

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

/В.А. Небольсин/

31 августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Проектирование цифровых устройств обработки сигналов»

Направление подготовки 11.03.03 Конструирование и технология
электронных средств

Профиль Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2020

Автор программы

А.В. Турецкий

Заведующий кафедрой

А.В. Башкиров

Руководитель ОПОП

А.А. Пирогов

Воронеж 2021

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины: Изучение методов анализа и синтеза устройств цифровой обработки сигналов.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

- освоение основ фундаментальной теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов ЦОС, инвариантных относительно физической природы сигнала, и включающих в себя: математическое описание (математические модели) линейных дискретных систем (ЛДС) и дискретных сигналов, включая дискретное и быстрое преобразование Фурье (ДПФ и БПФ);
- рассмотрение структурных схем цифровых фильтров, сигнальных процессоров;
- рассмотрение реализации устройств цифровой обработки сигналов на примере процессора с фиксированной запятой.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 учебного плана.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 – Способен выполнять проектирование радиоэлектронных устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

ПК-4 – Способен подготавливать конструкторскую и технологическую документацию на радиоэлектронные устройства

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать этапы проектирования цифровых устройств обработки сигналов, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации, с использованием современных систем автоматизации проектирования
	уметь по техническому заданию проектировать цифровые устройства обработки сигналов, проводить измерения с выбором технических средств и обработкой сигналов.

	владеть современными методами проектирования цифровых устройств обработки сигналов. Навыками 3D моделирования конструкции, позволяющими увидеть результат проведенных расчетов.
ПК-4	знать конструкторскую и технологическую документацию на цифровые устройства обработки сигналов
	уметь разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на цифровые устройства обработки сигналов.
	владеть современными программными комплексами разработки конструкторской и технической документации цифровых устройства обработки сигналов.

4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов» составляет 5 зачётных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	84	84
В том числе:		
Лекции	24	24
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	48	48
Самостоятельная работа	69	69
Курсовой проект	+	+
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – экзамен	27	27
Общая трудоемкость	час	180
	зач. ед.	5

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	28	28
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Самостоятельная работа	143	143

Курсовой проект	+	+
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации –экзамен	9	9
Общая трудоемкость	час	180
	зач. ед.	5

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Аппаратные средства цифровой обработки сигналов	Обобщенная структура систем ЦОС. Особенности цифровой обработки сигналов в режиме реального времени. Понятие квантования сигналов по времени. Кодирование и декодирование сигналов в системах ЦОС	6	3	12	17	38
2	Дискретизация и восстановление сигналов	Математические модели дискретных сигналов и систем. Спектральное представление сигналов. Теорема Котельникова. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов. Последовательности. Выбор частоты дискретизации.	6	3	12	17	38
3	Преобразование дискретных сигналов	Спектры дискретизированных сигналов, квантование сигналов. Характеристики квантования. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Алгоритмы адаптивного предсказания и их применение в цифровых системах управления и связи	6	3	12	17	38
4	Структурные схемы построения сигнальных процессоров. Обзор системы команд сигнальных процессоров.	ЦОС в задачах фильтрации сигналов Теория и расчет ЦФ с импульсной характеристикой конечной длины Теория и расчет ЦФ с бесконечной импульсной характеристикой. Программные средства разработки и отладки систем на базе сигнальных процессоров.	6	3	12	18	39
Итого			24	12	48	69	153

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Аппаратные средства цифровой обработки сигналов	Обобщенная структура систем ЦОС. Особенности цифровой обработки сигналов в режиме реального времени. Понятие квантования сигналов по времени. Кодирование и декодирование сигналов в системах ЦОС	2	2	3	36	43
2	Дискретизация и восстановление сигналов	Математические модели дискретных сигналов и систем. Спектральное представление сигналов. Теорема Котельникова. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов. Последовательности. Выбор частоты дискретизации.	2	2	3	36	43
3	Преобразование дискретных сигналов	Спектры дискретизированных сигналов, квантование сигналов. Характеристики квантования. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Алгоритмы адаптивного предсказания и их применение в цифровых системах управления и связи	2	2	3	36	43
4	Структурные схемы построения сигнальных процессоров. Обзор системы команд сигнальных процессоров.	ЦОС в задачах фильтрации сигналов Теория и расчет ЦФ с импульсной характеристикой конечной длины Теория и расчет ЦФ с бесконечной импульсной характеристикой. Программные средства разработки и отладки систем на базе сигнальных процессоров.	2	2	3	35	42
Итого			8	8	12	143	171

Практическая подготовка при освоении дисциплины учебным планом не предусмотрена.

