

Приложение 3 РПД Б1.Б.5

**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
« 31 » 08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Программа подготовки:

Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Смоленск – 2015 г.

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

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской, научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника 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, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих общекультурных и общепрофессиональных компетенций:

- ОК-2 «способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом»;
- ОПК-2 «способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры».

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- стандарты и требования нормативно-технической документации необходимые при проведении проектирования электронной компонентной базы (ОПК-2);
- общую характеристику процесса проектирования, восходящее и нисходящее проектирование, методы и этапы проектирования (ОПК-2, ОК-2);
- средства и методы автоматизированного проектирования электронной компонентной базы устройств промышленной электроники как части общего технологического цикла производства устройств и систем электроники и наноэлектроники (ОПК-2);
- состав и назначение пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для решения задач автоматизированного проектирования в области микро и наноэлектроники (ОПК-2);
- программные средства расширения функциональных возможностей пакетов САПР и совместного использования пакетов на основе средств информационного обмена (ОПК-2).

Уметь:

- выбирать и описывать модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования (ОК-2);
- применять системы автоматизированного проектирования для обоснования, подготовки и проведения проектирования электронной компонентной базы устройств промышленной электроники (ОК-2);
- использовать программные средства настройки и управления современных систем автоматизированного проектирования электронной компонентной базы устройств промышленной электроники (ОК-2);
- выбирать конструктивные решения при разработке электронных устройств с учетом их особенностей, исходя из требований технического задания (ОПК-2);

Владеть:

- навыками разработки технических заданий и создания проектной документации на основе действующих в этой области стандартов (ОК-2);
- средствами анализа и оценки проектов электронных устройств (ОК-2);

- навыками использования пакетов прикладных компьютерных программ для решения проектных задач в области микро и нанoeлектроники (ОПК-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части дисциплин Б1.Б. цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Промышленная электроника и микропроцессорная техника», направления «Электроника и нанoeлектроника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроника и нанoeлектроника» дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» базируется на следующих дисциплинах:

Базовое образование бакалавра\$

Б1.Б.3 «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники».

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

Б1.В.ДВ.1.1 «Микропроцессорные системы»

Б1.В.ДВ.1.2 «Программное обеспечение микропроцессорных систем»

Б2.П.1 «Производственная практика»;

Б2.П.2 «Педагогическая практика»;

Б2.Н.1 «Научно-исследовательская работа»;

ИГА «Итоговая государственная 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.Б.5	
Часов (всего) по учебному плану:	108	1 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	1 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	1 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	1 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	-
Курсовое проектирование (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1,5, 54	1 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.25, 9
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.25, 9
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	0.75, 27
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Подготовка к контрольным работам	-

Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	0.25, 9
Всего:	1.5, 54
Подготовка к экзамену	-

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Общая характеристика процесса проектирования.	3	2	0	0	1	
2	Автоматизированные интегрированные среды проектирования.	9	2	4	0	3	4
3	Маршруты и этапы проектирования.	6	2	2	0	2	2
4	Модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования.	9	2	4	0	3	4
5	Средства автоматизированного проектирования.	6	2	2	0	2	2
6	Сравнение программ схемотехнического моделирования.	3	2	0	0	1	
7	Описание стандартного технологического маршрута проектирования КМОП	6	2	2	0	2	2
8	Языки проектирования высокого уровня	6	2	2	0	2	2
9	Возможности и запуск программ логического моделирования.	6	2	2	0	2	4
	Курсовая работа: проектирование электронного устройства в соответствии с индивидуальным заданием	27				27	
всего 108 часов по видам учебных занятий (включая 9 часов на подготовку к зачету)			18	18	18	54	20

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Общая характеристика процесса проектирования.

Лекция 1. Виды и способы проектирования электронной компонентной базы. Изучение стандартов, регламентирующих процессы проектирования электронных устройств. Подготовка технического предложения, составление технического задания на разработку. (2 часа)

Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическим занятиям (1 часа) (всего к теме №1 – 1 часа).

Текущий контроль – опросы «у доски» на практических занятиях.

Тема 2. Автоматизированные интегрированные среды проектирования.

Лекция 2. Вопросы стандартизации средств автоматизации проектирования. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР). Командный интерпретатор. Начальные установки проекта. Высокоуровневые, интерактивные языки программирования.

Практическое занятие 1. Изучение структуры ГОСТов, регламентирующих состав и функциональность САПР, применяемых в области проектирования электронных устройств. Наполнение этапов проектирования технической и проектной документацией. Изучение жизненного цикла электронных устройств. (2 часа).

Практическое занятие 2. Изучение подсистем САПР их назначения и взаимодействия в процессе проектирования электронных устройств (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическим занятиям № 1 - № 2 (2 часа), (всего к теме №2 – 3 часа).

Текущий контроль – устный опрос «у доски» на практических занятиях.

Тема 3. Маршруты и этапы проектирования

Лекция 3. Формирование технологических требований к процессу проектирования, как части единого производственного цикла.

Практическое занятие 3. Изучение особенностей конструкции электронных устройств в связи с современными промышленными технологиями РЭА (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к практическим занятиям № 3 (1 час), (всего к теме №3 – 2 часа).

Текущий контроль – устный опрос «у доски» на практических занятиях.

Тема 4. Модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования

Лекция 4. Подключение библиотек Эквивалентные модели нелинейных элементов: интегральных диодов, биполярных и полевых транзисторов. Список параметров моделей.

Практическое занятие 4. Постановка задач для автоматизированного проектирования моделирования и анализа устройств промышленной электроники. Выбор программ для решения проектных задач.

Практическое занятие 5. Выбор и сравнительный анализ программ САПР для различных этапов проектирования (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическим занятиям № 4 - № 5 (2 часа), (всего к теме №4 – 3 часа).

Текущий контроль – устный опрос «у доски» на практических занятиях, проверка выполнения и защита лабораторной работы.

Тема 5. Средства автоматизированного проектирования.

Лекция 5. Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования.

Практическое занятие 6. Создание проекта. Основы схемно-графического описания проекта. Иерархическое описание схем. Создание символьного представления. Подсхемы. (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к практическим занятиям № 6 (1 час), (всего к теме №5 – 2 часа).

Текущий контроль – устный опрос «у доски» на практических занятиях, проверка выполнения и защита лабораторной работы.

Тема 6. Сравнение программ схемотехнического моделирования.

Лекция 6. Методы расчета и моделирования. Многовариантный и параметрический анализ. Электронные компоненты, как база проектирования. Выбор элементной базы, формирование библиотек компонентов пакетов автоматизированного проектирования электронных устройств.

Самостоятельная работа 6. (всего к теме № 6 – 1 час).

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям.

Тема 7. Описание стандартного технологического маршрута проектирования КМОП

Лекция 7. Технологический файл с описанием топологических норм и ограничений проектирования. Основы топологического описания проекта. Проверка топологии на соответствие технологическим и электрическим правилам проекта. Диагностика и исправление ошибок проектирования.

