

Приложение Л.РПД Б1.В.ДВ.3.1

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« » 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: **09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»**

Магистерская программа: **Информационное и программное обеспечение
автоматизированных систем**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Нормативный срок обучения: **2 года**

Форма обучения: **очная**

Смоленск – 2016 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к производственно-технологической и организационно-управленческой деятельности по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов цифровой обработки сигналов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих профессиональных компетенций:

ОК-4	способностью заниматься научными исследованиями
ОК-8	способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов
ПК-3	знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности
ПК-4	владением существующими методами и алгоритмами решения задач распознавания и обработки данных
ПК-5	владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов
ПК-11	способностью формировать технические задания и участвовать в разработке аппаратных и (или) программных средств вычислительной техники
ПК-12	способностью выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации

В результате изучения дисциплины студент должен знать, уметь и владеть в следующем объеме.

Знать:

- методы цифровой обработки сигналов (ОК-4);
- применение компьютеров для решения задач цифровой обработки сигналов (ОК-8);
- алгоритм оптимального применения билинейного преобразования (ПК-3);
- основы спектрального представления данных (ПК-4);
- структуры цифровых фильтров и их особенности; (ПК-5);
- программные средства цифровой обработки сигналов (ПК-11);

- особенности преобразования фильтрами входных данных (ПК-12).

Уметь:

- применять методы цифровой обработки сигналов (ОК-4);
- использовать компьютер для задач цифровой обработки сигналов (ОК-8);
- применять алгоритм билинейного преобразования для преобразования аналоговых передаточных функций в цифровые (ПК -3);
- получать и анализировать спектры сигналов (ПК-4);
- выбирать оптимальную структуру цифрового фильтра в зависимости от их особенностей (ПК-5);
- использовать компонент MATLAB Simulink в цифровой обработке сигналов (ПК-11);
- графически представлять и анализировать входные и выходные сигналы цифровых фильтров (ПК-12).

Владеть:

- методами цифровой обработки сигналов (ОК-4);
- навыками применения компьютера для цифровой обработки сигналов (ОК-8)
- навыками применения билинейного преобразования (ПК-3);
- способностью выбора рациональной схемы цифрового фильтра (ПК-4);
- навыками анализа дискретных спектров сигналов (ПК-8);
- опытом использования Simulink в цифровой обработке сигналов (ПК-11);
- опытом анализа временных выходных характеристик цифрового фильтра (ПК-12).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.3.1 «Цифровая обработка сигналов» в соответствии с учебным планом является обязательной вариативной частью профессионального цикла.

Взаимосвязь с дисциплинами данной ООП ВПО

Для формирования общекультурных профессиональных компетенций в процессе усвоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» необходимы знания, умения и навыки, полученные в дисциплинах

Б1.Б.4 Программное обеспечение автоматизированных систем

Б1.В.ОД.1 Деловой иностранный язык

Б1.В.ОД.2 Математические методы анализа сложных систем

Б1.В.ОД.3 Моделирование автоматизированных систем

Б1.В.ОД.4 Методы оптимизации

Б1.В.ОД.5 Нечеткий анализ и моделирование

Б1.В.ОД.6 Основы проведения научных исследований

Б1.В.ДВ.1.1 Проектное управление в информационной сфере

Б1.В.ДВ.1.2 Методы распознавания образов

Б1.В.ДВ.2.1 Современные технологии информационных сетей

Б1.В.ДВ.2.2 Архитектура вычислительных систем

Б1.В.ДВ.3.2 Методы анализа временных рядов

Б1.В.ДВ.4.1 Планирование научного эксперимента

Б1.В.ДВ.4.2 Прикладные методы анализа данных

Б2.У.1 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков

Б2.Н.1 Научно-исследовательская работа

Б2.П.1 Практика по получению первичных профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическая практика)

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

Б2.П.2 Преддипломная практика

Б3 Государственная итоговая аттестация

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	базовая	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.3.1	
Часов (всего) по учебному плану:	180	3 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	3 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5 , 18	3 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1,36	3 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов по учебному всего)	2.5,90	3 семестр
Контроль (экзамен(ЗЕТ, часов))	1,36	3 семестр
Всего	5,180	3 семестр

Самостоятельная работа студентов

Виды работ	Трудоёмкость ЗЕТ, час
Подготовка к лекциям	0.5, 18
Подготовка к лабораторным работам	0.5, 18
Выполнение РГР	0.5, 18
Подготовка к контрольным работам	0.22, 8
Подготовка к экзамену	0.78, 28
Всего	2.5, 90

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)			
		Лк.	Лб	СРС	Контроль
Тема 1. Схемы, характеристики и преобразования фильтров.	36	6	16	14	
Тема 2. Преобразователи Гильберта	14	4	4	6	
Тема 3. Линейное предсказание	20	4	8	8	
Тема 4 Многоскоростные системы.	20	4	8	8	
РГР	18			18	
Контрольные работы	8			8	
Подготовка к экзамену	28			28	
Контроль	36				36
Всего	180	18	36	90	36

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Схемы, характеристики и преобразования фильтров.