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Квадратурное преобразование частоты
2. Аналого-цифровое преобразование
3. Цифро-аналоговое преобразование
4. Устройства формирования частоты
5. Протоколы передачи сигналов
6. Цифровая обработка широкополосных сигналов
7. Проектирование высокоскоростных электронных схем

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения. И в 10 семестре для заочной формы обучения. Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов».

Темой курсового проекта является проектирование цифрового устройства обработки сигналов по предложенному варианту. Курсовые проекты исследовательского профиля связаны с теоретическими и экспериментальными исследованиями в области конструирования электронных средств.

Примерная тематика курсового проекта:

1. Исследование последовательного и параллельного регистров
2. Исследование сдвигового регистра
3. Исследование схемы инвертирующего операционного усилителя
4. Исследование схемы мультивибратора на операционных усилителях
5. Исследование триггеров
6. Меры качества разработки цифровой интегральной схемы
7. Моделирование алгебраического сумматора на операционных усилителях
8. Моделирование сложных логических схем
9. Проблематика проектирования комбинационных схем
10. Проектирование АЦП параллельного типа
11. Проектирование АЦП последовательного приближения
12. Проектирование вычитающего двоичного счетчика
13. Проектирование демультиплексора
14. Проектирование дешифратора
15. Проектирование микропроцессорных устройств обработки данных
16. Проектирование мультиплексора
17. Проектирование оперативных запоминающих устройств
18. Проектирование печатных плат
19. Проектирование пирамидального дешифратора
20. Проектирование постоянных запоминающих устройств
21. Проектирование преобразователя кодов
22. Проектирование простейших логических схем
23. Проектирование специализированных арифметико-логических устройств
24. Проектирование сумматора параллельных операндов с последовательным переносом
25. Проектирование сумматора с условным переносом
26. Проектирование суммирующего двоичного счетчика
27. Проектирование схем с внутренней синхронизацией
28. Проектирование цифро-аналогового преобразователя
29. Проектирование цифровой схемы сравнения двухразрядных двоичных чисел
30. Проектирование четырехразрядного сумматора с параллельным переносом
31. Проектирование шифратора
32. Разработка вычислителя контрольной суммы
33. Разработка генератора аналоговых сигналов
34. Разработка комбинационных логических элементов на КМОП
35. Разработка логических схем последовательностного типа
36. Разработка логического анализатора
37. Разработка печатных плат
38. Синтез и исследование триггерных схем произвольных типов

39. Стратегии реализации цифровых интегральных схем

- Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:
 - Расчет шумовых параметров
 - Расчет входных цепей
 - Расчет резонансных усилителей
 - Расчет преобразователей
 - Расчет амплитудных детекторов
 - Расчет частотных и фазовых детекторов
 - Расчет характеристик нелинейности линейного тракта РПУ
 - Расчет характеристик АРУ

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	знать этапы проектирования цифровых устройств обработки сигналов, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации, с использованием современных систем автоматизации проектирования	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь по техническому заданию проектировать цифровые устройства обработки сигналов, проводить измерения с выбором технических средств и обработкой сигналов.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными методами проектирования цифровых устройств обработки сигналов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Навыками 3D моделирования конструкции, позволяющими увидеть результат проведенных расчетов.			
ПК-4	знать конструкторскую и технологическую документацию на цифровые устройства обработки сигналов	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на цифровые устройства обработки сигналов.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными программными комплексами разработки конструкторской и технической документации цифровых устройства обработки сигналов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения и в 10 семестре для заочной формы обучения по системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать этапы проектирования цифровых устройств обработки сигналов, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации, с использованием современных систем автоматизации проектирования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь по техническому заданию проектировать цифровые устройства обработки сигналов, проводить измерения с выбором технических средств и обработкой	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех зада-	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	сигналов.			чах		
	владеть современными методами проектирования цифровых устройств обработки сигналов. Навыками 3D моделирования конструкции, позволяющими увидеть результат проведенных расчетов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать конструкторскую и технологическую документацию на цифровые устройства обработки сигналов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на цифровые устройства обработки сигналов.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными программными комплексами разработки конструкторской и технической документации цифровых устройств обработки сигналов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. При увеличении температуры электропроводность у примесных полупроводников:

1. остаётся постоянной
2. уменьшается
3. уменьшается, а при высоких температурах начинает возрастать
4. возрастает, а при высоких температурах начинает убывать

2. Детерминированные сигналы – сигналы, значения которых в любой момент времени:

1. полностью не известны.
2. можно предсказать с вероятностью 0,5 – 0,6.
3. полностью известны.