Практическое занятие 7. Изучение возможностей управления библиотеками в САПР в процессе проектирования (2 часа).

Самостоятельная работа 7. Подготовка к практическим занятиям № 7 (1 час) (всего к теме №7 – 2 часа).

Текущий контроль – устный опрос «у доски» на практических занятиях, проверка выполнения и защита лабораторной работы

Тема 8. Языки проектирования высокого уровня.

Лекция 8. Маршрут проектирования с использованием библиотеки стандартных элементов; синтаксис языка VHDL; основные способы описания цифровых схем с помощью языка VHDL; операторы языка VHDL.

Практическое занятие 8. Использование средств Spice и при проектировании аналоговых и цифровых электронных устройств. Применение языков описаний цифровых схем в САПР(2 часа).

Самостоятельная работа 8. Подготовка к практическим занятиям № 8 (1 час), (всего к теме №8 – 2 часа).

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям.

Тема 9. Возможности и запуск программ логического моделирования.

Лекция 9. Основные правила описания входного языка. Примеры проектирования и моделирования цифровых устройств.

Практическое занятие 9. Изучение и оценка перспективных направлений развития САПР электроники и нанoeлектроники (по материалам ведущих фирм производителей) (2 часа).

Самостоятельная работа 9. Подготовка к практическим занятиям № 9 (1 час), (всего к теме № 9 – 2 часа).

Текущий контроль – устный опрос «у доски» на практических занятиях, проверка выполнения и защита лабораторной работы

Выполнение курсовой работы: проектирование электронного устройства в соответствии с индивидуальным заданием.

Аудиторные консультации. (18 часов)

Самостоятельная работа. Самостоятельное выполнение работ по проектированию электронного устройства в соответствии с индивидуальным заданием (27 часов).

Текущий контроль – контрольные проверки выполнения проектных работ, контроль графика выполнения КР.

Лекция 9 (2 часа) проводится в интерактивной форме в бригадах с разделением функций при выполнении и оформлении результаты работ складываются в единые проекты. Отрабатываются вопросы организации проектирования с разделением задач, импорт и экспорт данных САПР при групповом проектировании.

Практические занятия №1-9 (18 часов) проводятся в интерактивной форме с использованием бригадного метода выполнения задания с обсуждением текущих результатов и поиском решений эффективного использования средств САПР при групповой работе.

Итоговая аттестация по дисциплине: зачет с оценкой ; оценка по защите курсовой работы.

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Зачет 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 обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям, выполнению курсовой работы, рекомендации по изучению дополнительных тем, выделенных на СРС (см. Приложение 1).

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: профессиональные ОК-2, ОПК-2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, выполнение расчетно-графической работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

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

Сформированность компетенции 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 **ОПК-2** «способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, ответах «у доски» при выполнении заданий на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- стандарты и требования нормативно-технической документации необходимые при проведении проектирования электронной компонентной базы устройств промышленной электроники, особенности проектирования различных видов электронной техники

- состав и назначение пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для решения задач автоматизированного проектирования в области микро и наноэлектроники.

наличие **умения**:

- применять системы автоматизированного проектирования для обоснования, подготовки и проведения проектирования устройств промышленной электроники;

присутствие **навыка**:

- разработки технических заданий и создания проектной документации на основе действующих в этой области стандартов.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-2** в процессе выполнения практических занятий.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность различать при устном ответе терминологические особенности задач разработки электронных устройств при использовании средств САПР для схемного и конструкторского проектирования, представлять этапы проектирования в общей связи с особенностями различных видов электронной техники, выбирать и формулировать параметры проекта, опираясь на требования действующих стандартов соответствует пороговому уровню освоения компетенции на данном этапе ее формирования;

в дополнение к пороговому способность анализировать недостатки проектных решений при использовании средств анализа, входящих в состав САПР – соответствует продвинутому уровню;

в дополнении к продвинутому наличие умения вносить коррективы и выполнять выбор проектных решений с учетом возможностей САПР применительно к задачам проектирования электронной техники – соответствует эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОК-2** «способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, собранных студентом в отчете при выполнении курсовой работы и самостоятельном изучении дополнительных тем на самостоятельную подготовку. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защите расчетно-графической работы.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- средств и методов автоматизированного проектирования устройств промышленной электроники как части общего технологического цикла производства электронной компонентной базы устройств и систем электроники и нанoeлектроники;

- программных средств расширения функциональных возможностей пакетов САПР и совместного использования пакетов на основе средств информационного обмена

наличие **умения**:

- использовать программные средства настройки и управления современных систем автоматизированного проектирования устройств промышленной электроники;

- выбирать конструктивные решения при разработке электронных устройств с учетом их особенностей, исходя из требований технического задания;

присутствие **навыка**:

- владения средствами анализа и оценки проектов электронных устройств;

- использования пакетов прикладных компьютерных программ для решения проектных задач в области микро и нанoeлектроники

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОК-2** в процессе защиты курсовой работы.

В процессе защиты курсовой работы на тему «Проектирование цифрового устройства на основе ПЛИС» (методические указания к выполнению курсовой работы представлены в приложении 2) студенту задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Обоснуйте перечень параметров разработки, представленный в техническом задании?
2. Перечислите этапы проектирования.
3. Какие особенности устройства учитывались при выборе конструктивного исполнения?
4. Прокомментируйте параметры таблицы назначения выводов библиотечного компонента.
5. Как обеспечить минимизацию электромагнитных помех при проектировании цепей питания устройства?
6. Как оптимизировать параметры печатной платы для аналоговых и цифровых устройств?
7. Какие настройки САПР следует проводить перед началом проектирования и почему?
8. Какие составляющие включает полный библиотечный компонент, использующийся в современных САПР при проектировании электронных устройств?
9. Обоснуйте выполнение цепей питания в импульсных электронных устройствах?
10. Какие виды анализа используются при оценке проекта электронного устройства?
11. Как, по Вашему мнению, может быть усовершенствована технология проектирования печатных плат цифровых устройств для обеспечения жестких требований к цепям электропитания?
12. Как обеспечивается учет требований проектирования при разработке устройств, имеющих аналоговые и цифровые узлы?

Полный ответ на один вопрос, частичный ответ на два вопроса соответствуют пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один, и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

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

Зачет по дисциплине «Проектирование и технология электронной компонентной базы» проводится в устной форме.

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 не 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 приложение к диплому выносится оценка зачета по дисциплине за 1 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 (самостоятельная работа студента):

1. Группы стандартов и их взаимодействие в процессе проектирования.
2. Стандартная структура САПР и назначение подсистем.
3. Какие подсистемы определяют функциональность основных инструментов САПР.
4. Виды САПР для электроники и наноэлектроники, состав подсистем для них.
5. Состав документации эскизного проекта в соответствии с ЕСКД
6. Процесс разработки технического задания.

