Вятский государственный университет

Кафедра ЭВМ

М.Н. Томчук

Порядок выполнения курсового проекта

«Проектирование операционной части арифметико-логического устройства»

Учебно-методическое пособие

Киров 2015

1 Общие положения

Учебно-методическое пособие содержит требования и порядок выполнения курсового проекта по дисциплинам «Схемотехника ЭВМ», «Дополнительные главы схемотехники», «Проектирование цифровых устройств» для образовательных программ подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 (230100) «Информатика и вычислительная техника».

Данный курсовой проект является обязательным для студентов, обучающихся по образовательной программе «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети». Студент не может быть допущен к мероприятиям промежуточной аттестации (экзамену) по дисциплине, если курсовой проект по дисциплине не защищен на положительную оценку.

Тема курсового проекта для всех студентов формулируется одинаково: «Проектирование операционной части арифметико-логического устройства», но при этом задания являются индивидуальными. Задания различаются набором выполняемых операций, типом данных и требованиями к реализации основной операции.

2 Порядок выполнения и защиты курсового проекта

Выполнение курсового проекта включает следующие этапы:

- оформление индивидуального задания на курсовой проект;

- анализ задания, изучение теоретического материала;

- разработка функциональных схем (ФС) АЛУ и ГСА для отдельных операций;

- разработка объединенных функциональной схемы и ГСА;

- моделирование разработанного устройства средствами САПР Quartus II Web Edition на ПЛИС Altera Cyclone III (см. лабораторный практикум по дисциплине «Схемотехника ЭВМ»);

- разработка принципиальной схемы АЛУ;

- расчет тактового генератора;

- расчет быстродействия АЛУ;

- расчет потребляемой мощности;

- оформление пояснительной записки и графического материала;

- проверка и утверждение документации курсового проекта руководителем проекта.

Оформление индивидуального задания, как правило, производится:

- для студентов очной и очно-заочной форм обучения в течение первых двух недель семестра;

- для студентов заочной формы обучения – на сессии, предшествующей сессии, на которую запланированы защита курсового проекта и экзамен.

Выполнение этапов курсового проекта осуществляется студентом самостоятельно в течение периода теоретического обучения, при этом последний этап моделирования на ПЛИС выполняется в ходе лабораторных работ на сессии, на которую запланированы защита курсового проекта и экзамен. **Выполнение последнего этапа моделирования разработанного устройства**, в ходе которого демонстрируется работоспособность прототипа устройства, выполненного на базе ПЛИС, (то есть выполненные и зачтенные лабораторные работы по дисциплине) **является условием допуска курсового проекта к защите**.

Подготовленная документация представляется руководителю курсового проекта. Следует учитывать, что на проверку пояснительной записки и графического материала может потребоваться до трех дней. После проверки документация возвращается студенту в одном из следующих вариантов:

- с грифом утверждения (допуска к защите) без существенных замечаний;

- с грифом утверждения (допуска к защите) с условием устранения до защиты замечаний (перечень замечаний прилагается); в этом случае до защиты необходимо представить руководителю исправленный вариант документации;

- без допуска к защите с перечнем замечаний, устранение которых необходимо для утверждения документации курсового проекта.

В случае наличия утвержденной пояснительной записки и графического материала назначается дата защиты курсового проекта. Процедура защиты организуется в соответствии с требованиями локальных нормативных актов университета.

Защита состоит из двух этапов:

- доклад студента по теме курсового проекта, содержащий задание на проектирование, перечень выполненных работ, основные особенности проекта, результаты; доклад должен быть рассчитан ориентировочно на 5 минут;

- ответы студента на вопросы членов комиссии; вопросы могут быть заданы по замечаниям к курсовому проекту, сформулированным руководителем в ходе проверки, по теме курсового проекта, по дисциплине, в рамках которой выполняется курсовой проект.