3. При увеличении длительности прямоугольного импульса ширина его главного лепестка:

1. расширяется.
2. остается неизменной.
3. уменьшается.

4. Спектр периодической последовательности видеоимпульсов:

1. сплошной.
2. струйный.
3. мелированный.
4. линейчатый.

5. Сдвиг сигнала во времени приводит к изменению:

1. Амплитудной характеристики спектра сигнала
2. Фазовой характеристики спектра сигнала
3. Изменению несущей частоты сигнала

6. Каждая спектральная составляющая (гармоника) в спектре периодического сигнала, при использовании в качестве базиса системы тригонометрических функций, представляет собой:

1. Сложное колебание прямоугольной формы.
2. Гармоническое колебание.
3. Бигармоническое колебание.
4. Колебание с экспоненциальной огибающей.

7. Для технических расчетов используется понятие ширина спектра прямоугольного импульса, которая оценивается как полоса частот в которой содержится более 90% энергии сигнала. Эта полоса определяется:

1. Частотой $\omega_0 = 2\pi/T$, где T – период периодической последовательности импульсов.
2. Частотой $\omega = 2\pi/\tau$ (ширина первого лепестка), где τ – длительность импульса.
3. Частотой $\omega = \infty$.

8. Данное условное графическое изображение обозначает:

1. полевой транзистор МДП-типа
2. биполярный транзистор $p-n-p$ типа
3. биполярный транзистор $n-p-n$ типа
4. полевой транзистор с каналом



p -типа

9. Для оценки степени связи между двумя различными сигналами $S_1(t)$ и $S_2(t)$ используется:

1. Спектральная плотность произведения сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$.
2. Взаимно-корреляционная функция $B_{S_1S_2}(\tau)$.
3. Интеграл Дюамеля.

10. Радиосигнал в котором в соответствии с законом модулирующего сигнала меняется значение мгновенной частоты высокочастотного сигнала относительно значения несущей частоты называется :

1. Радиосигналом с амплитудной модуляцией.
2. Радиосигналом с частотной модуляцией.
3. Радиосигналом с фазовой модуляцией.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Дискретизация сигнал – это процесс:

- а) преобразования аналогового сигнала $x(t)$ в сигнал $x_i(t)$
- б) преобразования аналогового сигнала $x(t)$ в сигнал $x(t_i)$
- в) преобразования аналогового сигнала $x(t)$ в сигнал $x_k(t_i)$
- г) преобразования аналогового сигнала в цифровой сигнал

2. Квантование по уровню – это процесс:

- а) преобразования сигнала $x(t)$ в дискретный сигнал $x(t_i)$
- б) восстановления исходного сигнала по дискретным значениям
- в) применения принципа интерполяции в задачах дискретизации сигналов
- г) преобразования сигнала $x(t)$ в дискретную шкалу значений $x_k(t)$

3. Воспроизводящая функция определяется:

- а) совокупностью отсчетов исходного сигнала
- б) системой базисных функций
- в) верно а) и б)

г) значениями измеряемой величины

4. К критериям оценки точности дискретизации относят (выберите несколько):

- а) среднеквадратичный критерий
- б) интерполяционный критерий
- в) адаптивный критерий
- г) вероятностный критерий

5. При равномерной дискретизации по Котельникову оценка точности дискретизации осуществляется по:

- а) вероятностному критерию
- б) среднеквадратичному критерию
- в) максимальному критерию
- г) адаптивному критерию

6. Для определения граничной частоты амплитудного спектра реальных сигналов чаще всего используют:

- а) временной критерий
- б) энергетический критерий
- в) амплитудный критерий
- г) минимаксный критерий

7. Погрешность дискретизации реальных сигналов по Котельникову обусловлена следующими причинами (выберите несколько):

- а) конечным числом отсчетов реального сигнала
- б) искусственной ограниченностью спектра реальных сигналов
- в) пренебрежением вклада неограниченного числа функций отсчетов за пределами временного интервала измерения
- г) верно все вышеперечисленное

8. Ступенчатая аппроксимация в задачах точечной интерполяции осуществляется:

- а) степенным многочленом первой степени
- б) степенным многочленом нулевой степени
- в) степенным многочленом n -ой степени
- г) функцией отсчетов