Лекции (6 часов). Дискретные виды свёрток. Дискретное преобразование Фурье. Разностное уравнение. Схемы фильтров. Частотные характеристики фильтров. Влияние нулей и полюсов передаточной функции ЦФ на его частотную характеристику.

Избирательные фильтры. Билинейное преобразование.

Лабораторная работа 1. Дискретная свёртка. Вычисление линейной и круговой свёрток.

Лабораторная работа 2. Вычисление дискретного преобразования Фурье. Влияние дополнения нулями исходной последовательности на её спектральное представление.

Лабораторная работа 3. Частотные характеристики аналоговых избирательных фильтров.

Лабораторная работа 4. Синтез фильтра с использованием билинейного преобразования.

СРС. Изучение лекций и подготовка к лабораторным работам. Освежить информацию о математическом пакете, который в дальнейшем будет использоваться на лабораторных работах. Математический пакет выбрать самостоятельно.

Тема 2. Преобразование Гильберта.

Лекции (4 часа). Преобразование Гильберта. Его применение при однополосной амплитудной модуляции. Разновидности цифровых дифференциаторов на основе преобразования Гильберта.

Лабораторная работа 5. Построение и исследование цифрового дифференциатора на основе преобразования Гильберта.

СРС. Изучение материалов лекций. Подготовка к выполнению лабораторных работ.

Тема 3. Линейное предсказание

Лекции (4 часа). Уравнения Юла-Уолкера. Решение уравнений Юла-Уолкера методом Дарбина. Коэффициенты отражения. Применение линейного предсказания при цифровой обработке речи.

Лабораторная работа 6. Составление уравнений Юла-Уолкера по исходным данным.

Лабораторная работа 7. Построение и анализ предсказывающего устройства.

СРС. Изучение материалов лекций. Подготовка к выполнению лабораторных работ.

Тема 4. Многоскоростные системы.

Лекция (4 часа). Необходимость повышения или понижения частоты дискретизации. Однократные системы интерполяции и децимации. Многоскоростные системы интерполяции и децимации.

Лабораторная работа 8. Однократная система интерполяции.

Лабораторная работа 9. Однократная система децимации.

СРС. Изучение материалов лекций. Подготовка к выполнению лабораторных работ.

Самостоятельная работа студента. Подготовка к одной лекции (по 1 час). Подготовка к одной лабораторной работе (2 час). Подготовка к двум тестированиям (по 4 часа на одно тестирование). Выполнение РГР (18 часов). Подготовка к экзамену (28 часов). Текущий контроль. Устный опрос на лабораторных работах. Проведение тестирования. Практическая часть лабораторных работ выполняется индивидуально каждым студентом.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

5. Перечень учебно – методического обеспечения для самостоятельной работы студентов, обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы студентов», утвержденным заместителем директора филиала ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске 02.04.2014 г.

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

- методические рекомендации по самостоятельной работе (Приложение 3.РПД Б1.В.ДВ.3.1 (СРС));
- методические рекомендации к лабораторным занятиям и РГР. (Приложение 3.РПД Б1.В.ДВ.3.1 (МР));

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ОК-4, ОК-8, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11, ПК-12.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов).

2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов).

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе практических работ, тестирования, выполнения РГР, самостоятельной работы студентов в соответствии с п.4 данной рабочей программы а также, успешной сдачи экзамена.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированности компетенций в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;

- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;

- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции:

ОК-4	способностью заниматься научными исследованиями
ОК-8	способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов
ПК-3	знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности
ПК-4	владением существующими методами и алгоритмами решения задач распознавания и обработки данных
ПК-5	владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов
ПК-11	способностью формировать технические задания и участвовать в разработке аппаратных и (или) программных средств вычислительной техники

способностью выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения
ПК-12 задач управления и проектирования объектов автоматизации

преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента по лабораторным работам, по результатам тестирования и экзамена по курсу.

