

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

**Н. А. Искра, И. В. Лукьянова, Ю. А. Луцик**

## **АРИФМЕТИЧЕСКИЕ И ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

*Рекомендовано УМО по образованию в области информатики и  
радиоэлектроники в качестве пособия для специальности  
1-40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети»*

Минск БГУИР 2016

УДК 004.312.44(076)  
ББК 32.973.26-04я73  
И 86

**Р е ц е н з е н т ы :**

кафедра информационных систем и технологий  
Белорусского национального технического университета  
(протокол №9 от 16.05.2015);

главный научный сотрудник государственного научного учреждения  
«Объединённый институт проблем информатики  
Национальной академии наук Беларуси»,  
доктор технических наук, профессор В. В. Старовойтов

**Искра, Н. А.**

И86      Арифметические и логические основы вычислительной техники :  
пособие / Н. А. Искра, И. В. Лукьянова, Ю. А. Луцик. – Минск : БГУИР,  
2016. – 75 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-186-3.

Приведены методические указания и исходные данные для выполнения курсовой работы по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники», указания по оформлению пояснительной записки и графического материала, а также рассмотрен пример выполнения курсовой работы для одного из вариантов задания.

**УДК 004.312.44(076)  
ББК 32.973.26-04я73**

**ISBN 978-985-543-186-3**

© Н. А. Искра,  
И. В. Лукьянова, Ю. А. Луцик, 2016  
© УО «Белорусский государственный  
университет информатики  
и радиоэлектроники», 2016





## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
1.1 Цели и задачи курсовой работы.....	6
1.2 Организация выполнения и защиты курсовой работы.....	7
1.3 Исходные данные.....	9
1.4 Пояснительная записка и графический материал.....	12
2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	13
2.1 Общий порядок выполнения.....	13
2.2 Разработка алгоритма умножения.....	13
2.3 Разработка структурной схемы сумматора-умножителя.....	16
2.3.1 Синтез структуры сумматора-умножителя первого типа.....	17
2.3.2 Синтез структуры сумматора-умножителя второго типа.....	20
2.4 Разработка функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя.....	22
2 4.1 Логический синтез одноразрядного четверичного умножителя.....	22
2 4.2 Логический синтез одноразрядного четверичного сумматора.....	24
2.4.3 Логический синтез одноразрядного четверичного умножителя-сумматора.....	31
2 4.4 Синтез комбинационных схем на основе мультиплексора.....	34
3 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.....	39
3.1 Структура пояснительной записки.....	39
3.2 Оформление титульного листа.....	41
3.3 Оформление листа задания.....	41
3.4 Оформление содержания.....	42
3.5 Оформление текста пояснительной записки.....	42
3 5.1 Оформление основного текста.....	43
3 5.2 Оформление таблиц.....	45
3 5.3 Оформление рисунков.....	47
3 5.4 Оформление формул и списков.....	48
3 5.5 Оформление списка использованных источников.....	49
3.6 Оформление приложений.....	51
3.7 Оформление чертежей.....	53
3 7.1 Общие правила оформления чертежей.....	53
3 7.2 Структурная схема.....	57
3 7.3 Функциональная схема.....	57
3.8 Оформление ведомости курсовой работы.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ А Исходные данные к курсовой работе.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Образец листа задания.....	68

ПРИЛОЖЕНИЕ В Образец титульного листа.....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Пример схем электрических структурных.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Пример фрагмента схемы функциональной.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Пример ведомости документов.....	74

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины «Арифметические и логические основы вычислительной техники» предполагает выполнение курсовой работы. Следует отметить, что в соответствии со стандартом специальности 1-40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети» [1] данная работа выполняется на первом курсе и является первой работой такого рода и объёма. Поэтому очень важно не только дать пояснения о содержании курсовой работы, но и ознакомить студентов с общими для всех дисциплин специальности положениями о выполнении курсовых проектов и работ, порядком их выполнения и защиты, дать практические навыки оформления пояснительных материалов. Эти цели и определяют содержание разделов данного пособия.

В первой части пособия рассматриваются и поясняются основные положения об организации курсовой работы по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники». Описываются цели и задачи работы, порядок выдачи задания на курсовую работу, порядок её защиты, а также общий характер графического материала и пояснительной записки. Приводится перечень вариантов индивидуальных заданий.