9. Принцип упорядочения функций Уолша по Хармуту заключается:

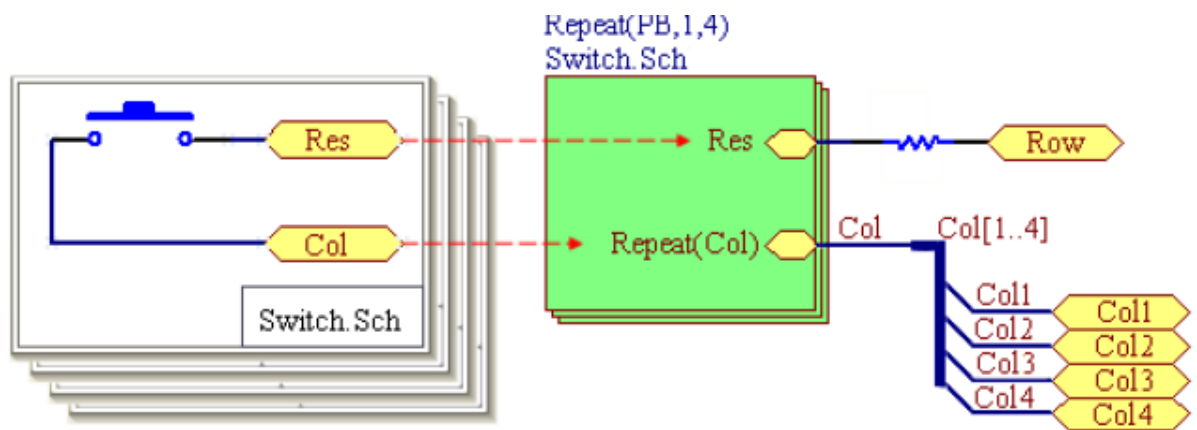
- а) по номеру позиции двоичного представления числа, содержащего единицу
- б) по числу смены знаков функции
- в) в двоичной инверсии номеров функций Пэли
- г) по адаптивному критерию

10. Цифровой фильтр не содержит в своей структуре следующего элемента (укажите лишнее):

- а) сумматор
- б) интегратор
- в) умножитель
- г) элемент единичной задержки

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Как это лучше сделать в схеме несколько одинаковых каналов ?

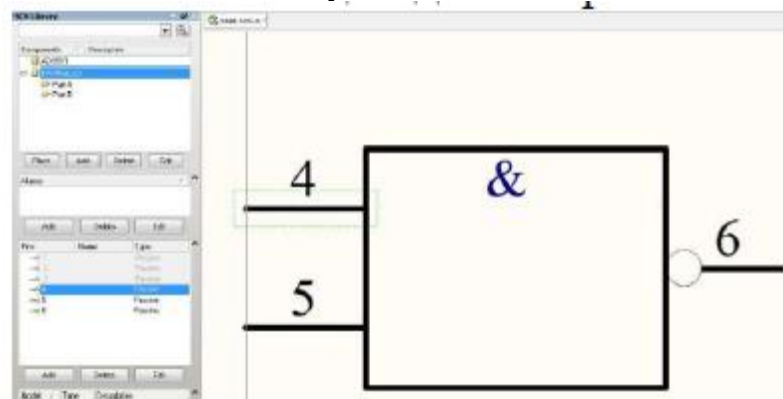


а) Создаём Sheet Symbol и указываем ему Filename нужной подсхемы. Из шины выводим наши сигналы в стиле `_BusName_StartNum_..._BusName_StopNum_` и разводим их куда надо.

б) На данный момент единственный метод поставить там точку — сделать для десигнатора специальный шрифт, в котором двоеточие визуально выглядит как точка.

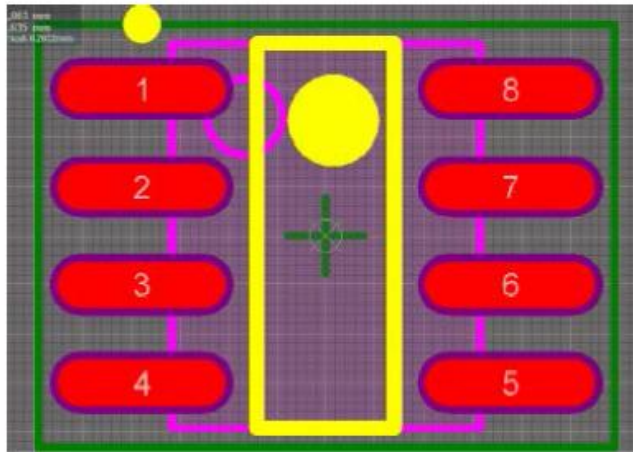
в) В диалоге File->Print Setup выставляем параметр Scaling Mode в значение Scaled Print, после чего выбираем подходящую ориентацию бумаги и подбираем значение для Scale (обычно где-то 0.9-0.95).

