового фильтра Практическое занятие№6.Расчет параметров шумов квантования цифровых умножителей на выходе цифрового фильтра.			4/0 4/0	4/0	Подготовка к практическим занятиям [6.3.1]
	Итого по 4 разделу	**6/3**		**8/0**	**16/15**	
ПКС-2 ИПКС-2.1 ПКС-4 ИПКС-4.2	**Раздел 5.Реализация устройств цифровой обработки сигналов и их применение**					
	Тема 5.1. Классификация методов реализации устройств цифровой обработки сигналов. Архитектура ПЛИС, процессоров ЦОС и их применение для реализации устройств ЦОС. Тема 5.2 .Применение процессоров ЦОС для обработки сигналов в системах реального масштаба времени. Дискретное косинусное преобразование.	6/2			20/23	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3]
	Итого по 5 разделу	**6/2**			**15/24**	90
	ИТОГО по дисциплине	**36/14**	**20/12**	**24/–**	**94/112**	

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Теория цифровой обработки сигналов» проводятся преподавателем дисциплины.

Для оценки текущего контроля **знаний** используются тесты, сформированные в системе MOODLE.

Тесты по разделам 1-5 содержат по 12 тестовых вопросов, время на проведение тестирования раздела 10 минут. На каждый тест дается 2 попытки.

Для оценки текущего контроля **умений** и **навыков** проводятся практические занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% вопросов тестов и предоставил отчеты по всем практическим работам.

Билет для промежуточной аттестации содержит 2 теоретических вопроса и практическое задание, время на подготовку ответов и решение задания - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (таблица 5.3).

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ПКС-2 Способен проводить организационное и техническое сопровождение разработки, отладки, модификации и поддержки информационных систем и технологий	ИПКС-2.1. Определяет и анализирует информацию, необходимую для разработки технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	**Знать:** Структурную схему устройства дискретной (цифровой) обработки сигналов ИС, теорему Котельникова и алгоритм» оцифровки» аналогового сигнала. Основные методы спектрального анализа дискретных сигналов: дискретное и быстрое преобразование Фурье, z-преобразование и их основные свойства. Описание дискретных цепей в частотной и временной областях и их основные характеристики. Рекурсивные и нерекурсивные ЦФ. Характеристики и формы реализации дискретных фильтров и методы синтеза КИХ- и БИХ-фильтров . Шумы квантования и их влияние на параметры ЦФ. Области применения устройств цифровой обработки сигналов.	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	а) Контроль посещения лекций б) Контроль участия в дискуссиях на лекциях в) Проверка конспектов лекций г) Тестирование
		Уметь: Проводить «оцифровку» аналогового сигнала, спектральный анализ дискретных сигналов , описывать дискретные цепи во временной и частотной области . Решать задачи синтеза КИХ- и БИХ-фильтров цифровой обработки сигналов для ИС.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ и практических заданий: ЛР№1,2, ПЗ №1-6.
		Владеть: Навыками проектирования КИХ- и БИХ-фильтров ИС. Методами расчета и анализа основных характеристик и параметров устройств цифровой обработки сигналов ИС с целью отбора оптимальных проектных решений на всех этапах проектного процесса . Навыками анализа, уточнения и согласования технического задания на проектируемое инфокоммуникационное устройство или систему; определения вариантов построения инфокоммуникационного устройства и/или его составляющих. Методикой выбора программно-аппаратных средств инфокоммуникационного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов с учетом технических и экономических требований.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ и практических заданий: ЛР№3,4.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ПКС-4. Способен обеспечивать требуемый качественный бесперебойный режим работы инфокоммуникационной системы	ИПКС-4.2. Использует правила и методы обслуживания программно-аппаратных средств инфокоммуникационной системы и/или ее составляющих	**Знать:** Классификацию и архитектуру процессоров цифровой обработки сигналов (ПЦОС) и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и их использование в системах реального масштаба времени. Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения системных и сетевых задач. Назначение, технические характеристики, конструктивные особенности, принципы работы и правила эксплуатации используемого оборудования инфокоммуникационной системы. Методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Согласовывать технические условия и задания на проектируемую инфокоммуникационную систему. Осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационной системы.	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	а) Контроль посещения лекций б) Контроль участия в дискуссиях на лекциях в) Проверка конспектов лекций г) Тестирование д) Контроль выполнения самостоятельной работы (РГР)
		Уметь: Проектировать устройства цифровой обработки сигналов на основе процессоров цифровой обработки сигналов и программ-мируемых логических схем для инфокоммуникационных систем. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий. Согласовывать технические условия и задания на проектируемую инфокоммуникационную систему Осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационной системы.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ и практических заданий: ЛР№3,4, ПЗ №3-5. Контроль выполнения самостоятельной работы (РГР)
		Владеть: Навыками анализа, уточнения и согласования технического задания на проектируемое инфокоммуникационное устройство или систему; определения вариантов построения алгоритма цифровой обработки сигналов инфокоммуникационного устройства и/или его составляющих. Выбора программно-аппаратных средств инфокоммуникацион-ного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов с учетом технических требований.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ и практических заданий: ЛР№3, ПЗ №4,5. Контроль выполнения самостоятельной работы (РГР)