7. Состав документации эскизного проекта в соответствии с ЕСКД
8. Выбор САПР на различных стадиях проектирования.
9. Как организована лингвистическая поддержка САПР? Приведите примеры.
10. Сформулируйте технологические требования к выполнению проекта электронного устройства.
11. Вопросы стандартизации процессов проектирования. Этапы проектирования. Понятия жизненного цикла изделия.
12. Вопросы стандартизации средств автоматизации проектирования. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР).
13. Формирование технологических требований к процессу проектирования, как части единого производственного цикла.
14. Постановка задач для автоматизированного проектирования моделирования и анализа устройств промышленной электроники. Выбор программ для решения проектных задач.
15. Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования.
16. Электронные компоненты, как база проектирования. Выбор элементной базы, формирование библиотек компонентов пакетов автоматизированного проектирования электронных устройств.
17. Построение библиотечных компонентов, системы атрибутов и параметров. Управление библиотеками.
18. Имитационное моделирование как часть автоматизированного проектирования электронных схем. Организация моделирования на основе Spice, VHDL и XML описаний..
19. Структура листинга Pspice, назначение атрибутов, параметров, опций. Модели и макро-модели
20. Автоматизация проектирования печатных плат. Средства автоматизации размещения и трассировки.
21. Понятия сквозного проектирования. Взаимодействие программных модулей при сквозном проектировании.
22. Современные пакеты сквозного проектирования, их состав и возможности .
23. Организация процесса сквозного проектирования в рабочих группах. Технологическая подготовка проекта
24. Проведение анализа работы спроектированного устройства Программные средства автоматизации анализа. Предтопологический и посттопологический анализ.
25. Средства электромагнитного анализа и их использование при проектировании СВЧ и импульсных устройств.
26. Перспективы развития средств автоматизированного проектирования электронных устройств

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Подготовка среды проектирования для выполнения проекта.
2. Перечислите критерии выбора программных средств САПР для выполнения проекта.
3. Как связаны конструктивные требования разработки с выбором средств проектирования.
4. Какие средства обеспечивают возможности групповой работы над проектом?
5. В чем различия средств схемотехнического проектирования? Приведите примеры.
6. Какие средства проверки имеют современные схемотехнические САПР?
7. Опишите устройство библиотечной подсистемы САПР.

8. Виды пополнения библиотек проекта.
9. Параметры и атрибуты библиотечных компонентов.
10. Назначение полей таблиц компоновки.
11. Синхронизация библиотек при групповой работе.
12. Какие требования к библиотечным компонентам обеспечивают возможность имитационного моделирования?
13. Структура листинга PSpice. Версии PSpice и их возможности.
14. Приведите примеры программ для проектирования цифровых устройств на основе языков описаний схем.
15. Классификация технологических требований к печатным платам.
16. Алгоритмы размещения компонентов на печатной плате в среде САПР.
17. Средства автоматизации размещения компонентов.
18. Дайте определение сквозного проектирования
19. Перечислите этапы работ с использованием систем сквозного проектирования.
20. Что такое менеджер проекта и какие функции он выполняет?
21. Взаимодействие программных модулей при сквозном проектировании.
22. Приведите примеры программ сквозного проектирования и дайте им краткое описание.
23. Как взаимосвязаны проектные работы и средства анализа, работающие в среде сквозного проектирования?
24. Опишите план поведения проектных работ при групповом использовании САПР.
25. Как осуществляется передача результатов проектирования на производство.
26. Какие технологические требования позволяет задавать система сквозного проектирования? Как они связаны с правилами разводки печатной платы.
27. Какие возможности имеются у систем сквозного проектирования для взаимодействия с механическими САПР при выполнении конструкторских работ?

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету)

1. Общая характеристика процесса проектирования. Виды и способы проектирования электронной компонентной базы.
2. Вопросы стандартизации процессов проектирования. Понятия жизненного цикла изделия. Маршруты и этапы проектирования. Восходящее и нисходящее проектирование.
3. Вопросы стандартизации средств автоматизации проектирования. Структуры систем автоматизированного проектирования (САПР).
4. Формирование технологических требований к процессу проектирования, как части единого производственного цикла.
5. Постановка задач для автоматизированного проектирования моделирования и анализа устройств промышленной электроники. Выбор программ для решения проектных задач.
6. Программы схемотехнического проектирования. Методы автоматизации схемотехнического проектирования.
7. Электронные компоненты, как база проектирования. Выбор элементной базы, формирование библиотек компонентов пакетов автоматизированного проектирования электронных устройств.
8. Модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования. Подключение библиотек. Эквивалентные модели нелинейных элементов. Построение библиотечных компонентов, системы атрибутов и параметров. Управление библиотеками.
9. Имитационное моделирование как часть автоматизированного проектирования электронных схем. Организация моделирования на основе Spice, VHDL и XML описаний..

10. Автоматизация проектирования печатных плат. Средства автоматизации размещения и трассировки.
11. Понятия сквозного проектирования. Взаимодействие программных модулей при сквозном проектировании.
12. Перспективы развития средств автоматизированного проектирования электронных устройств
13. Критерии выбора программных средств САПР для выполнения проекта.
14. Устройство библиотечной подсистемы САПР.
15. Технологические процессы печатных плат и техническая документация проекта для их проведения.
16. Этапы и содержание проектных работ с использованием систем сквозного проектирования.
17. Взаимодействие программных модулей при сквозном проектировании.
18. Передача результатов проектирования на производство.
19. Описание стандартного технологического маршрута проектирования КМОП. Технологический файл с описанием топологических норм и ограничений проектирования. Основы топологического описания проекта. Проверка топологии на соответствие технологическим и электрическим правилам проекта. Диагностика и исправление ошибок проектирования.
20. Возможности и запуск программ логического моделирования. Основные правила описания входного языка. Примеры проектирования и моделирования цифровых устройств.
21. Методика и средства проектирования цифровых устройств на СБИС ПЛ: общие сведения, средства описания проекта, этапы проектных процедур.
22. Проблемы анализа и синтеза дискретных схем. Языки описания аппаратуры низкого и высокого уровня: синтаксис, базовые конструкции.
23. Примеры реализации описания базовых узлов цифровой техники. Комбинационная логика, последовательностная логика, цифровые автоматы с памятью.
24. Аппаратная реализация алгоритмов основных вычислительных операций ЦОС.
25. Языки проектирования высокого уровня. Маршрут проектирования с использованием библиотеки стандартных элементов; синтаксис языка VHDL; основные способы описания цифровых схем с помощью языка VHDL; операторы языка VHDL.
26. Описание проекта на языке VHDL. Примеры поведенческих описаний элементов. Структурное описание проекта.
27. Примеры использования языка VHDL при описании аппаратных алгоритмов ЦОС.
28. Реализация иерархического проекта. Управление синтезом. Возможности САПР цифровых устройств на примере систем проектирования Xilinx: графическое и языковое описание устройств, использование диаграмм переходов автоматов, библиотечных модулей, этапы разработки.