2. Сколько секций для микросхемы КР1564ЛА3 необходимо создавать?



- а) 1
- б) 2
- в) 4

3. Порядок создания посадочного места под корпус со штыревыми выводами На примере корпуса 201.14-1 для МС КР1564ЛА3.



а) Находясь в редакторе PCB Library выбрать в меню Tools>>Component Wizard.

б) Задать размеры отверстия и контактной площадки исходя из размера вывода, указанного на чертеже.

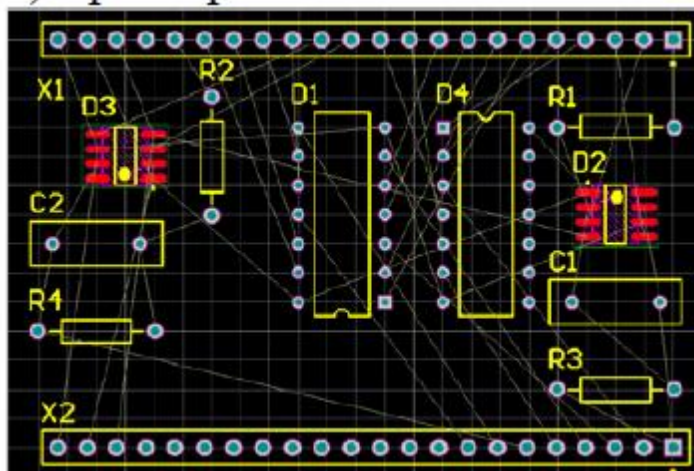
в) Указать расстояние между КП в одном ряду (шаг ножек микросхемы) и расстояние между рядами КП в соответствии с чертежом корпуса, указать ширину линии графики корпуса: 0,2мм., ввести количество КП-14, ввести наименование корпуса: 201.14., сохранить библиотеку PcbLib.

4. На картинке представлен результат:

а) Размещения.

б) Компоновки.

в) Трассировки



5 . Обратное Z-преобразование можно вычислить следующими методами (укажите несколько):

- а) используя теорему о вычетах
- б) методом контурного интегрирования
- в) методом разложения на простые дроби
- г) методом деления числителя на знаменатель

6. Квантование по уровню – это процесс:

- а) преобразования сигнала $x(t)$ в дискретный сигнал $x(t_i)$
- б) восстановления исходного сигнала по дискретным значениям
- в) применения принципа интерполяции в задачах дискретизации сиг-

налов г) преобразования сигнала $x(t)$ в дискретную шкалу значений $x_k(t)$

7. Свойство симметрии ДПФ сигнала, заданного N отсчетами, означает: а) спектр сигнала симметричен относительно N

б) спектр сигнала сопряжено симметричен относительно N

в) спектр сигнала симметричен относительно $N/2$

г) спектр сигнала сопряжено симметричен относительно $N/2$

8. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени основан:

а) на разбиении входной последовательности на две последовательности, состоящие из первых отсчетов $(0 - N/2)$ и остальных отсчетов

б) на разбиении входной последовательности на две последовательности с четными и нечетными номерами

в) на разбиении выходной последовательности на две последовательности с четными и нечетными номерами

г) на разбиении выходной последовательности на две последовательности меньших размеров

9. Рекурсивный фильтр – устойчив, если:

а) все полюсы функции $H(z)$ лежат внутри круга единичного радиуса

б) все полюсы функции $H(z)$ лежат вне круга единичного радиуса

в) хотя бы один полюс функции $H(z)$ лежат внутри круга единичного радиуса

г) хотя бы один полюс расположен на единичной окружности

34. Системная (передаточная) функция цифрового фильтра связана с его импульсной характеристикой:

а) прямым преобразованием Фурье

б) обратным преобразованием Фурье в) прямым Z-преобразованием

г) билинейным Z-преобразованием

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету
(не предусмотрено учебным планом)

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Изобразить структурную схему СЧ с ИФАПЧ и объяснить, зачем эта система часто комбинируется с ИЧАП.