Во второй части пособия подробно описан порядок выполнения курсовой работы. Приведены примеры выполнения курсовой работы для одного из вариантов.

В третьей части пособия изложены требования, предъявляемые к оформлению графических материалов и пояснительной записки.

В приложениях приведены варианты заданий на курсовую работу, примеры и образцы некоторых частей пояснительной записки и графического материала.

Данное пособие разработано в соответствии с требованиями Положения об организации и проведении курсового проектирования в БГУИР №03-2010/03-0003 от 07.07.2010 [2], а также с положениями Стандарта предприятия БГУИР «Дипломные проекты (работы) : Общие требования» [3].

# 1 ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

## 1.1 Цели и задачи курсовой работы

Курсовое проектирование является обязательным элементом подготовки специалиста с высшим образованием и является одной из форм текущей аттестации студента по учебной дисциплине.

Курсовая работа – это учебная работа, которая должна содержать результаты теоретических и экспериментальных исследований по отдельной дисциплине, включать совокупность аналитических, расчётных, экспериментальных заданий и предполагает выполнение конструкторских или программных работ и разработку графической документации.

Следует отметить, что курсовая работа также является этапом подготовки к выполнению дипломного проектирования, которое в свою очередь показывает уровень подготовки специалиста в целом, является результатом всего обучения в университете.

Согласно рекомендациям Министерства образования Республики Беларусь и Положений об организации и проведении курсового проектирования в БГУИР можно выделить следующие цели курсовой работы по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники»:

- 1) освоение, углубление и систематизация теоретических и практических знаний, полученных в процессе изучения данной дисциплины;
- 2) развитие навыков самостоятельной работы;
- 3) подготовка студента к выполнению дипломного проектирования, а также к самостоятельной инженерной работе.

Основные задачи курсовой работы:

- 1) приобретение практических навыков и развитие творческих подходов к решению конкретной инженерной задачи, а именно разработке и синтезу цифровых схем арифметических устройств, выполняющих определенные операции над числами, представленными в заданной форме и кодировке;
- 2) формирование умения использовать справочную литературу, работать со всеми видами научно-технической литературы в заданной предметной области, осуществлять патентный поиск;
- 3) формирование навыков по разработке структуры аппаратного обеспечения в соответствии с заданием на базе системного подхода;
- 4) формирование навыка практической самостоятельной реализации устройств посредством логического синтеза под руководством преподавателя;
- 5) приобретение навыков по оформлению текстовой и графической документации согласно требованиям государственных стандартов и Стандарта предприятия СТП 01–2013.



## 1.2 Организация выполнения и защиты курсовой работы

На дневном отделении курсовая работа согласно учебному плану выполняется во втором (весеннем) семестре и охватывает весь период семестра. На вечернем и заочном отделениях курсовая работа выполняется в третьем (осеннем) семестре.

Особенностью выполнения курсовой работы по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники» является то, что работа выполняется параллельно с изучением дисциплины, поэтапно, по мере изучения тем, необходимых для выполнения отдельных разделов проектирования и синтеза устройств.

Руководство курсовым проектированием поручается, как правило, наиболее квалифицированным преподавателям кафедры, имеющим научную квалификацию и обладающим методическим опытом или опытом производственной или научно-исследовательской деятельности. Как правило, это преподаватель, осуществляющий проведение практических занятий по дисциплине в группах. Кроме того, преподаватель, осуществляющий чтение лекций по дисциплине, систематически даёт пояснения к выполнению разделов работы на лекциях.

Руководитель курсового проектирования обязан:

- разработать задание студенту на выполнение курсовой работы согласно исходным данным, приводимым в данном пособии;
- составить график выполнения студентом курсовой работы в течении семестра;
- консультировать студента по всем вопросам, связанным с выполнением курсовой работы;
- контролировать ход курсового проектирования студентом;
- оценивать выполнение студентом каждого этапа (в процентах) курсовой работы;
- оказывать помощь студенту в подборе необходимой литературы;
- в установленные сроки представлять в деканат данные о выполнении студентами графика курсового проектирования (в процентах).

Руководство курсовым проектированием начинается с выдачи задания к курсовой работе. При выдаче задания руководитель работы доводит до сведения студентов «Календарный план мероприятий по организации и проведению курсового проектирования в БГУИР» с указанием сроков выполнения основных этапов проектирования и представления законченных работ.