**) за каждый тест назначается по 1 баллу;*

***) за каждое практическое занятие назначается по 1 баллу.*

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
ПКС-2. Способен проводить организационное и техническое сопровождение разработки, отладки, модификации и поддержки информационных систем и технологий	ИПКС-2.1. Определяет и анализирует информацию, необходимую для разработки технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	**Знать:** Структурную схему устройства дискретной (цифровой) обработки сигналов ИС, теорему Котельникова и алгоритм» оцифровки» аналогового сигнала. Основные методы спектрального анализа дискретных сигналов: дискретное и быстрое преобразование Фурье, z-преобразование и их основные свойства. Описание дискретных цепей в частотной и временной областях и их основные характеристики. Рекурсивные и нерекурсивные ЦФ. Характеристики и формы реализации дискретных фильтров и методы синтеза КИХ- и БИХ-фильтров . Шумы квантования и их влияние на параметры ЦФ. Области применения устройств цифровой обработки сигналов.	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
			Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
		Уметь: Проводить «оцифровку» аналогового сигнала, спектральный анализ дискретных сигналов, описывать дискретные цепи во временной и частотной области . Решать задачи синтеза КИХ- и БИХ-фильтров цифровой обработки сигналов для ИС.	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета
ПКС-4. Способен обеспечивать требуемый качественный бесперебойный режим работы инфокоммуникационной системы	ИПКС-4.2. Использует правила и методы обслуживания программно-аппаратных средств инфокоммуникационной системы и/или ее составляющих	**Знать:** Классификацию и архитектуру процессоров цифровой обработки сигналов(ПЦОС) и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и их использование в системах реального масштаба времени**.** Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения системных и сетевых задач.	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
		Назначение, технические характеристики, конструктивные особенности, принципы работы и правила эксплуатации используемого оборудования инфокоммуникационной системы. Методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Согласовывать технические условия и задания на проектируемую инфокоммуникационную систему; Осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационной системы.	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
		Уметь: Проектировать устройства цифровой обработки сигналов на основе процессоров цифровой обработки сигналов и программируемых логических схем для инфокоммуникационных систем . Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий. Согласовывать технические условия и задания на проектируемую инфокоммуникационную систему Осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационной системы.	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0 баллов	0…2 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
13 баллов	3 балла	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
13 баллов	4…5 баллов	не менее 2 баллов	«хорошо»
13 баллов	6 баллов	не менее 2 баллов	«отлично»

**) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;*
***) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.*

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

выполнение лабораторных работ (выполнение заданий, ответы на контрольные вопросы) с оформлением отчетов ;

выполнение практических заданий (решение задач, ответы на контрольные вопросы) с выполнением контрольных работ по тематике практических занятий;

тестирование по всем разделам дисциплины.

Типовые контрольные вопросы для лабораторных работ

Раздел 1. Аналого-цифровое преобразование сигналов. Спектральный анализ дискретных сигналов

Лабораторная работа №1. Квантование сигнала с округлением

1. От каких параметров АЦП зависит погрешность квантования сигнала по уровню?
2. При каком условии квантованный и не квантованный по уровню сигналы можно считать адекватными?
3. Укажите способы уменьшения искажений сигнала при квантовании по уровню.
4. Можно ли повысить отношение сигнал-шум, не увеличивая разрядности АЦП?
5. Для чего применяют квантующие устройства с переменным шагом, какой должна быть характеристика такого устройства?
6. Как изменяется спектр сигнала при цифроаналоговом преобразовании?