Оценка за курсовой проект складывается из следующих составляющих:

- оценка качества доклада по теме курсового проекта;

- оценка качества подготовленных пояснительной записки и чертежей (учитывая содержание и оформление);

- оценка соблюдения графика проектирования;

- оценка ответов на вопросы членов комиссии.

3 Задание на курсовое проектирование и требования к выполнению проекта

Основным документом, определяющим индивидуальное задание на курсовой проект, является оформленный бланк заданий, подписанный руководителем курсового проекта, студентом и утвержденный заведующим выпускающей кафедрой. Наличие надлежащим образом оформленного бланка задания является обязательным условием допуска к защите курсового проекта.

В задании указывается формат данных и набор операций, которые должно выполнять разрабатываемое устройство. Набор операций включает основную операцию – умножение или деление (с указанием способа выполнения операции и, при необходимости, порядка ускорения), и набор дополнительных операций: 5 дополнительных операций при обработке данных с фиксированной запяток; 4 дополнительных операции – для данных с плавающей запятой.

При выполнении проекта необходимо учитывать приведенные ниже требования.

3.1 В качестве элементной базы используются **только** отечественные микросхемы **ТТЛ и ТТЛШ**. При этом микросхемы ИП3 разрешается использовать только в следующих случаях:

- при работе с данными с плавающей запятой;

- при реализации операции умножения с ускорением третьего порядка;

- в случае большой сложности принципиальной схемы (более 120 корпусов) при обязательном согласовании с руководителем.

3.2 В обязательном порядке и в отдельных, и в объединенных функциональных схемах должны формироваться следующие флаги результата выполнения операции:

- флаг равенства нулю (ZF);

- флаг переноса (CF);

- флаг знака (SF);

- флаг переполнения разрядной сетки (ПРС);

- флаг ошибки при делении на ноль (ДЕЛ0) (только при наличии операции деления).

В функциональные схемы для формирования каждого флага помещается триггер, независимо от того, имеет ли смысл значение данного флага для данной операции (то есть во всех ФС должны формироваться все флаги).

3.3 Операнды поступают по 32-разрядной входной шине ШиВх. Результат выдается на 32-разрядную выходную шину ШиВых. Поступающие операнды всегда корректные (данные с ПЗ нормализованы, ноль в прямом коде приходит с нулевым знаковым разрядом). Выдаваемый результат также должен быть корректным с точки зрения представления данных.

3.4 Управляющие сигналы, формируемые устройством управления (Y..) подаются и снимаются синхронно с тактовыми импульсами.

3.5 Операнды могут поступать на ШиВх с небольшой задержкой относительно начала тактового импульса, таким образом, фиксация их по переднему фронту тактового импульса (сигнала Y..) недопустима. Аналогично, результат должен поступать на ШиВых также с небольшой задержкой относительно переднего фронта тактового сигнала (задержка может быть сопоставима с задержкой на нескольких (до трех) слоях логических элементов).

3.6 Перед ШиВых должен присутствовать шинный формирователь.

3.7 Операции инкремента (декремента) для чисел с плавающей запятой эквивалентны сложению операнда (вычитанию) с единицей (1.0). Для чисел с фиксированной запятой единица прибавляется (вычитается) к младшему разряду операнда.

3.8 Логические операции выполняются:

- для чисел с ФЗ – над всеми разрядами числа, включая знак (не забывать про проверку корректности представления данных, например на «-0»);

- для числе с ПЗ – над знаком и всеми разрядами мантиссы; при этом в качестве порядка результата выступает порядок первого операнда (не забывать про корректность представления данных, в первую очередь, про нормализацию результата).

4 Содержание пояснительной записки и графического материала

Полный комплект документов, необходимых для допуска курсового проекта к защите, содержит следующие документы:

- пояснительная записка (А4);

- утвержденное задание на курсовой проект (А4);

- реферат (А4);

- ведомость курсового проекта (А4);

- спецификация элементов принципиальной схемы (А4);

- графический материал в соответствии с заданием (А2).