Консультации по курсовой работе для студентов дневной формы обучения организуются еженедельно (как правило, один час в неделю) в соответствии с расписанием занятий и консультаций. На первых консультациях руководители проводят вводные занятия, на которых разъясняют сущность выданных заданий, основные вопросы типового задания, дают общие указания по выполнению задания и оформлению работы, указывают основные источники информации. На консультациях руководитель должен проверять состояние ра-

боты над проектом, давать конкретные указания по преодолению затруднений, анализировать типовые ошибки, помогать студентам находить рациональные пути их устранения. По мере необходимости преподаватель может организовывать индивидуальные консультации для студентов в соответствии с графиком, который определяет самостоятельно с учётом расписания занятий и доводит его до сведения студентов (вывешивает на доске объявлений кафедры ЭВМ).

Студент, в свою очередь, обязан после каждого этапа проектирования представлять руководителю на проверку выполненные расчёты, модели вычислительных алгоритмов, структурные схемы, таблицы истинности функций и описания их минимизации, а также другие материалы. Руководитель проверяет сделанную работу, указывает ошибки, разъясняет недоработанные места и даёт рекомендации по их исправлению.

Руководитель представляет в деканат информацию о проценте выполнения курсовой работы каждым студентом в срок, установленный календарным планом и рейтинг-планом специальности.

Законченная курсовая работа, подписанная студентом, представляется руководителю в срок, установленный календарным планом. Выполненная курсовая работа может быть сдана на проверку руководителю до срока, указанного в календарном плане.

Руководитель проверяет полноту представленных материалов, соответствие их заданию, выясняет готовность работы к защите и по согласованию со студентом устанавливает дату защиты.

В случае неготовности курсовой работы либо необходимости внести правки студенту предоставляется дополнительный срок (с конкретным указанием требуемых исправлений).

После внесения исправлений и доработки курсовой работы студент повторно представляет руководителю курсовую работу для проверки и защиты, но не позднее, чем за три дня до защиты. Устранение недостатков, отмеченных руководителем, контролируется комиссией в процессе защиты.

Защита курсовой работы производится публично перед комиссией, в состав которой входит не менее двух человек из числа преподавателей кафедры ЭВМ, осуществляющих преподавание дисциплины «Арифметические и логические основы вычислительной техники». На защите возможно присутствие студентов группы (потока). Комиссия назначается заведующим кафедрой. В состав комиссии обязательно входит руководитель курсовой работы.

Защита состоит в коротком (5–10 мин.) докладе студента о выполненной работе и в ответах на вопросы преподавателей. Студент должен при защите работы дать чёткие объяснения по существу работы. Доклад может сопровождаться презентацией, разработанной студентом.

Результаты защиты оцениваются по десятибалльной шкале в соответствии с приказом ректора БГУИР от 30.12.2003 №528. При принятии решения об оценке учитываются: полнота материала, представленного в разделах; арифметическая точность расчётов; качество доклада; чёткость ответов на вопросы; соблюдение требований стандартов к графическим и текстовым документам.

Оценка курсовой работы выставляется в ведомость, представляемую в установленные сроки в деканат факультета. Кроме оценки в ведомости, при положительном результате защиты, она записывается в зачётную книжку за подписью руководителя проекта, а также проставляется на титульном листе пояснительной записки.

Студент, не защитивший курсовую работу в срок, установленный календарным планом, считается имеющим академическую задолженность. Ликвидация академической задолженности осуществляется на платной основе в соответствии с приказом ректора университета «Об организации повторной текущей и итоговой аттестации студентов первой и второй ступени образования, аспирантов, соискателей учёных степеней» [4].

Студенту, получившему неудовлетворительную отметку при защите курсовой работы, по решению проректора по учебной работе, курирующего данную форму обучения, может быть разрешена одна повторная защита этой же работы. Комиссия для защиты (не менее трёх человек) назначается деканом факультета. В состав комиссии входят руководитель курсовой работы, декан (заместитель декана), преподаватели кафедры. Решение комиссии является окончательным.

К студенту, не представившему курсовую работу в установленный срок по неуважительной причине, применяются меры дисциплинарного воздействия.

Итоги выполнения курсовых работ обсуждаются на кафедрах и, по мере необходимости или в соответствии с планом работы, на заседаниях Совета факультета.

### **1.3 Исходные данные**

Темы курсовых работ должны быть разработаны и утверждены до начала семестра, в котором предусмотрено курсовое проектирование по учебной дисциплине, на основании таблицы вариантов заданий, приведённых в приложении А.