Лабораторная работа №2. Квантование сигнала с усечением

7. От каких параметров АЦП зависит погрешность квантования сигнала по уровню?
8. При каком условии квантованный и не квантованный по уровню сигналы можно считать адекватными?
9. Укажите способы уменьшения искажений сигнала при квантовании по уровню.
10. Можно ли повысить отношение сигнал-шум, не увеличивая разрядности АЦП?
11. Для чего применяют квантующие устройства с переменным шагом, какой должна быть характеристика такого устройства?
12. Как изменяется спектр сигнала при цифроаналоговом преобразовании?

Лабораторная работа №3. Дискретизация узкополосных сигналов

1. Как преобразуется непрерывный сигнал при вводе в цифровую систему?
2. Что такое дискретный сигнал, дискретная последовательность, цифровой сигнал, идеальная и естественная дискретизация?
3. В чем сходство и различие спектров дискретного и аналогового сигналов?
4. Можно ли по спектру дискретного сигнала найти спектр исходного аналогового сигнала?
5. Как по спектру аналогового сигнала определить его спектр после дискретизации ?
6. В чем заключается эффект наложения спектров при дискретизации сигналов и к каким результатам он приводит?
7. Из каких условий выбирается частота дискретизации аналоговых сигналов?
8. Как по спектру сигнала с идеальной дискретизацией получить спектр сигнала, отсчеты которого – прямоугольные импульсы с амплитудами, равными величине сигнала в момент отсчета, и с длительностью, равной временному интервалу дискретизации?

Лабораторная работа №4. Быстрое преобразование Фурье с использованием весовых функций

1. В чем главный недостаток ДПФ?
2. Чему равно ДПФ одного элемента? Где это используется?
3. Что позволяет делать Быстрое преобразование Фурье (БПФ) по сравнению с ДПФ?
4. Что такое децимация сигнала? Для каких дискретных последовательностей она применима?
5. Как изменится спектр прямоугольного импульса при сглаживании фронтов импульса?
6. Что является причиной «растекания» спектра?
7. Какой полезный эффект дает использование весовой функции?
8. Как изменится спектр сигнала, если увеличить длительность сигнала, дополнив рядом нулевых отсчетов?

Раздел 2. Дискретные цепи и их характеристики

Лабораторная работа №5. Исследование временных характеристик цифровых фильтров

1. Изобразите структурную схему устройства цифровой обработки сигналов. Какими преимуществами обладают цифровые фильтры перед аналоговыми?
2. Какие методы нахождения выходного сигнала цифровых фильтров Вы знаете? Укажите области их применения.
3. Опишите простейшие дискретные последовательности.
4. Запишите разностное уравнение для рекурсивного (нерекурсивного) ЦФ.
5. Что такое импульсная (переходная) характеристика цифрового фильтра?
6. Что такое системная функция ЦФ?
7. Как связаны импульсная характеристика и системная функция ЦФ?
8. Что такое передаточная функция ЦФ?
9. Изобразите функциональную схему рекурсивного (нерекурсивного) ЦФ, соответствующего прямой форме реализации ЦФ.
10. Как определять амплитудно-частотные характеристики ЦФ?

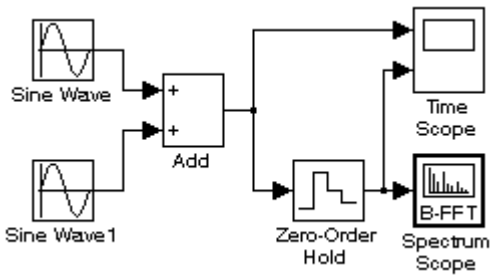
Типовые задания для лабораторных работ

Раздел 1. Аналого-цифровое преобразование сигналов. Спектральный анализ дискретных сигналов

Лабораторная работа №3. Дискретизация узкополосных сигналов

1. Запустите программное обеспечение MatLab и среду моделирования Simulink.

2. Соберите схему согласно рисунка и установите следующие начальные значения параметров элементов.



- Блок Spectrum Scope: размер буфера - 256, перекрытие буфера – 0, длина БПФ – 256, шкала оси Y-дБ и частотный диапазон 0 – F_s (в меню Axis properties).
- Блок Zero-Order Hold: частота дискретизации F_s=20000 Гц.
- Блок Sine Wave: сигнал синусоидальный, амплитуда 1.
- Блок Sine Wave 1: сигнал синусоидальный, амплитуда 0.