Принимается во внимание знания обучающимися:

- отличий цифровой обработки сигналов от аналоговой обработки сигналов;
- особенности дискретного представления сигнала;
- видов дискретных свёрток и их особенностей;
- вариантов построения структурных схем ЦФ;
- временных и частотных характеристик ЦФ;
- преобразований аналоговых фильтров в цифровые фильтры;
- построение предсказывающих устройств;
- изменение частоты дискретизации сигналов.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций осуществляется на основе текущего контроля ответов студентов на лабораторных занятиях, по результатам тестирования, выполнения РГР и сдачи экзамена.

Пороговый уровень оценивается по способности при устном ответе пользоваться терминологией цифровой обработки сигналов, различать РЦФ, НЦФ, КИХ, БИХ фильтры, иметь представление о сути линейного предсказания и его назначении, знать назначение дифференциаторов Гильберта, понимать назначение и суть изменения частоты дискретизации сигналов. Это соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Продвинутый уровень в дополнение к пороговому уровню оценивается по способности самостоятельно получать частотные и временные характеристики ЦФ, применять математические пакеты для методов цифровой обработки сигналов.

Эталонному уровню сформированности компетенций в дополнение к продвинутому уровню соответствует умение рассчитывать параметры устройств цифровой обработки сигналов, проводить синтез фильтров по заданным требованиям

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен с оценкой, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» проводится в устной форме, при этом учитываются промежуточные оценки по результатам выполнения практических занятий, тестирования.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы

билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 3 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной отражены в вопросах к тестам, в РГР, экзаменационных вопросах

Вопросы к тесту №1

1. Почему практически нельзя выбирать период квантования функции по времени из условия $T = 1/(2 \cdot f_{\text{макс}})$?
2. Как из квантованного по времени сигнала восстановить исходный непрерывный сигнал?
3. Приведите пример использования свёртки во времени.
4. Дискретная свёртка может быть линейной и круговой. В каких случаях применяют только линейную свёртку, а в каких – только круговую?

5. С какой целью применяют метод секционирования при вычислении линейной свёртки?
6. При вычислении линейной свёртки, какой метод секционирования лучше – с перекрытием или без перекрытия?
7. Имеются две гармонических функции, одна из которых имеет частоту втрое большую, чем у другой. Нарисуйте их дискретное представление $f_1(n)$ и $f_2(n)$.
8. Как длина круговой свёртки связана с длинами сворачиваемых функций?
9. Покажите математически (не графически), что $x(n-k)$ есть зеркальное отображение функции $x(n)$.
10. Каков алгоритм ускорения вычисления круговой свёртки?
11. В каких случаях при вычислении круговой свёртки прибегают к секционированию?
12. Поясните, в чём принципиальное различие между рядом Фурье и преобразованием Фурье?
13. Укажите достоинства и недостатки двух оконных функций – прямоугольного окна и окна Хэмминга.
14. Из каких соображений выбирают длительность функции времени при оценке её спектра?
15. Что понимают под смещением спектра и почему оно может возникнуть?
16. Каково расстояние по частоте между соседними отсчётами дискретного спектра?
17. Почему в дискретном спектре сигнала столько же отсчётов, сколько и в дискретном представлении исходной функции?
18. Какой временной интервал будет занимать функция времени, полученная из спектра ДПФ?
19. Суть БПФ?
20. Какова связь между непрерывным преобразованием Фурье и её ДПФ?
21. С какой целью применяют дополнение нулями функции?
22. Чему равно расстояние по частоте между соседними ординатами в спектре ДПФ?
23. Для нахождения ДПФ в математических пакетах ЭВМ имеются встроенные функции для нахождения преобразований Фурье. Пусть дискретная функция времени имеет 80 отсчётов и для неё с использованием встроенных функций находим ДПФ. Затем исходную функцию дополняем нулями до 128 отсчётов и снова находим ДПФ. Сравните полученные ДПФ.
24. Спектр дискретизированной во времени функции занимает весь частотный диапазон. Покажите это математически.
25. Как от нормированного спектра перейти к естественному спектру?
26. Поясните. ДПФ даёт комплексный спектр?
27. Какие применяют методы нормировки по частоте в ЦОС. Их суть.
28. С какой целью применяют преобразование схем ЦФ?
29. Покажите зависимость вида АЧХ ЦФ от нулей и полюсов передаточной функции ЦФ.
30. Почему экстремум частотной характеристики цифрового фильтра первого порядка имеется только на нулевой частоте?
31. Укажите достоинства представления передаточной функции ЦФ в виде произведения биквадратных блоков.