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 изучению дисциплины «Автоматизированное проектирование устройств промышленной электроники», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ, по выполнению расчетных заданий и заданий на самостоятельную работу (приложение 1 к настоящей РПД).

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

а) основная литература

1. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 188 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1314
2. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 475 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41019
3. Петров, М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Н. Петров, Г.В. Гудков. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 463 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=661

б) дополнительная литература

1. Муромцев Д.Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств: учеб. пособие. Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин, О.А. Белоусов. — Ростов н/Д: Феникс, 2013. — 541 с.: ил. (1 экз. в библиотеке)
2. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. Учебное пособие. - /3-изд. - СПб.: БХВ- Санкт-Петербург, 2010. — 797 с.: ил. (1 экз. в библиотеке)
3. Чеканов А. Н. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры : учеб. пособие для вузов направления 210200 "Проектирование и технология электронных средств" / А. Н. Чеканов .— М. : КноРус, 2012 .— 437 с. (3 экземпляра в библиотеке)
4. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой. Учебное пособие./ Р.И. Грушвицкий, А.Х. Мурсаев, Е.П. Угрюмов. — 2-е изд.[доп. и перераб.]. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 736 с.: ил. (2 экз. в библиотеке)
5. Дьяконов В.П. MATLAB R2007/2008/2009 для радиоинженеров. [Электронный ресурс]/ В.П. Дьяконов. - Электрон. текстовые дан – М.: ДМК Пресс, 2010. – 976 с.: – Режим доступа: URL <http://e.lanbook.com/view/book/1180/>
6. Баканов Г.Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов. –М.:АКАДЕМИЯ, 2007. – 364, [2] с.: ил. (1 экземпляр в библиотеке)
7. Александров К. К., Кузьмина Е. Г. Электротехнические чертежи и схемы. 3-е изд., стер. — М.: Изд. дом МЭИ, 2007 .— 300 с. (5 экземпляров в библиотеке)
8. Баканов Г.Ф., Соколов С.С. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : учеб. пособие по напр. "Радиотехника" / Г.Ф. Баканов, С.С. Соколов ; под ред. И.Г. Мироненко .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Академия, 2014 .— 366 с. (5 экземпляров в библиотеке)

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

Раздел *Учебные дисциплины* > *ПиТЭКБ* сетевого образовательного ресурса кафедры ЭиМТ. Режим доступа URL: <https://sites.google.com/site/kafeimt/magistratura/ptekb>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю, практические занятия каждую неделю и четыре четырехчасовые лабораторные работы с двумя часами на защиту. Изучение курса завершается экзаменом).

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

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание *практических (семинарских) занятий* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

- *стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

- *закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

- *расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

- *позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

- *прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

- *способствуют свободному оперированию терминологией;

- *предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя (*либо прилагается к настоящей программе*).

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к зачету нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых за-

дач 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.

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

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование *систем* мультимедиа.

При проведении **практических занятий** предусматривается использование систем автоматизированного проектирования, мультимедиа и моделирования.

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

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и компьютеризированными рабочими местами (компьютерный учебный класс) .

Лицензионное программное обеспечение:

Система компьютерной математики MATLAB Academic Use. Фирма-разработчик MathWorks, Inc.

Свободно распространяемое, бесплатное программное обеспечение:

1. Система автоматизированного проектирования Xilinx Inc.: ISE Design Suites 13.4 версии Web Edition – ISE WebPACK. Доступ: www.xilinx.com - официальный сайт фирмы-производителя.
2. Система компьютерной математики Scilab Enterprises: Scilab 5.5.1. Доступ www.scilab.org – официальный сайт фирмы-разработчика.

Автор, к.т.н., доцент

А.А. Пеньков

Зав. кафедрой, д.т.н., доцент

И.В. Якименко

Программа утверждена на заседании кафедры ЭиМТ филиала МЭИ в г. Смоленске от 18.12.2014 года, протокол №4.

Программа переутверждена в связи с изменением названия вуза на заседании кафедры ЭиМТ филиала МЭИ в г. Смоленске от 10.09.2015 года, протокол №1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

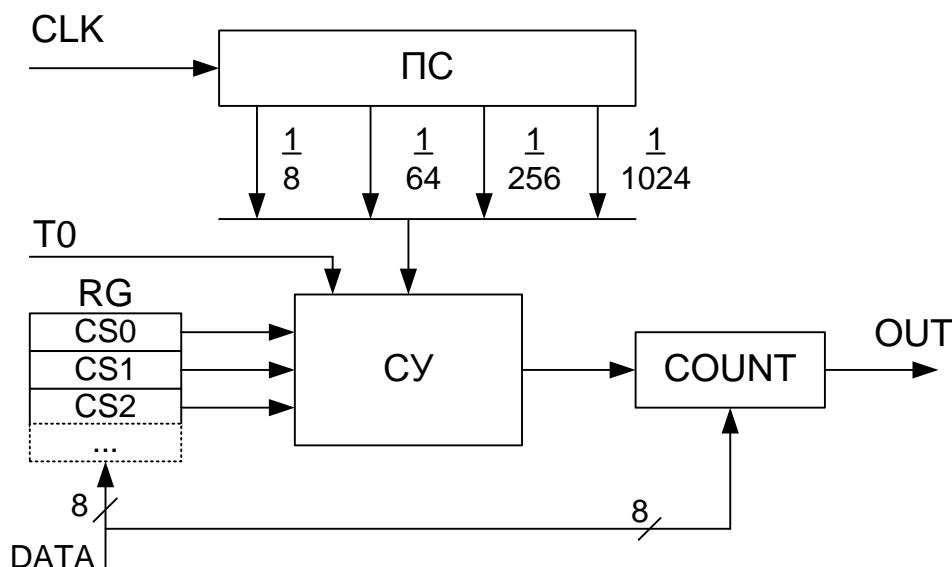
Методические указания по выполнению курсовой работы «Проектирование цифрового устройства на основе ПЛИС»

Задание выполняется в среде MATLAB+Simulink с использованием Simulink HDL Coder.
Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