3. Исследуйте влияние дискретизации на спектр гармонического сигнала, изменяя частоту сигнала с блока Sine Wave в диапазоне 0…1,5 F_s . Представьте в отчете примеры спектров сигналов с частотами в диапазонах $f < 0{,}5F_s$; $0{,}5\ F_s < f < F_s$; $f > F_s$. По результатам исследования постройте график зависимости частоты сигнала после дискретизации от исходной частоты непрерывного сигнала.

4. Исследуйте влияние эффекта наложения на спектр двухтонального гармонического сигнала. Для этого установите в блоке Sine Wave частоту сигнала $f < 0{,}5F_s$, а в блоке Sine Wave 1 – частоту (F_s – f) и амплитуду 0,9. Установите масштаб шкалы оси Y блока Spectrum Scope – Magnitude Squared. Постройте график зависимости амплитуды дискретного сигнала от начальной фазы сигнала с блока Sine Wave 1. Приведите в отчете примеры спектров дискретного сигнала и осциллограмм аналогового и дискретного сигналов при разных начальных фазах интерферирующих гармоник.

Типовые тестовые задания для текущего контроля

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Теоретические основы радиотехники» по адресу: https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43.

Раздел 1. Аналого-цифровое преобразование сигналов. Спектральный анализ дискретных сигналов

1.1. Какая из форм представления дискретных последовательностей не является частотной:

а) дискретное преобразование Фурье;
б) Z преобразование;
в) дискретный гармонический сигнал:

S(n) = cos (ωб.n), где ωб – безразмерная частота

ANSWER: в)

1.2. Быстрое преобразование Фурье (БПФ) позволяет:

а) быстро вычислять коэффициенты ДПФ;
б) быстро извлекать отсчёты из памяти ЭВМ;
в) повышать быстродействие ЭВМ.

ANSWER: а)

Раздел 2. Дискретные цепи и их характеристики

2.1. Главное преимущество цифровых фильтров заключается в том, что они:

а) более дешевые,
б) легче проектируются,
в) программируемые,
г) обеспечивают крутой спад в переходной полосе.

ANSWER: в)

2.2. Цифровой фильтр, в котором для формирования выходного значения используется выборка из текущего и предыдущих значений входного сигнала, называется:

а) рекурсивным,

б) трансверсальным,

в) прогнозирующим,

ANSWER: а)

Раздел 3. Проектирование цифровых фильтров

3.1. Для чего предназначены «временные окна»при синтезе КИХ-фильтров:

а) формирования линейной ФЧХ;

б) минимизации числа элементов задержки;

в) улучшения качества аппроксимации АЧХ. .

ANSWER: в)

3.2 В основе метода билинейного преобразования лежит общем случае:

а) специальное преобразование переменной z на комплексную переменную p ;

б) трансформация АЧХ цифрового фильтра;

в)специальное преобразование комплексной переменной p на переменную z, в результате которого передаточная функция аналоговой цепи переходит в системную функцию цифрового фильтра

ANSWER: в)

Раздел 4. Эффекты конечной разрядности и их учёт при проектировании ЦФ

4.1. В чем различие между процессорами с фиксированной запятой (ФЗ) и плавающей запятой (ПЗ)?

а) приборы с ПЗ работают в меньшем диапазоне чисел, чем приборы с ФЗ,

б) приборы с ФЗ работают в меньшем диапазоне чисел, чем приборы с ПЗ,

в) приборы с ФЗ более точны, чем приборы с ПЗ,

г) приборы с ПЗ применяются в аналогово-цифровом преобразовании.

ANSWER: б)

4.2. Почему легче улучшать свойства системы цифровой обработки сигналов, чем ее аналогового двойника?

а) их легче переконструировать,

б) производители часто разрабатывают новые процессоры,

в) они более стабильны,

г) они программируемы.

ANSWER: г)

Раздел 5. Реализация устройств цифровой обработки сигналов и их применение

5.1. Какие специальные обработки сигналов реализуются только цифровыми методами:

а) режекторные фильтры с полным подавлением на одной частоте

б) компрессия без потери качества,

в) фильтры с линейной фазой,

г) узкополосные фильтры.

ANSWER: а),б),в).

5.2. Почему цифровая обработка сигналов требует специальных процессоров-ПЦОС?