32. Задана передаточная функция ЦФ. Как найти реакцию (выходной сигнал) этого фильтра на входной сигнал $x(t)$?

33. Как по передаточной функции ЦФ найти его импульсную переходную функцию?

34. ЦФ можно разделить на НЦФ и РЦФ или на БИХ и КИХ фильтры. В чём различие таких разделений?

Вопросы к тесту № 2

1. Приведите схемы рекурсивных фильтров и укажите их особенности.

2. Укажите связь между передаточной функцией цифрового фильтра и его импульсной характеристикой.

3. Как найти выходной сигнал ЦФ на заданный входной сигнал?

4. Суть нормировки по частоте частотных характеристик ЦФ. Как осуществляется переход от нормированной частоты к естественной.

5. Укажите достоинства и недостатки фильтров Баттерворта.

6. Укажите порядок действий для получения передаточной функции фильтра Баттерворта.

7. Особенности характеристик фильтров Чебышева, Бесселя и эллиптических фильтров.

8. Как из нормированного аналогового ФНЧ перейти к другим ненормированным избирательным фильтрам?

9. С какой целью проводят нормировку по сопротивлению избирательных аналоговых фильтров? В чём суть нормировки?

10. Суть преобразования частотной характеристики аналогового фильтра в цифровую методом инвариантной импульсной характеристики.

11. Суть аппроксимации частотной характеристики по методу Чебышева.

12. Поясните. После преобразования аналогового избирательного фильтра в цифровой его частотная характеристика будет нормированной или естественной?

13. Какие качества аналоговых фильтров не сохраняются при билинейном преобразовании их передаточной функции.

14. Покажите, что в устойчивом ЦФ полюса должны располагаться внутри круга единичного радиуса.

15. При билинейном преобразовании производится промежуточное преобразование частотной характеристики ЦФ в нормированный аналоговый фильтр. Зачем?

16. С какой целью при билинейном преобразовании синтезируемый фильтр представляют в виде последовательно соединённых биквадратных звеньев?

17. Фильтр, полученный в результате билинейного преобразования, имеет нормированную или естественную частотную характеристику? Поясните.

18. Поясните необходимость квантования коэффициентов цифровых фильтров и его влияние на АЧХ.

19. Поясните необходимость масштабирования коэффициентов ЦФ.

20. Почему в ЦФ может переполняться разрядная сетка при выполнении арифметических операций?

21. Суть определения коэффициента масштабирования в ЦФ с использованием его импульсной характеристики.
22. Почему в ЦФ возникает необходимость округления промежуточных результатов?
23. Почему при масштабировании коэффициентов ЦФ возникают искажения его АЧХ?
24. Каким должно бы быть идеальное окно при спектральном оценивании сигнала, Почему?
25. Каким компромиссом руководствуются при выборе типа окна в спектральном оценивании сигнала?
26. Почему экстремум частотной характеристики цифрового фильтра первого порядка имеется только на нулевой частоте?
27. Можно ли по передаточной функции цифрового фильтра указать возможное число пиков его АЧХ.
28. Укажите суть оптимальной аппроксимации заданной частотной характеристики фильтра.
29. Есть ли различие в частотной характеристики фильтра, полученной методом наименьших квадратов и методом оптимальной аппроксимации?
30. Назначение адаптивных фильтров.
31. Почему в качестве адаптивных фильтров используются в основном КИХ-фильтры?
32. Как определяется коэффициент усиления адаптивного фильтра?

Задание к РГР.

По заданным преподавателем требованиям к частотной характеристики цифрового избирательного фильтра рассчитать коэффициенты передаточной функции фильтра и построить его АЧХ и схему. (Задаются границы частот пропускания и непропускания, величина затухания в полосе непропускания, тип аппроксимации).

Экзаменационные вопросы.

1. Линейная свёртка. Её назначение и способы вычисления.
2. Круговая свёртка. Её назначение и способы вычисления
3. Дискретного преобразования Фурье. Масштабирование по частоте. Переход от нормированной частоты к естественной.
4. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Его суть. БПФ с прореживанием по времени. Переход к естественному масштабу частот.
5. Влияние добавления нулей в исходную последовательность на её частотную характеристику. Эффект растекания спектра.
6. Разностное уравнение. Нерекурсивные и рекурсивные фильтры. Каноническая форма рекурсивных фильтров.
7. Разновидности структурных схем рекурсивных фильтров.
8. Связь между передаточной функцией цифрового фильтра и его импульсной характеристикой. Реакция фильтра на произвольное входное воздействие.
9. Частотные характеристики цифровых фильтров. Влияние координат нулей и полюсов передаточной функции фильтра на его

частотные характеристики. Нормировка по частоте. Переход от нормированной частоты к естественной..