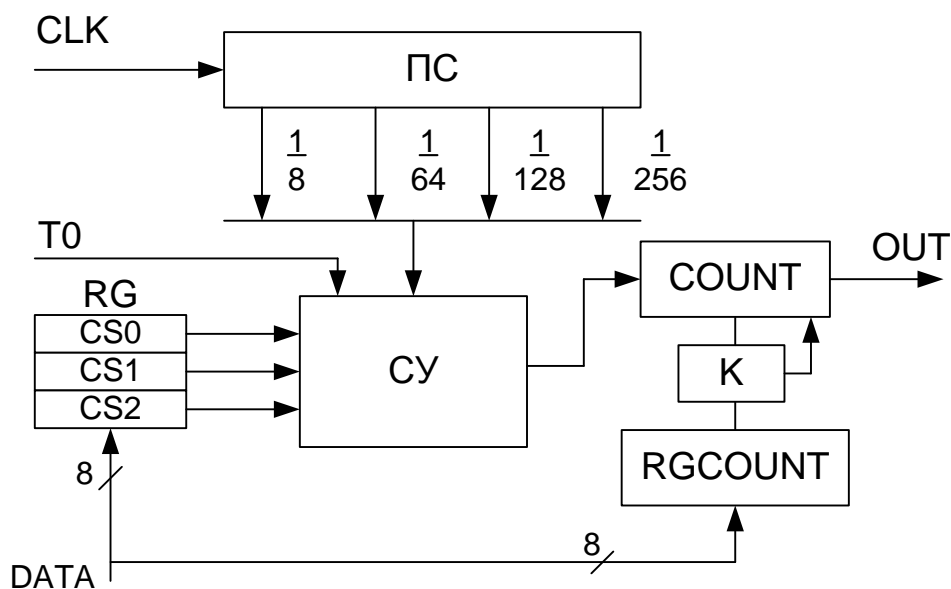
1. Техническое задание.
2. Описание проекта, выполненного в среде Simulink. Проект может быть выполнен в иерархическом виде, сочетая различные стили описания устройства. Описание должно содержать все необходимые комментарии и пояснения.
3. Необходимо разработать тест для проверки работы устройства и выполнить моделирование, подтвердив корректность проекта.
4. Необходимо с помощью Simulink HDL Coder получить описание проекта на языке описания аппаратуры, пригодное для реализации устройства на ПЛИС.
5. Конечный результат – схема проекта в среде Simulink, листинг программного кода (при большом объеме – допускается представить в печатном виде отдельные наиболее важные части) **по возможности** представить в виде РКД по ЕСКД.
6. Выводы и список использованной литературы.

Примерные варианты заданий

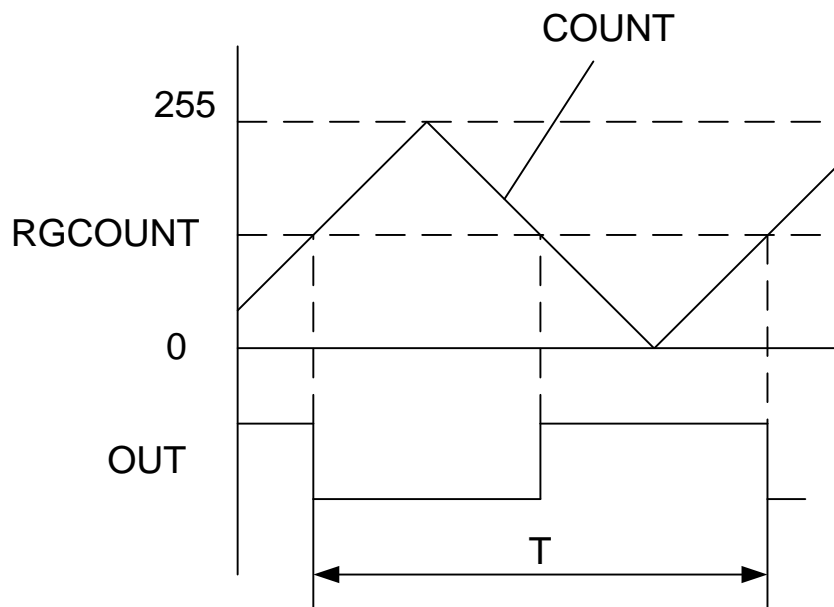
1. Реализовать на ПЛИС таймер-счётчик следующей структуры: внешний тактовый сигнал CLK поступает в пересчётную схему, представляющую собой 10-разрядный счетчик ПС, где выполняется деление частоты тактового сигнала на 8, 64, 256 и 1024. Сигналы с четырёх выходов пересчётной схемы поступают в схему управления СУ (мультиплексор). В схему управления поступает также тактовый сигнал CLK и сигнал из внешнего источника, принимаемый на вход T0. Схема управления в зависимости от комбинации состояний разрядов CS0, CS1, CS2 регистра управления RG передаёт один из поступающих сигналов на счётный вход 8-разрядного счетчика COUNT, ведущего счет на сложение. При переполнении счетчика COUNT выход OUT устанавливается в единичное состояние и счет останавливается. По внешней 8-разрядной шине данных записывается регистр управления RG и начальное состояние счетчика COUNT. Разрешение и запрет счёта, перезапуск, а также выбор срабатывания счетчика по фронту или срезу сигнала T0 определяется соответствующими битами RG.



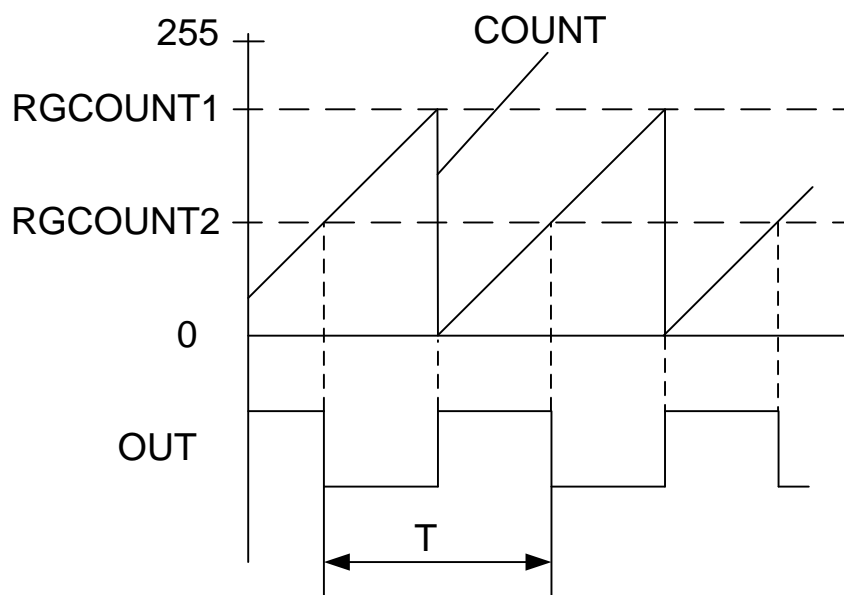
2. Реализовать на ПЛИС таймер-счётчик следующей структуры: внешний тактовый сигнал CLK поступает в пересчётную схему, представляющую собой 8-разрядный счетчик ПС, где выполняется деление частоты тактового сигнала на 8, 64, 128 и 256. Сигналы с четырёх выходов пересчётной схемы поступают в схему управления СУ (мультиплексор). В схему управления поступает также тактовый сигнал CLK и сигнал из внешнего источника, принимаемый на вход T0. Схема управления в зависимости от комбинации состояний разрядов CS0, CS1, CS2 регистра управления RG передаёт один из поступающих сигналов на счётный вход 8-разрядного счетчика COUNT, ведущего счёт на сложение. Код на выходе счётчика COUNT сравнивается с помощью компаратора К с содержимым регистра RGCOUNT. При совпадении кодов счётчик сбрасывается в нулевое состояние и продолжает счёт с 0, на выходе OUT в течение одного такта формируется высокий логический уровень. По внешней 8-разрядной шине данных записывается регистр управления RG и значение RGCOUNT. Разрешение и запрет счёта, а также выбор срабатывания счетчика по фронту или срезу сигнала T0 определяется соответствующими битами RG.