а) оно необходимо для выполнения как аналоговых, так и цифровых функций,
б) микропроцессоры общего назначения не могут выполнять операции умножения, сложения и накопления (A=B*C+D) достаточно быстро,
в) микропроцессоры общего назначения могут складывать, но не могут умножать,
г) цифровое суммирование должно использовать специальные методы.
ANSWER: б)

Типовые задания для практических занятий

Раздел 3. Проектирование цифровых фильтров

Практическое занятие№1.Расчет частотных характеристик цифровых фильтров 1-го и 2-го порядка

Задание. Для КИХ-фильтра второго порядка с коэффициентами $a_0 = 0{,}5$; $a_1 = -1;\ a_2 = 0{,}5$:

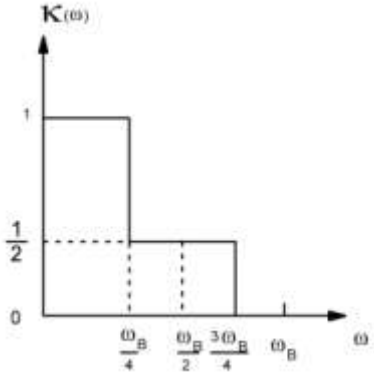
-записать разностное уравнение и построить схему фильтра;
-получить выражения для АЧХ и ФЧХ и построить их графики.

Задание. Для БИХ-фильтра первого порядка с коэффициентами $a_0 = 0{,}5$; b_1=0,5:

-записать разностное уравнение и построить схему фильтра;
-получить выражения для АЧХ и ФЧХ и построить их графики.

Практическое занятие№2. Проектирование симметричных/асимметричных КИХ-фильтров с ЛФЧХ во временной области.

Задание. Синтезируйте во временной области КИХ-фильтр с линейной фазой по заданной АЧХ, постройте схему фильтра. Приведите формулы для расчетов АЧХ и ФЧХ, проведите расчеты в точках взятия частотных выборок.



Практическое занятие№3. Проектирование КИХ-фильтров с произвольной ФЧХ в частотной области .

Задание. Синтезируйте КИХ-фильтр, используя метод частотной выборки по заданным АЧХ и ФЧХ; постройте схему фильтра. Приведите формулы для расчетов АЧХ и ФЧХ, проведите расчеты в точках взятия частотных выборок.

Практическое занятие№4.Проектирование БИХ-фильтров методом билинейного преобразования.

Задание. Рассчитать БИХ-фильтр нижних частот методом билинейного преобразования по следующим исходным данным:

Полоса пропускания $\rightarrow$ [0; 200] Гц;

Переходная область $\rightarrow$ [200; 300] Гц;

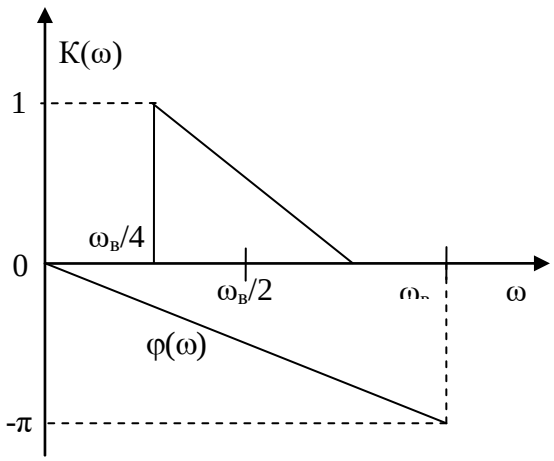
Пульсации в полосе пропускания : ΔA = 3 дБ,\;
Минимальное подавление в полосе задержания : A_{min} = 15 дБ.

Раздел 4. Эффекты конечной разрядности и их учёт при проектировании ЦФ

Практическое занятие№5. Расчет параметров шума квантования АЦП на выходе цифрового фильтра

Задание .Пусть есть ЦФ, описываемый уравнением $y(n) = x(n) + by(n-1), \text{где } (|b| < 1).$ Найти дисперсию шума квантования на выходе ЦФ, если дисперсия шума квантования на выходе обусловлена шумами АЦП.