Студент уточняет с руководителем задачи проектирования, вариант задания, исходные данные, оформляет задание по курсовой работе в соответствии с формой, пример которой приводится в приложении Б.

В задании руководитель должен четко сформулировать исходные данные для выполнения расчётов, установить объём и содержание графической части и пояснительной записки и указать конкретные сроки выполнения этапов курсовой работы.

Задание подписывается руководителем работы и студентом, датируется днём выдачи, регистрируется преподавателем и утверждается заведующим кафедрой ЭВМ.

Дальнейшая информация об оформлении листа задания приводится в подразделе 3.3 данного пособия.

Курсовая работа по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники» предусматривает проектирование и синтез цифровых схем арифметических устройств, выполняющих операции сложения и умножения над числами, представленными в форме с плавающей запятой в двоичной и двоично-четверичной системах счисления (с/с).

По исходным данным необходимо разработать:

- 1) алгоритм выполнения операции умножения, для чего потребуется:
  - перевести заданные исходные числа в четверичную систему счисления;
  - представить числа в форме с плавающей запятой, при этом число четверичных разрядов для мантиисы равно шести, для порядка – два, плюс два разряда для знаков мантиисы и порядка;
  - произвести перемножение чисел согласно заданному алгоритму;
  - оценить погрешность вычисления после перевода результата в исходную систему счисления;
- 2) алгоритм выполнения операции сложения;
- 3) структурную схему вычислительного устройства, выполняющего сложение и умножение, содержащую узлы для действия над мантиисами и порядками; на основании разработанной схемы необходимо определить время умножения с учётом временных задержек в комбинационных схемах;
- 4) функциональные схемы основных узлов проектируемого сумматора-умножителя в заданном логическом базисе, для этого следует провести:
  - логический синтез комбинационного одноразрядного четверичного сумматора (ОЧС) на основе составленной таблицы истинности для суммы слагаемых с учётом переноса из младшего разряда, используя при этом карты Карно - Вейча или алгоритм извлечения Рота и оценить эффективность минимизации логических функций;
  - логический синтез одноразрядного комбинационного четверичного умножителя (ОЧУ) в случае разработки структурной схемы 1-го типа путём минимизации переключательных функций по каждому выходу схемы (минимизация выполняется с применением алгоритма Рота или карт Карно - Вейча с последующей оценкой эффективности минимизации);
  - логический синтез одноразрядного комбинационного четверичного умножителя-сумматора (ОЧУС) в случае разработки структурной схемы 2-го типа путём минимизации переключательных функций по каждому выходу схемы (минимизация выполняется с применением алгоритма Рота или карт Карно - Вейча с последующей оценкой эффективности минимизации);
  - логический синтез комбинационной схемы преобразователя множителя (ПМ);
  - построение функциональной схемы ОЧС в заданном логическом базисе и на мультиплексорах;
  - построение функциональной схемы ПМ и ОЧУ (ОЧУС) в заданном логическом базисе;
- 5) по результатам разработки определить время умножения на один разряд и на  $n$  разрядов множителя.

Исходные данные для выполнения расчетной работы приведены в приложении А:

1) исходные операнды – десятичные числа с целой и дробной частью, над которыми производится операция умножения (заданы в строке 1 таблицы А.1);

2) алгоритм выполнения операции умножения: А, Б, В, Г (определяется строкой 2 таблицы А.1):

А – умножение начинается с младших разрядов множителя со сдвигом частичных сумм вправо;

Б – умножение начинается с младших разрядов множителя со сдвигом частичных произведений (множимого) влево;

В – умножение начинается со старших разрядов множителя со сдвигом частичных сумм влево;

Г – умножение начинается со старших разрядов множителя со сдвигом частичных произведений вправо;

3) метод ускоренного умножения, на базе которого строится умножитель:

- для алгоритмов А и Б: умножение закодированного двоично-четверичного множимого на два разряда двоичного множителя одновременно в прямых кодах;

- для алгоритмов В и Г: умножение закодированного двоично-четверичного множимого на два разряда двоичного множителя одновременно в дополнительных кодах;

4) двоичные коды четверичных цифр множимого для работы в двоично-четверичной системе счисления (вариант кодирования учитывается при выполнении арифметических операций и задаётся строкой 3 таблицы А.1). Множитель представляется обычным весомозначным кодом:

$0_4 - 00$ ,  $1_4 - 01$ ,  $2_4 - 10$ ,  $3_4 - 11$ ;

5) тип синтезируемого устройства умножения, определяемый основными структурными узлами, на базе которых строится умножитель:

- умножитель 1-го типа строится на базе ОЧУ, ОЧС и регистра-аккумулятора;

- умножитель 2-го типа строится на базе ОЧУС, ОЧС и регистра результата (строка 6 таблицы А.1);

6) способ минимизации и логический базис для аппаратной реализации ОЧУ, ОЧУС и ОЧС (определяется строками 4, 5 и 6 таблицы А.1), при этом ОЧС реализуется в заданном логическом базисе и на мультиплексорах.

В связи с большим объёмом вычислений и соответствующих пояснительных материалов согласно варианту задания рекомендуется выполнять и приводить описание решения задачи минимизации логической функции при помощи алгоритма извлечений Рота только для одного выхода схемы (по согласованию с преподавателем), остальные функции минимизировать с использованием карт Карно – Вейча или алгоритма Квайна – Макласки.

## 1.4 Пояснительная записка и графический материал

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графической части. Графическая часть представляет собой структурную схему и несколько функциональных схем разработанных устройств. Конкретный состав графического материала определяется листом задания на курсовую работу.

Графический материал и пояснительная записка выполняются с использованием средств вычислительной техники, оформляются в соответствии с требованиями, приведенными в СТП 01 – 2013, и настоящими методическими указаниями кафедры ЭВМ к выполнению курсовой работы по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники».

Пояснительная записка к курсовой работе должна включать следующие разделы:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- введение, которое отражает актуальность и значение темы, а также содержит формулировку целей курсовой работы;
- основную часть, содержащую краткие сведения о предметной области, аналитический обзор, описание процесса разработки (исследования), используемого математического аппарата, методов решения задачи и т. д. (конкретные структура и содержание приводятся в подразделе 3.1 данного пособия);
- заключение с кратким подведением итогов проектирования, формулировкой основных результатов, выводами;
- список использованных источников (в пояснительной записке должны быть даны ссылки на перечисленные источники);
- приложения, в которых располагают материалы иллюстративного и вспомогательного характера (рисунки, таблицы);
- конструкторские документы (структурная схема, функциональные схемы).

Пояснительная записка должна иметь титульный лист (приложение В) и сводную ведомость (приложение Е).

## 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

### 2.1 Общий порядок выполнения

После получения индивидуального задания на курсовую работу рекомендуется выполнять её в соответствии с согласованным с преподавателем календарным планом в следующей последовательности:

- 1) разработать алгоритм умножения на примере данных в задании сомножителей;
- 2) разработать структурную схему сумматора-умножителя и выполнить соответствующий чертёж;
- 3) на основании алгоритма суммирования слагаемых составить таблицу истинности работы одноразрядного четверичного сумматора, определить функции выходов устройства, произвести их минимизацию при помощи данного по заданию алгоритма, выразить функцию в заданном базисе, оценить эффективность минимизации и выполнить соответствующий чертёж;
- 4) в зависимости от типа разрабатываемого устройства, произвести логический синтез одноразрядного четверичного умножителя или умножителя-сумматора в аналогичной последовательности, выполнить соответствующий чертёж;
- 5) произвести логический синтез комбинационной схемы преобразователя множителя, выполнить чертёж;
- 6) построить функциональную схему одноразрядного четверичного сумматора на мультиплексорах;
- 7) определить время умножения на один и на  $n$  разрядов множителя;
- 8) завершить оформление пояснительной записки.

Ниже приводятся примеры выполнения вышеописанных подзадач.

### 2.2 Разработка алгоритма умножения

Исходные данные:

- исходные сомножители:  $M_n = 15,55$ ;  $M_t = -45,35$ ;
- алгоритм умножения: А;
- метод умножения: умножение закодированного двоично-четверичного множимого на два разряда двоичного множителя одновременно в прямых кодах;
- кодирование четверичных цифр множимого для перехода к двоично-четверичной системе кодирования:  $0_4 - 00$ ,  $1_4 - 11$ ,  $2_4 - 10$ ,  $3_4 - 01$ ;
- тип синтезируемого умножителя: 1-й (в приложении Г приводятся структурные схемы обоих типов умножителей: структура первого типа – ОЧУ, ОЧС, аккумулятор (рисунок Г.1), структура второго типа – ОЧУС, ОЧС, регистр результата (рисунок Г.2)).