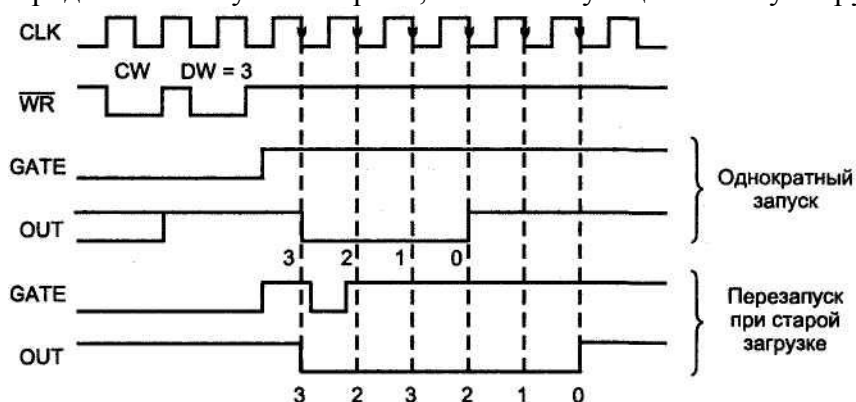
3. Используя структуру таймера-счётчика из задания 2 (счётчик ПС – делит тактовый сигнал CLK на 4, 16, 64, 128) реализовать устройство, формирующее на выходе OUT сигнал согласно заданной диаграмме.



4. Используя модифицированную структуру таймера-счётчика из задания 2 (включающую два регистра сравнения RGCOUNT1 и RGCOUNT2 и два компаратора К1 и К2 соответственно) сформировать на выходе OUT сигнал согласно заданной диаграмме.

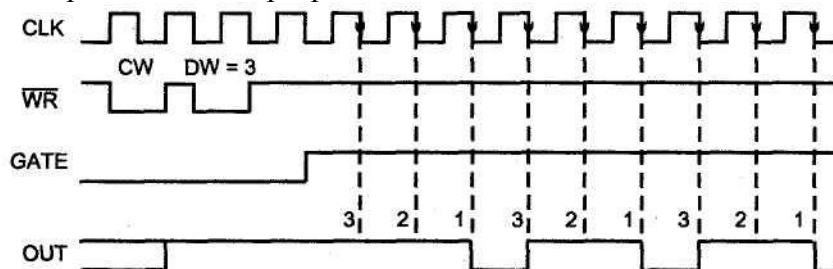


5. Реализовать на ПЛИС аппаратно-перезапускаемый одновибратор. В этом режиме выход OUT первоначально имеет высокий уровень, после сигнала запуска формируется его отрицательный фронт и начинается счет, а при достижении счетчиком нулевого состояния выход OUT возвращается в исходное состояние Н до поступления нового сигнала запуска. Начальное число N дает импульс длительностью в N тактов. Шина записи 16-разрядного регистра DW – 8-ми разрядная. Одновибратор назван пере-запускаемым, т. к. выход OUT остается на низком уровне в течение N тактов после любого запуска, в том числе поступившего во время существования выходного импульса. Если новое число записывается в счетчик во время импульса, то текущий импульс не изменяется, если нет перезапуска. Перезапуск продлевает импульс на время, соответствующее новому загруженному числу.



6. Реализовать на ПЛИС генератор частоты. В этом режиме счетчик делит частоту входных тактовых импульсов на N. Начальный уровень выхода OUT является высоким. Когда число в счетчике равно единице, выход снижается до низкого уровня L на время, равное одному периоду тактовых импульсов CLK, после чего вновь возвращается на высокий уровень H, счетчик перезагружается начальным числом, и процесс повторяется. Режим периодический, начальное число N определяет период выходных импульсов (рис. 5). Запрещение счета по входу GATE ведет к немедленному переходу выхода OUT на высо-

кий уровень. Сигнал запуска перезагружает счетчик начальным числом. Запись нового числа во время счета не влияет на текущую последовательность счета. Шина записи 16-разрядного регистра DW – 8-ми разрядная.

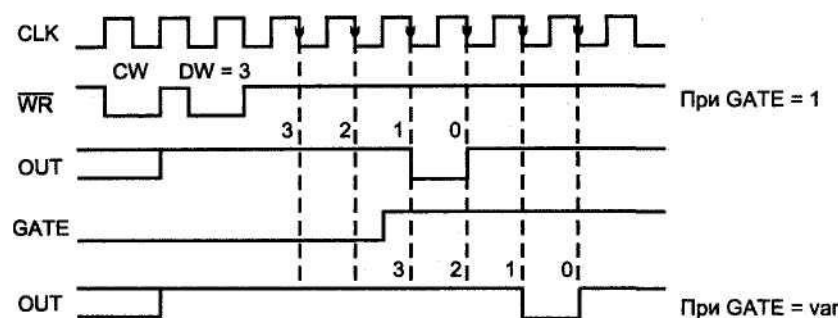


7. Генерация меандра, т. е. последовательности импульсов с приблизительно одинаковыми длительностями обоих уровней Н и L, т. е. с приблизительно одинаковыми длительностями импульса и паузы. Такие сигналы часто используются для тактирования бодовой скорости при последовательных передачах данных. Начальный уровень выхода OUT высокий. После уменьшения начального числа до его половины сигнал OUT переходит на низкий уровень на оставшееся время счета. Начальное число N определяет период выходных импульсов. Запрещающий уровень сигнала GATE немедленно переводит выход OUT на высокий уровень. Запуск перезагружает счетчик.

Шина записи 16-разрядного регистра DW – 8-ми разрядная. Запись нового числа во время счета не влияет на текущую последовательность. Если после записи нового слова происходит перезапуск до конца текущего полупериода, счетчик будет загружен новым числом в конце текущего полупериода и счет будет продолжен. При нечетном начальном числе N длительности импульса и паузы составляют соответственно $(N + 1)/2$ и $(N - 1)/2$ периодов частоты CLK.