Задание. Пусть есть ЦФ с $H(z)=1/(1-5z^{-1}+6z^{-2})$, на вход которого поступает сигнал с АЦП с дисперсией шума $\sigma^2_{вх}$. Найти дисперсию $\sigma^2(n)$ шума на выходе, т.е. её изменение во времени



Практическое занятие№6. Расчет параметров шумов квантования цифровых умножителей на выходе цифрового фильтра.

Задание. Пусть есть ЦФ, описываемый уравнением $y(n) = x(n) + by(n-1), \text{где } (|b| < 1).$ Найти дисперсию шума квантования на выходе ЦФ, если дисперсия шума квантования на выходе обусловлена шумами цифровых умножителей.

Задание. Проведите расчет шумов округления на выходе цифрового фильтра 1-го порядка с системной функцией $H(z) = \dfrac{1 + az^{-1}}{1 - bz^{-1}}$. Рассмотреть прямую и каноническую формы реализации и сравнить результаты расчетов**.**

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Преимущества цифровой обработки сигналов перед аналоговой
2. Структурная схема устройства ЦОС
3. Алгоритм оцифровки аналогового сигнала
4. Алгоритм кодирования отсчётов дискретного квантованного сигнала :ИКМ-сигнал и его разновидности.
5. Простейшие дискретные последовательности
6. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье
7. Основные свойства ДПФ
8. Быстрое преобразование Фурье
9. Прямое и обратное дискретное преобразование Лапласа, его недостатки.
10. Прямое и обратное z-преобразование
11. Основные свойства z-преобразования
12. Методы вычисления обратного z-преобразования
13. Дискретное косинусное преобразование и его применение в ЦОС
14. Дискретные системы (цепи) и их характеристики
15. Элементы структурных схем дискретных фильтров

16. Нерекурсивный ЦФ и его структурная схема
17. Рекурсивный ЦФ и его структурная схема
18. Общее уравнение дискретных систем и методы его решения
19. Системная функция и частотный коэффициент передачи дискретной системы
20. Связь между передаточной функцией и импульсной характеристикой дискретной системы
21. Связь между z- и p -плоскостями.
22. Условия устойчивости и физической реализуемости ЦФ

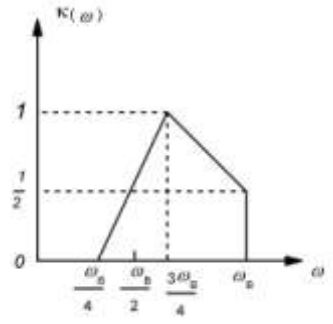
Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Формы реализации ЦФ
2. Каноническая форма РЦФ
3. Понятие о синтезе и классификация методов синтеза цифровых фильтров
4. Синтез КИХ фильтров по временным характеристикам в общем виде
5. Синтез КИХ фильтров по временным характеристикам с ЛФЧХ
6. Синтез КИХ фильтров методом частотной выборки
7. Синтез БИХ фильтров по временным характеристикам
8. Метод билинейного преобразования
9. Метод «временного окна»
10. Методы реализации алгоритмов ЦОС
11. Источники ошибок в цифровых фильтрах и их влияние на характеристики ЦФ
12. Математические модели погрешностей при квантовании чисел и сигналов ЦФ
13. Влияние квантования входного сигнала на выходной сигнал ЦФ
14. Эффекты квантования результатов при арифметических операциях
15. Шумовая модель ЦФ для прямой формы реализации
16. Классификация методов реализации ЦФ, критерии качества реализации.
17. Оценка быстродействия КИХ-фильтров при реализации на дискретной элементной базе
18. Реализация КИХ-фильтров на ПЛИС
19. Особенности архитектуры процессоров цифровой обработки сигналов
20. Области использования современных ПЦОС: кодирование речи
21. Области использования современных ПЦОС: полосовые вокодеры
22. Области использования современных ПЦОС: кодирование изображений
23. Области использования современных ПЦОС: кодирование изображений преобразованием
24. Сжатие видеоизображений при ДКП
25. Сжатие видеоизображений в стандартах серии Н
26. Стандарты для сжатия изображений

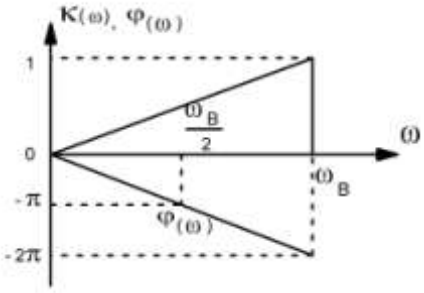
Перечень заданий для подготовки к экзамену

Задача 1.Синтезируйте во временной области КИХ-фильтр с линейной фазой по заданной АЧХ.