2. Нарисовать структурные схемы автоматической аналоговой электронной настройки РПУ.

3. Изобразить структурную схему автоматической цифровой электронной настройки РПУ.

4. Назначение и виды индикаторов РПУ

5. Функции, выполняемые МП в РПУ.

6. Пояснить работу СЧ с микропроцессорным управлением.

7. Особенности работы МП в системе дистанционного управления.

8. Особенности построения и назначения блоков структурных схем дистанционного управления РПУ.

9. Принцип работы и структурные схемы цифровых индикаторов частоты.

10. Электронные ключи ТТЛ.

11. Электронные ключи КМДП.
12. Базовые логические элементы ТТЛ.
13. Базовые логические элементы КМДП.
14. Классификация запоминающих устройств.
15. Основные параметры запоминающих устройств.
16. Структура запоминающих устройств со словарной организацией, их особенности.
17. Структура запоминающих устройств с матричной организацией, их особенности.
18. Построение многоразрядных запоминающих устройств с матричной организацией.
19. Структура запоминающих устройств с комбинированной выборкой, их функционирование.
20. Элементы памяти оперативных запоминающих устройств статического типа, их функционирование.
22. Постоянные запоминающие устройства. Классификация.
23. Виды постоянных запоминающих устройств.
24. ПЗУ матричного типа. Схема матрицы. Топология матрицы.
25. Однократно программируемое ПЗУ с пережигаемыми перемычками.
26. Репрограммируемое ПЗУ на лавинно-инжекционных транзисторах с плавающим затвором.
27. Схема запоминающего элемента на ЛИПЗ МОП-транзисторах.
28. Репрограммируемое ПЗУ с электрической записью и стиранием информации.
29. Программируемые логические матрицы. Структура.
30. Схемотехника программируемых логических матриц.
31. Программируемая матричная логика.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов, 5 стандартных задач и 5 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 8 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 9 до 12 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 13 до 15 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Аппаратные средства цифровой обработки сигналов	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных

			работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
2	Дискретизация и восстановление сигналов	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
3	Преобразование дискретных сигналов	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
4	Структурные схемы построения сигнальных процессоров. Обзор системы команд сигнальных процессоров.	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Микушин, А.В. Цифровая схемотехника [Электронный ресурс] : монография / В.И. Сединин; А.В. Микушин. - Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. - 319 с. - ISBN 978-5-91434-036-7. - URL:

<http://www.iprbookshop.ru/69569.html>

2. Проектирование цифровых устройств обработки сигналов: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Н. В. Ципина. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2018. – 17 с.
3. Проектирование цифровых устройств обработки сигналов: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Н. В. Ципина. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2018. – 17 с.
4. Проектирование цифровых устройств обработки сигналов: методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Н. В. Ципина. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2018. – 17 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

ОС Windows 7 Pro;
Google Chrome;
Microsoft Office 64-bit
Компас 3D;
Altium Designer;

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> – единое окно доступа к информационным ресур-

сам;

<http://www.edu.ru/> – федеральный портал «Российское образование»;
Образовательный портал ВГТУ;
<http://www.iprbookshop.ru/> – электронная библиотечная система IPRbooks;
www.elibrary.ru – научная электронная библиотека
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:
<https://docplan.ru/> – бесплатная база ГОСТ
<http://www.kit-e.ru/> – электронная версия журнала «Компоненты и технологии»

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория, укомплектованная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный

Учебная аудитория (компьютерный класс), укомплектованная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
- принтер цветной лазерный;
- 3D принтер «Альфа-2»;
- доска магнитно-маркерная поворотная;
- цифровой осциллограф DS1052E – 3 шт.;
- анализатор спектра DSA815;
- генератор VC2002;
- источник питания DP832 – 4 шт.;
- источник питания HY 1503D 2 LCD – 6 шт.;
- мультиметр DM3058E – 3 шт.

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Проектирование цифровых устройств обработки сигналов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе. Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

Лабораторные работы важны тем, что деятельность студентов приближается к деятельности инженера, способствуя приобретению навыков исследовательской работы, освоению методики экспериментальной работы, ознакомлению с радиоэлектронным оборудованием, обучению правилам безопасной работы с оборудованием

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиадах;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его це-

ликом, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Рекомендуются составлять их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, тестирование, расчеты, защита ЛР);
- промежуточный (КР, экзамен).

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов. Для успешной сдачи экзамена необходимо заниматься систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.

Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
---------------------------------------	---