10. Аппроксимация реальных характеристик аналоговых фильтров по Баттерворту. Особенности этой аппроксимации.

11. Получение передаточной функции фильтров Баттерворта. Схемы фильтров.

12. Полиномы Чебышева первого рода. Их особенности. Аппроксимация характеристик фильтров этими полиномами.

13. Фильтры Чебышева второго рода. Особенности их характеристик.

14. Преобразование аналогового нормированного фильтра в другие типы ненормированных аналоговых фильтров

15. Преобразование аналоговых фильтров в цифровые фильтры методом билинейного преобразования.

16. Критерии, используемые при проектировании цифровых фильтров. Их суть.

17. Оптимизация частотной характеристики фильтра по Чебышеву.

18. Алгоритм Ремеза для построения частотной характеристики фильтра.

19. Постановка задачи линейного предсказания. Решение задачи линейного предсказания во временной области. Вычисление коэффициентов предсказания.

20. Алгоритм Дарбина решения уравнений Юла-Уолкера.

21. Решение задачи линейного предсказания в частотной области. Линейное предсказание при возбуждении белым шумом.

22. Понятие о преобразовании Гильберта. Дискретное преобразование Гильберта. Частотные характеристики цифровых преобразователей Гильберта (ЦПГ).

23. Импульсные характеристики ЦПГ. Требования к ЦПГ.

24. Цифровые дифференциаторы. Их частотные характеристики.

25. Однократные системы интерполяции.

26. Однократные системы децимации.

27. Полифазная структура систем децимации.

28. Полифазная структура системы интерполяции.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в:

- методических рекомендациях по самостоятельной работе (Приложение 3. (Приложение 3.РПД Б1.В.ДВ.3.1 (СРС.);

- методических рекомендациях к практическим занятиям (Приложение 3.РПД Б1.В.ДВ.3.1 (МР.).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. Москва: Техносфера, 2016. – 528с. (Электронный ресурс http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444839)

2. Опенгейм Л., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. Изд.3-е, исправленное. Москва: Техносфера, 2012. – 1048с. (Электронный ресурс http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=233730)

б) дополнительная литература

8. **Перечень ресурсов** 1. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций / Авторы: А.И. Солонина, Д.А. Улахнович, С.М. Арбузов, Е.Б. Соловьёва / Изд. 2-е испр. и перераб. – СХВ.- Петербург, 2005. – 768 с. (5экз).

2. . Ричард Лайонс Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. – М.: ООО «Бином Пресс» 2009. – 636. (3экз).

3. Пучков Ю.И. Аналоговая и цифровая обработка сигналов. Методические указания к лабораторным и практическим занятиям по курсу «Прикладные методы анализа данных» Смоленск: филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)», 2007.-20с

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. КривоВ.И_МедведС.Ю_ http://www.itlab.unn.ru/archive/lectures/DSP/DSP_Lectures

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает одну лекцию и одну лабораторную работу в неделю, выполнение РГР и 2 тестирования. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует активной работы на занятиях и, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам. Основная цель проведения лабораторных работ - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы;
контрольные вопросы и задания;
список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ может предшествовать проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы может быть предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

Выполнение расчетно-графической работы (РГР) служит целям приобретения и закрепления умений и навыков обучающегося в области решения типовых задач проектирования, расчета, анализа в предметной области, изучаемой в дисциплине. Обучающимся выдается общее задание на выполнение РГР, включающее индивидуальный вариант исходных данных, параметров и пр. Выполняется РГР в рамках самостоятельной работы студента (при необходимости с консультацией у преподавателя в рамках практических занятий). Выполнение РГР завершается подготовкой отчета, который сдается преподавателю на проверку. В случае обнаружения ошибок, неточностей и пр., отчет возвращается студенту на доработку. По завершению выполнения РГР студенту проставляется отметка о выполнении.

При подготовке к экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту в процессе проведения занятий.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении практических занятий предусматривается использование по выбору студента одного или нескольких математических пакетов

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в компьютерном классе, имеющим локальную сеть. а также учебную доску.

Автор

канд. техн. наук, доцент

Ю.И. Пучков

Зав. кафедрой ВТ

д-р техн. наук, профессор

А.С. Федулов

Программа одобрена на заседании кафедры ВТ, «_31_» августа 2016г.
протокол №01.

17