Построить структурную схему



Задача 2. Синтезируйте КИХ-фильтр используя метод частотной выборки по заданным АЧХ и ФЧХ; постройте схему фильтра.



Задача 3. Для КИХ-фильтра второго порядка с коэффициентами a0=1, a1=-1, a3=0,5:

-записать разностное уравнение и построить схему фильтра;

-получить выражения для АЧХ и ФЧХ и построить их графики.

Задание 4. Для БИХ-фильтра первого порядка с коэффициентами a0=1; b1=0,5:

-записать разностное уравнение и построить схему фильтра;

-получить выражения для АЧХ и ФЧХ и построить их графики.

Задача 5. Определите дисперсию шума квантования на выходе ЦФ, обусловленную конечной разрядностью цифровых умножителей, если разностное уравнение ЦФ имеет вид:

y(n)=3x(n)-x(n-1)+2x(n-2).

Учесть ошибки усечения при шаге квантования $\Delta_{цу}$.

Задача 6.Определите дисперсию шума квантования на выходе ЦФ, обусловленную конечной разрядностью АЦП и цифровых умножителей, если разностное уравнение ЦФ имеет вид:

y(n)=x(n)-2x(n-1)+x(n-3).Учесть ошибки округления АЦП при шаге квантования Δ_0, а также ошибки усечения цифровых умножителей при шаге квантования $\Delta_{цу}$.

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации обучающихся сформирован в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Теория цифровой обработки сигналов» по адресу: https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43.

Регламент проведения промежуточной аттестации в форме тестирования в MOODLE

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
60	30	30

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Теория цифровой обработки сигналов» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенции ПКС-2,4 формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.4).

Таблицы 5.4 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПКС-2 Способен проводить организационное и техническое сопровождение разработки, отладки, модификации и поддержки информационных систем и технологий **ИПКС-2.1. Определяет и анализирует информацию, необходимую для разработки технической документации, связанной с профессиональной деятельностью**					
Знать: Структурную схему устройства дискретной (цифровой) обработки сигналов ИС, теорему Котельникова и алгоритм» оцифровки» аналогового сигнала. Основные методы спектрального анализа дискретных сигналов: дискретное и быстрое преобразование Фурье, z-преобразование и их основные свойства Описание дискретных цепей в частотной и временной областях и их основные характеристики. Рекурсивные и нерекурсивные ЦФ. Характеристики и формы реализации дискретных фильтров и методы синтеза КИХ- и БИХ-фильтров. Шумы квантования и их влияние на параметры ЦФ Области применения устройств цифровой обработки сигналов	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: Проводить «оцифровку» аналогового сигнала, спектральный анализ дискретных сигналов , описывать дискретные цепи во временной и частотной области . Решать задачи синтеза КИХ- и БИХ-фильтров цифровой обработки сигналов для ИС.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита практических заданий. Промежуточная аттестация
Владеть: Навыками проектирования КИХ- и БИХ-фильтров ИС. Методами расчета и анализа основных характеристик и параметров устройств цифровой обработки сигналов ИС с целью отбора оптимальных проектных решений на всех этапах проектного процесса Навыками анализа, уточнения и согласования технического задания на проектируемое инфокоммуникационное устройство или систему; определения вариантов построения инфокоммуникационного устройства и/или его составляющих Методикой выбора программно-аппаратных средств инфокоммуникационного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов с учетом технических и экономических требований	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита практических заданий.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПКС-4. Способен обеспечивать требуемый качественный бесперебойный режим работы инфокоммуникационной системы **ИПКС-4.2. Использует правила и методы обслуживания программно-аппаратных средств инфокоммуникационной системы и/или ее составляющих**					
Знать: Классификацию и архитектуру процессоров цифровой обработки сигналов (ПЦОС) и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и их использование в системах реального масштаба времени. Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения системных и сетевых задач. Назначение, технические характеристики, конструктивные особенности, принципы работы и правила эксплуатации используемого оборудования инфокоммуникационной системы. Методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники. Согласовывать технические условия и задания на проектируемую инфокоммуникационную систему. Осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационной системы	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: Проектировать устройства цифровой обработки сигналов на основе процессоров цифровой обработки сигналов и программируемых логических схем для инфокоммуникационных систем. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий. Согласовывать технические условия и задания на проектируемую инфокоммуникационную систему Осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационной системы	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита практических заданий. Промежуточная аттестация
Владеть: Навыками анализа, уточнения и согласования технического задания на проектируемое инфокоммуникационное устройство или систему; определения вариантов построения алгоритма цифровой обработки сигналов инфокоммуникационного устройства и/или его составляющих. Выбора программно-аппаратных средств инфокоммуникационного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов с учетом технических требований	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение и защита лабораторных работ. Выполнение и защита практических заданий.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1.Зельманов, С.С. Основы теории цифровой обработки сигналов: учебное пособие для вузов рекомендовано ученым советом ВВФ МТУСИ / С.С. Зельманов; ВВФ МТУСИ – Н.Новгород, 2013. - 80с.