Пояснительная записка имеет следующие элементы:

- титульный лист – без рамки и основной надписи, без номера страницы;

- содержание – с рамкой, основной надписью Ф2 (последующие страницы – Ф2а); номер страницы – 2; в содержание включаются введение, разделы и подразделы (пункты и подпункты не включаются), заключение, приложения, библиографический список;

- введение - должно содержать цель и задачи проектирования;

- основная часть записки, состоящая из разделов;

- заключение – содержит результаты проектирования;

- приложения – могут содержать схемы, список сокращений, справочную информацию по используемым микросхемам;

- библиографический список – содержит список источников (книги, периодические издания, электронные издания), использованных в ходе проектирования; список строится в порядке первой ссылки на источник в тексте записки (на все источники должны быть ссылки такого вида: [1]).

Далее идут краткие пояснения по этапам проектирования.

4.1 Постановка задачи на проектирования

В данном разделе приводится задание на проектирование с указанием формата данных, перечня операций и способа их реализации, а также основных требований (см. выше).

4.2 Выбор формата представления данных

Приводится информация о формате данных с графическим представлением. Указываются особенности представления отрицательных чисел, особенности представления порядка для чисел с ПЗ. Должны быть показаны примеры представления чисел.

4.3 Разработка алгоритмов выполнения операций

Для каждой операции приводится порядок ее выполнения (словесное описание). Обязательны примеры выполнения операций – не менее двух для разных условий.

4.4 Разработка ФС отдельных операция

Для каждой операции разрабатывается отдельная ФС. Схема разрабатывается оптимальная для данной операции, «без оглядки» на остальные. Оптимизация будет выполняться на следующем этапе.

В обязательном порядке приводится перечень управляющих сигналов и перечень осведомительных сигналов. В тексте приводится состав ФС и функции ее элементов.

4.5 Разработка объединенной ФС

Разрабатывается ФС устройства, способного выполнять все перечисленные в задании операции. Как правило, за основу берется ФС основной операции, далее к ней добавляются элементы, необходимые для реализации следующей по сложности операции и так далее по убыванию сложности операций.

Объединенная ФС моделируется в ПЛИС в ходе подготовки лабораторных работ.

4.6. Разработка ГСА отдельных операция

Для каждой ФС отдельной операции разрабатывается ГСА. Рядам с вершинами «процесс» указываются управляющие сигналы, формируемые в текущем такте. Примечание – знак «=» обозначает необходимость подать данные без записи, знак «:=» обозначает запись. Например:

SMa = RG1

SMb = RG2

SMcrp = 0

RG3 := SMf

T3 := SMcr

RG1 := 0.RG1[31..1]

(Подать на плечо а сумматора выходы регистра RG1; подать на плечо b сумматора выходы RG1; подать ноль на вход переноса сумматора; записать в RG3 значение с выходов сумматора; записать в T3 значение с выхода переноса сумматора; сдвинуть содержимое RG1 на один разряд вправо с занесением нуля в старший разряд).

4.7 Разработка объединенной ГСА

Отдельные ГСА комбинируются в объединенную с учетом особенностей объединенной ФС.

Объединенная ГСА моделируется микропрограммой для реализуемого в ПЛИС устройства управления в ходе подготовки лабораторных работ.

4.8 Разработка принципиальной схемы АЛУ

Каждый сложный элемент ФС (регистр, счетчик, мультиплексор, сумматор, усилитель-формирователь, многовходовый ИЛИ-НЕ, АЛУ и т.п.) описывается в ПЗ: какие микросхемы используются, по какой схеме включаются, как осуществляется управление (для регистров и счетчиков обязательны временные диаграммы).

Выбираются разъемы, рассчитывается фильтр питания.

Сама принципиальная схема разрабатывается на двух листах формата А2. Требования к оформлению приведены в разделе 5.