Арифметические операции сложения двоично-четверичных чисел с разными знаками в дополнительных кодах и умножения на два разряда множителя

В прямых кодах должны выполняться одним цифровым устройством, именуемым сумматор-умножитель. Учитывая то, что суммирующие узлы обязательно входят в состав умножителя, начинать синтез следует с разработки алгоритма умножения.

1. Перевод сомножителей из десятичной системы счисления в четверичную (мантисса должна содержать шесть четверичных разрядов).

**Множимое**

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 \text{—} \quad 15 \mid 4 \\
 \quad 12 \quad 3 \\
 \hline
 \quad \quad 3
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 0,55 \\
 * \quad 4 \\
 \hline
 2,20 \\
 * \quad 4 \\
 \hline
 0,80 \\
 * \quad 4 \\
 \hline
 3,20 \\
 * \quad 4 \\
 \hline
 0,80
 \end{array}
 \end{array}$$

$$M_{H_4} = 33,2030.$$

В соответствии с заданной кодировкой множимого:

$$M_{H_{2/4}} = 0101,10000100.$$

**Множитель**

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 \text{—} \quad 45 \mid \quad 4 \\
 \quad 44 \quad \text{—} 11 \mid 4 \\
 \hline
 \quad 1 \quad \quad 8 \quad 2 \\
 \quad \quad \quad 3
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 0,35 \\
 * \quad 4 \\
 \hline
 1,40 \\
 * \quad 4 \\
 \hline
 1,60 \\
 * \quad 4 \\
 \hline
 2,40 \\
 * \quad 4 \\
 \hline
 1,60
 \end{array}
 \end{array}$$

$$M_{T_4} = -231,112.$$



В соответствии с обычной весомозначной кодировкой множителя (для всех вариантов):

$$M_{T/4} = -101101,010110.$$

2. Запишем сомножители в форме с плавающей запятой в прямом коде:

$$\begin{aligned} M_H &= 0,010110000100 & P_{M_H} &= 0.0010 + 02_{10} \text{ – закодировано по заданию,} \\ M_T &= 1,101101010110 & P_{M_T} &= 0.0011 + 03_{10} \text{ – закодировано традиционно.} \end{aligned}$$

3. Умножение двух чисел с плавающей запятой на два разряда множителя одновременно в прямых кодах. Это сводится к сложению порядков, формированию знака произведения, преобразованию разрядов множителя согласно алгоритму и перемножению мантисс сомножителей.

Порядок произведения будет следующим:

$$\begin{aligned} P_{M_H} &= 0.0010 \quad 02_4 \\ P_{M_T} &= 0.0011 \quad 03_4 \\ P_{M_H \cdot M_T} &= 0.1111 \quad 11_4 \end{aligned}$$

Результат закодирован в соответствии с заданием на кодировку множителя.

Знак произведения определяется суммой по модулю два знаков сомножителей, т. е.:

$$\text{зн } M_H \oplus \text{зн } M_T = 0 \oplus 1 = 1.$$

Для умножения мантисс необходимо предварительно преобразовать множитель. При умножении чисел в прямых кодах диада  $11(3_4)$  заменяется на триаду  $\overline{\quad}$ . Преобразованный множитель имеет вид  $\overline{\quad}$  или  $\overline{\quad}$ . Перемножение мантисс по алгоритму «А» приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перемножение мантисс

Четверичная с/с			Двоично-четверичная с/с			Комментарии
1			2			3
0.	0000000		0.	00 00 00 00 00 00 00		$\Sigma_0^q = 0$
0.	1330120		0.	11 01 01 00 11 10 00		$\Pi_1^q = M_H \cdot 2$
0.	1330120		0.	11 01 01 00 11 10 00		$\Sigma_1^q$
0.	0133012	0	0.	00 11 01 01 00 11 10	00	$\Sigma_1^q \cdot 4^{-1}$
0.	0332030		0.	00 01 01 10 00 01 00		$\Pi_2^q = M_H \cdot 1$
0.	1131102	0	0.	11 11 01 11 11 00 10	00	$\Sigma_2^q$
0.	0113110	20	0.	00 11 11 01 11 11 00	10 00	$\Sigma_2^q \cdot 4^{-1}$
0.	0332030		0.	00 01 01 10 00 01 00		$\Pi_3^q = M_H \cdot 1$