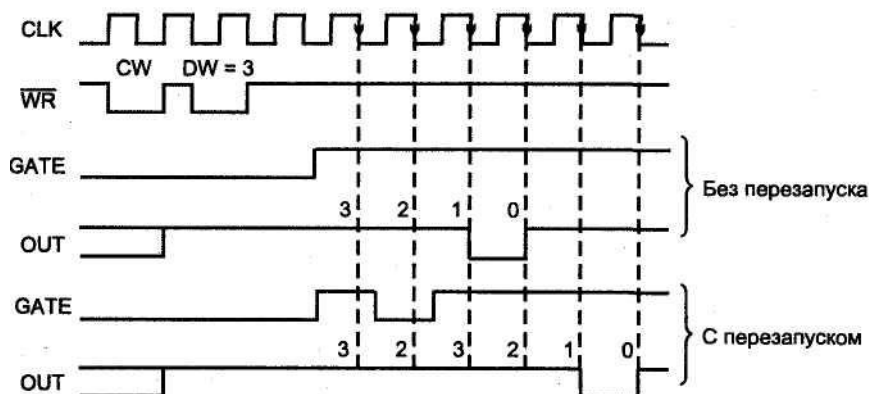
8. Генератор одиночного программно-запускаемого строба. Начальное состояние выходного сигнала OUT — высокий уровень. При полном списывании начального числа выход OUT переходит на низкий уровень на время одного тактового импульса частоты CLK и затем возвращается на высокий уровень. Счетная последовательность запускается самой записью начального числа. Перезагрузка счетчика во время счета дает следующее: загрузка младшего байта не влияет на счет; загрузка второго (старшего) байта позволяет новому числу записаться в счетчик по следующему импульсу частоты CLK (рис.). Шина записи 16-разрядного регистра DW – 8-ми разрядная.

Это позволяет последовательности запускаться от программного воздействия. Выход OUT перейдет на низкий уровень во время $N + 1$ импульса частоты CLK после записи нового числа N.

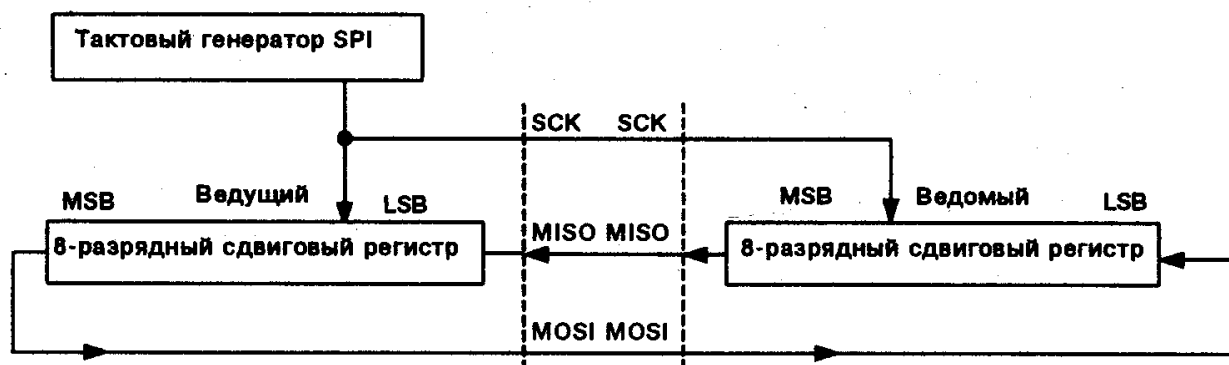


9. Генератор одиночного аппаратно-запускаемого строба. Вначале выход имеет высокий уровень. Счет запускается фронтом сигнала GATE. Списывание начального числа ведет к пе-

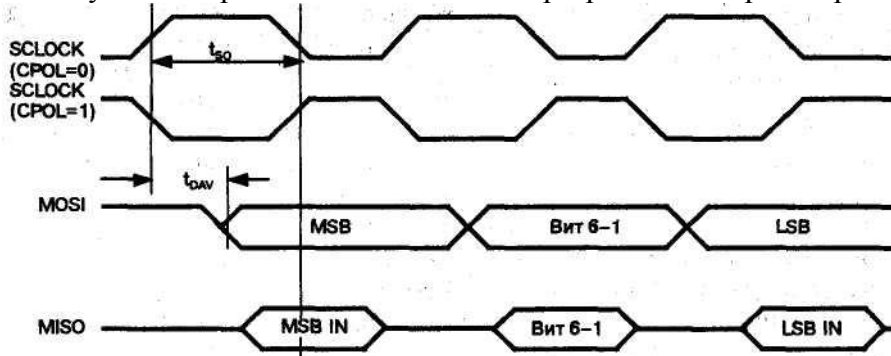
реходу сигнала OUT на низкий уровень на время одного импульса частоты CLK, после чего OUT возвращается на высокий уровень. Шина записи 16-разрядного регистра DW – 8-ми разрядная.



10. Реализовать на ПЛИС порт SPI, работающий в режиме ведущего (master). Основным элементом порта SPI является 8-ми разрядный сдвигающий регистр, который используется для параллельного ввода из шины данных байта, предназначенного для выдачи: последовательной выдачи байта на выход с одновременным последовательным вводом байта со входа и параллельной выдачей введенного байта в буферный регистр для последующей передачи в шину данных. В состав порта входят сдвигающий регистр SPDR, регистр управления SPCR, регистр состояния SPSCR. При этом вывод MOSI является выходом, вывод MISO – входом, вывод SCK – выходом.



Обмен байтами начинается при записи байта в сдвигающий регистр SPDR. В схеме управления СУ вырабатывается серия из восьми импульсов, которая управляет сдвигом в регистре SPDR и выдается на выход SCK для управления сдвигом в регистре ведомого порта. Полярность импульсов определяется состоянием разряда CPOL регистра SPCR.



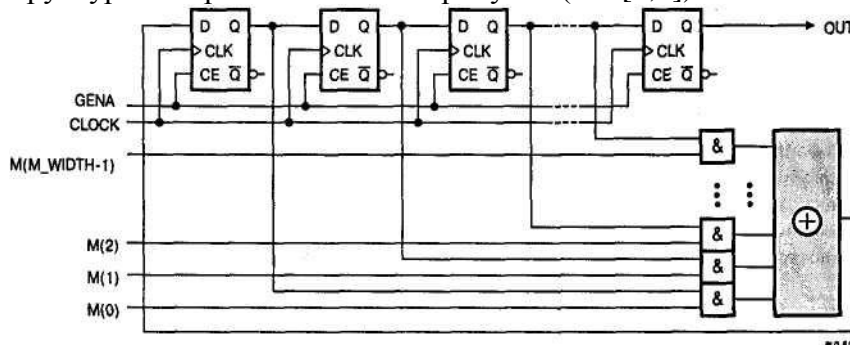
Ведущее устройство (DORD= 0)

При выдаче каждого бита на выход MOSI соответствующий бит из ведомого порта поступает на вход MISO и вводится в сдвигающий регистр. Направление сдвига и порядок следования битов определяется состоянием разряда DORD регистра SPCR. При DORD=0 выдача начинается со старшего бита, при DORD=1 с младшего бита.