4.9 Расчет тактового генератора

Для расчета генератора необходимо рассчитать время такта:

- Т1 – время работы ОЧ АЛУ (самая длинная логическая цепочка с учетом времени предустановки);

- Т2 – время формирования осведомительных сигналов;

- Т3 – время работы УУ.

Время рассчитывается в наносекундах с использованием информации из справочников. При этом берется запас в 10%.

Далее проектируется принципиальная схема генератора (как правило, на одновибраторах АГ3) с выбором элементов, и рассчитываются реальные параметры генератора. Важно: генератор не является частью ОЧ АЛУ, поэтому не включается в общую принципиальную схему и спецификацию.

4.10 Расчет быстродействия АЛУ

Для каждой операции производится расчет времени выполнения в тактах (по ГСА с учетом вероятности переходов) и в секундах (умножением на полученное в предыдущем разделе время такта). Рассчитывается количество операций в секунду.

Рассчитывается общее быстродействие (принимая равновероятным выполнение разных операций). Результаты сводятся в таблицу.

4.11 Расчет потребляемой мощности

Строится таблица, в которой указываются тип микросхемы, количество в схеме, ток, потребляемый одной микросхемой, ток потребляемый всеми микросхемами данного типа. Внизу подводится суммарный ток. Рассчитывается потребляемая мощность.

5 Оформление пояснительной записки и графического материала

Документы курсового проекта оформляются в соответствии с требованиями СТП, ГОСТ, методических указаний по оформлению курсовых проектов и работ.

Наиболее важные требования приведены ниже.

5.1 Оформление пояснительной записки

Все листы ПЗ, кроме титульного, оформляются с рамкой и основной надписью по ГОСТ (первый лист содержания – форма 2, остальные листы – форма 2а). Основная надпись заполняется, ставятся подписи. Титульный лист имеет номер листа 1 (не ставится!), первый лист содержания – лист 2.

Заголовки элементов структуры без номера (введение, заключение, содержание, приложения и т.д.) центрируются; с номером (разделы, подразделы, пункты, подпункты) – по левому краю.

Элементы структуры без номера, а также разделы всегда начинаются с новой страницы. Перед подразделом разрыв страницы не ставится.

Рисунки, таблицы, формулы рекомендуется нумеровать в пределах раздела (Рисунок 1.1 – Название рисунка; Таблица 3.5 – Название таблицы; формула (2.2)).

Текст пишется от третьего лица (не должно быть слов «построим», «рассмотрим» и т.п. – вместо этого использовать «строится», «рассматривается» и т.п.).

Числительные до 10 без единицы измерения пишутся словом.

Списки: первый уровень: нумерованные: а), б), в)…, маркированные: «–»; второй уровень: 1), 2) 3)… Перед списком двоеточие, элементы с маленькой буквы, в конце точка с запятой (у последнего – точка).

5.2 Оформление принципиальной схемы

Принципиальная схема выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ. При этом учитываются дополнительные требования:

- шина на листе не разрывается;

- количество проводов в шине не превышает 80;

- ширина основного поля для всех элементов должны быть одинакова;

- расстояния между линиями связи должно быть не менее 3 мм;

- для отдельных ЛЭ соблюдаются пропорции 1:1,5;

- ЛЭ разного типа не рисуются вплотную друг к другу;

- входы в шину рисуются слева, выходы – справа (не забыть обозначить каждый провод);

- на схеме приводится таблица с разводкой питания микросхем.

5.3 Порядок документов

Документы в формате А4 подшиваются в пояснительную записку:

- между титульным листом и содержанием: задание, реферат, ведомость;

- после последнего листа пояснительной записки: спецификация элементов принципиальной схемы, копии графического материала уменьшенного формата (А4).

При этом документы, подшитые в пояснительную записку, не являются элементами пояснительной записки, поэтому имеют собственную нумерацию страниц (реферат и задание оформляются без основной надписи, рамки и без номера страницы).