Продолжение таблицы 2.1

1			2			3
0.	1111200	20	0.	11 11 11 11 10 00 00	10 00	$\Sigma_3^q$
0.	0111120	020	0.	00 11 11 11 11 10 00	00 10 00	$\Sigma_3^q \cdot 4^{-1}$
<u>0.</u>	<u>0332030</u>		<u>0.</u>	<u>00 01 01 10 00 01 00</u>		$\Pi_4^q = M_H \cdot 1$
0.	1103210	020	0.	11 11 00 01 10 11 00	00 10 00	$\Sigma_4^q$
0.	0110321	0020	0.	00 11 11 00 01 10 11	00 00 10 00	$\Sigma_4^q \cdot 4^{-1}$
<u>3.</u>	<u>3001310</u>		<u>1.</u>	<u>01 00 00 11 01 11 00</u>		$\Pi_5^q = M_H \cdot (-1)$
3.	3112231	0020	1.	01 11 11 10 10 01 11	00 00 10 00	$\Sigma_5^q$
3.	3311223	10020	1.	01 01 11 11 10 10 01	11 00 00 10 00	$\Sigma_5^q \cdot 4^{-1}$
<u>3.</u>	<u>3001310</u>		<u>1.</u>	<u>01 00 00 11 01 11 00</u>		$\Pi_6^q = M_H \cdot (-1)$
3.	2313133	10020	1.	10 01 11 01 11 01 01	11 00 00 10 00	$\Sigma_6^q$
3.	3231313	310020	1.	01 10 01 11 01 11 01	01 11 00 00 10 00	$\Sigma_6^q \cdot 4^{-1}$
<u>0.</u>	<u>0332030</u>		<u>0.</u>	<u>00 01 01 10 00 01 00</u>		$\Pi_7^q = M_H \cdot 1$
0.	0230003	310020	0.	00 10 01 00 00 00 01	01 11 00 00 10 00	$\Sigma_7^q$

После окончания умножения необходимо оценить погрешность вычислений. Для этого полученное произведение ( $M_H \cdot M_{T_4} = -0,23000331002$ ,  $P_{M_H \cdot M_T} = 5$ ) приводится к нулевому порядку, а затем переводится в десятичную систему счисления:

$$\begin{aligned} M_H \cdot M_{T_4} &= -23000,331002 & P_{M_H \cdot M_T} &= 0; \\ M_H \cdot M_{T_{10}} &= -704,9884. \end{aligned}$$

Результат прямого перемножения операндов даёт следующее значение:

$$M_{H_{10}} \cdot M_{T_{10}} = 15,55 \cdot 45,35 = 705,1925.$$

Абсолютная погрешность:

$$\Delta = 705,1925 - 704,9884 = 0,2041.$$

Относительная погрешность:

$$\frac{\Delta}{M_H \cdot M_{T_{10}}} = \frac{0,2041}{705,1925} \approx 0,29 \quad (\%)$$

Эта погрешность получена за счёт приближённого перевода из десятичной системы счисления в четверичную обоих сомножителей, а также за счёт округления полученного результата произведения.

## 2.3 Разработка структурной схемы сумматора-умножителя

В курсовой работе, в зависимости от варианта, предполагается разработка двух типов структур сумматора-умножителя. Структура первого типа стро-

ится на базе заданных узлов ОЧУ, ОЧС и аккумулятора (накапливающего сумматора), а структура второго типа строится на базе заданных узлов ОЧУС и ОЧС.

Структурные схемы сумматоров-умножителей приведены в приложении Г на рисунках Г.1 и Г.2 соответственно.

Приведём пример синтеза структурных схем сумматора-умножителя первого (см. рисунок Г.1) и второго типа (см. рисунок Г.2) для алгоритма умножения «А».

Управление режимами работы обеих схем осуществляется внешним сигналом *Mul/sum*, который определяет вид текущей арифметической операции (умножение или суммирование).

### 2.3.1 Синтез структуры сумматора-умножителя первого типа

Структурная схема сумматора-умножителя первого типа для алгоритма умножения «А» приведена на рисунке Г.1 приложения Г.

Если устройство работает как сумматор (на входе *Mul/sum* – «1»), то оба слагаемых последовательно (за два такта) заносятся в регистр множимого, а на управляющий вход формирователя дополнительного кода (ФДК)  $F_2$  поступает «1».