Серия из восьми импульсов формируется из тактового сигнала CLK путём деления частоты в пересчётной схеме ПС. Коэффициент деления К (4, 16, 64, 128) определяется комбинацией состояния разрядов SPR0 и SPR1 регистра SPCR. При завершении выдачи/приема байта устанавливается в единичное состояние разряд SPIF регистра состояния SPSR.

При записи/чтении нового байта в регистр SPDR в процессе сдвига ранее записанного байта устанавливается в единичное состояние разряд WCOL регистра SPSR (ошибка). SPDR, SPSR, SPCR можно читать и записывать.

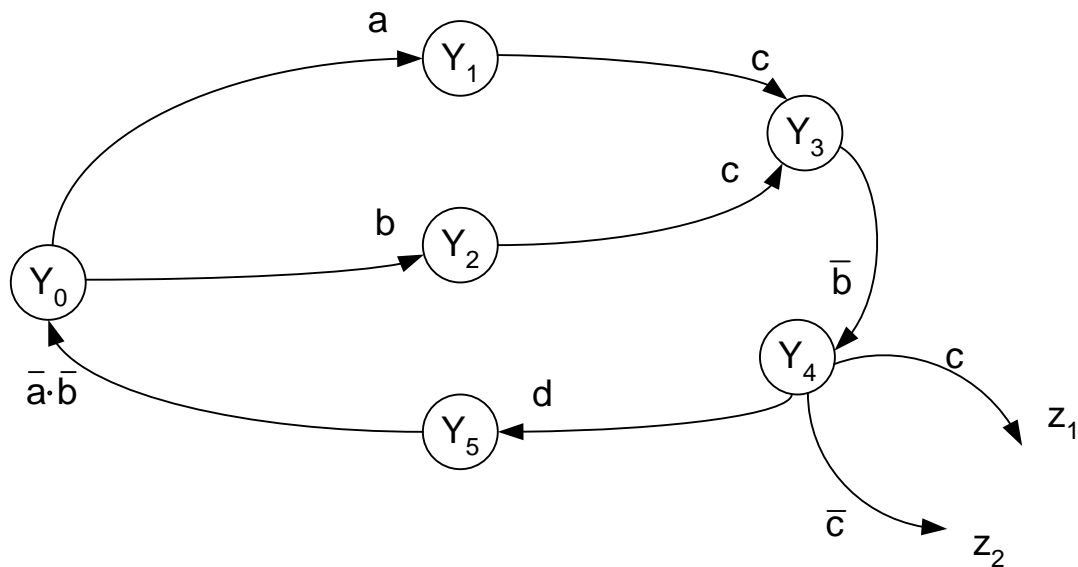
11. Реализовать на ПЛИС контроллер последовательного порта ввода –вывода I2C, работающего в режиме ведущего.
12. Реализовать на ПЛИС контроллер последовательного порта ввода –вывода I2C, работающего в режиме ведомого.
13. Реализовать на ПЛИС кодер и декодер для 16 разрядных слов с формированием 6 контрольных разрядов модифицированного кода Хемминга, внешний интерфейс и функциональность должны соответствовать цифровой ИС типа ВЖ1.
14. Реализовать генератор псевдослучайной последовательности (ПСП) для формирования М-последовательностей в виде параметризованной макрофункции, описывающей устройство, упрощенная структура которого показана на рисунке (см. [3,4]).



Параметрами макрофункции являются длина: характеристического многочлена и число, описывающее начальные состояния триггеров.

М – шина (группа выводов) с размером M_WIDTH. На этот вход подаются коэффициенты характеристического многочлена; CLK – вход тактового сигнала; GENA — вход разрешения генерации. При GENA = "0" генерация М-последовательности запрещена; LOAD — вход предустановки. При LOAD = "1" триггеры регистра сдвига устанавливаются в состояние, определяемое параметром M_BEGIN; Выходы: OUT – выход М-последовательности.

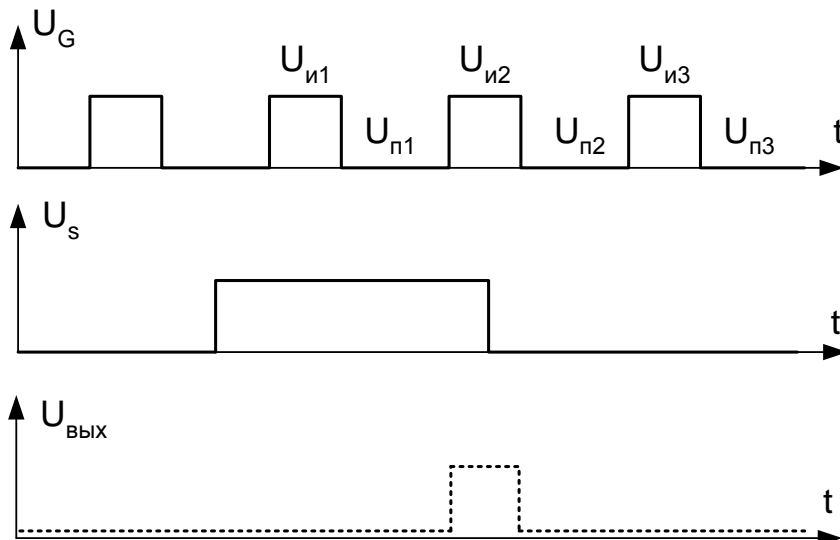
15. Реализовать на ПЛИС цифровой КИХ фильтр[4]. Работа цифрового фильтра описывается разностным уравнением $y_n = h_0 \cdot x_n + h_1 \cdot x_{n-1} + h_2 \cdot x_{n-2} + \dots$, где y_n - реакция системы в момент времени n, x_n - входное воздействие, h_i - весовой коэффициент i-ой входной переменной. Коэффициенты $h_0=00000000$, $h_1=00000001$, $h_2=00000100$, $h_3=00001111$, $h_4=00100100$, $h_5=01000010$, $h_6=01100100$, $h_7=01111100$, $h_8=01111111$, $h_9=01101010$. Протестировать работу фильтра, подав на вход цифровой аналог δ - функции.
16. Синхронный автомат, заданный блок-схемой алгоритма:



Z_1 – выходной сигнал, активный уровень 1.

Z_2 – выходной сигнал, активный уровень 1.

17. Синхронный автомат для выделения второго полного импульса $U_{и2}$, следующего за сигналом запуска U_s , из периодической импульсной последовательности U_G .



18. Синхронный автомат для выделения второй полной паузы $U_{п2}$, следующей за сигналом запуска U_s , из периодической импульсной последовательности U_G – см. рис. вариант № 24.