6.1.2.Федосов, В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW / В.П. Федосов, А.К. Нестеренко. – М.: ДМК – Пресс, 2007.– 472с.

6.1.3. Умняшкин С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов: учебное пособие/ Умняшкин С.В. – Электрон. текстовые данные. – М.: Техносфера, 2012.– 368 с.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов [Текст] /Р. Лайонс; Пер. с англ. под ред. А.А. Бритова. - 2-е изд. - М.: Бином-Пресс, 2006. - 656 с.

6.2.2 Лэй, Э. Цифровая обработка сигналов для инженеров и технических специалистов [Текст]: Практическое руководство /Э. Лэй; Перев. с англ. Н.С. Соголюб. - М.: Группа ИДТ, 2007. - 336 с.

6.2.3 Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов / В.И. Гадзиковский. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2017. - 766 с. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - Режим доступа: https://www.iprbookshop.ru/90342.html.

6.2.4.Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов / А.Б. Сергиенко. – СПб.: Питер, 2006. – 751с.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Ямпурин Н.П. Теория цифровой обработки сигналов : Методические указания для практических занятий и самостоятельной работы бакалавров всех форм обучения направлении 09.03.02 « Информационные системы» , 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» / Сост. Н.П.Ямпурин, Логинов В.И.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2015. – 58 с.

6.3.2 Логинов В.И., Преображенский А.В., Ямпурин Н.П. Моделирование процессов цифровой обработки сигналов в пакете MATLAB/Simulink: Учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности 162107 – Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования и направлению 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств.- Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ВГУВТ, 2015. – 65с. размещено в локальной сети Арзамасского политехнического института (филиала) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

6.3.3 Ямпурин Н.П. Теория информации и передачи сигналов : Лабораторный практикум для студентов всех форм обучения направления 230200-Информационные системы / Сост. д.т.н., проф. Ямпурин Н.П.; АПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Арзамас: Издательство ООО « Ассоциация ученых г.Арзамаса» ,2011. –56 с.

6.3.4 Поздяев В.И., Ямпурин Н.П. Цифровая обработка сигналов: элементы теории, примеры и задачи: Практикум для аудиторных занятий и самостоятельной работы. Рекомендовано заседанием кафедры «Конструирование и технология РЭС» АПИ НГТУ, протокол № 6 от 25 мая 2021 г. / размещен в СДО MOODLE по адресу: https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=269

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: https://e.lanbook.com

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: http://elibrary.ru.

7.1.4 Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: https://cyberleninka.ru/.

7.1.5 Информационный портал «INGENERYI.INFO». Режим доступа: https://ingeneryi.info.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 MATLab Simulink R2011b

7.2.2 MS Office: Excel

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение **IPR BOOKS WV-Reader**
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
317 - Компьютерный класс г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Персональный компьютер (Intel Core i3-4130/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 730/HDD 1000) с подключением к интернету (11 шт.); Персональный компьютер Экран - (1 шт.); 4. Доска маркерная (1 шт.); 5. Стол компьют. с нишей (11 шт.); 6. Стол для препод. (1 шт.); 7. Стул (23) Посадочных мест - 22.
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету -5шт.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины, используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в СДО MOODLE на странице курса и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются

основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков в рамках материалу дисциплины.

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по выполнению работ, требования к их оформлению, порядок сдачи.

10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.5 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Глебов В.В.
«____»_____ 20___ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____№ ____

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) *(ФИО)*

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____№ _____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)