Следует учесть, что числа представлены в форме с плавающей запятой, поэтому, прежде чем складывать мантиссы, необходимо выровнять порядки.

В блоке порядков необходимо обеспечить сравнение порядков, используя сумматор порядков, и в зависимости от знака результата сдвигать первое или второе слагаемое.

Реализация сдвига мантиссы числа с меньшим порядком будет зависеть от используемого алгоритма умножения. Этим будет определяться порядок подачи слагаемых на операцию и то, где будет сдвигаться мантисса (в регистре множимого или в регистре результата).

На выходах ФДК формируется дополнительный код одного из слагаемых с учётом знака. Это слагаемое может быть записано в регистр результата, при этом управляющие сигналы, поступающие на входы  $h$  всех ОЧУ, дают возможность переписать на выходы ОЧУ разряды слагаемого без изменений (рисунок 2.1).

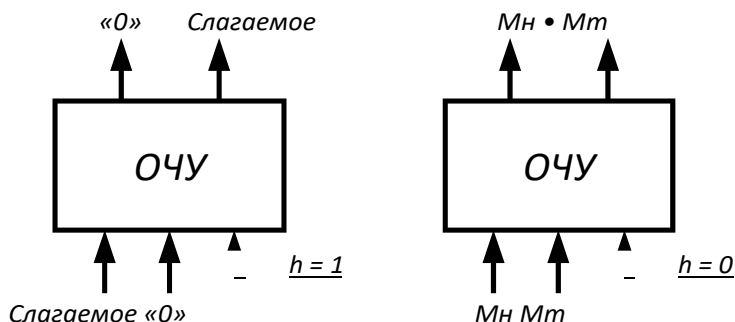


Рисунок 2.1 – Режимы работы ОЧУ

При необходимости выравнивания порядков в регистре-аккумуляторе может выполняться сдвиг мантиссы первого слагаемого. Если на вход  $h$  поступает «0», то ОЧУ перемножает разряды  $M_n$  и  $M_t$ .

Одноразрядный четверичный сумматор предназначен для сложения двух двоично-четверичных цифр, подаваемых на его входы (рисунок 2.2).

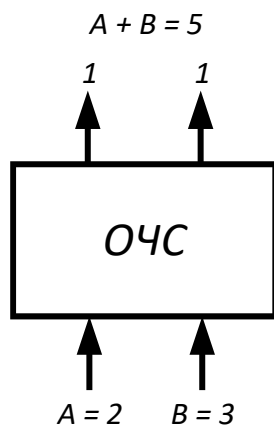


Рисунок 2.2 – Одноразрядный четверичный сумматор

В ОЧС первое слагаемое складывается с нулем, т. к. на старших выходах ОЧУ будут формироваться только коды нуля. Затем первое слагаемое попадает в регистр-аккумулятор, который изначально обнулён.

На втором такте второе слагаемое из регистра множимого через цепочку ОЧУ и ОЧС попадает в аккумулятор, где складывается с первым слагаемым. Таким образом, аккумулятор (накапливающий сумматор) складывает операнды и хранит результат.

Разрядность аккумулятора должна быть на единицу больше, чем разрядность исходных слагаемых, чтобы предусмотреть возможность возникновения переноса при суммировании.

Если устройство работает как умножитель (на входе  $Mul/sum$  – «0»), то множимое и множитель помещаются в соответствующие регистры, а на управляющий вход ФДК  $F_2$  поступает «0».

Диада множителя поступает на входы преобразователя множителя (ПМ). Задачей ПМ является преобразование диады множителя в соответствии с алгоритмом преобразования. При этом в случае образования единицы переноса в старшую диаду множителя она должна быть учтена при преобразовании следующей старшей диады (выход 1 ПМ), т. е. сохраняться до следующего такта на триггер.

В регистре множителя в конце каждого такта умножения содержимое сдвигается на два двоичных разряда, и в последнем такте умножения регистр обнуляется. Это позволяет использовать регистр множителя для хранения младших разрядов произведения при умножении по алгоритму «А» (регистр множителя служит как бы «продолжением» регистра результата).

Выход 2 ПМ переходит в единичное состояние, если текущая диада содержит отрицание ( $\bar{\phantom{x}}$ ). В этом случае инициализируется управляющий вход  $F_1$  формирователя дополнительного кода (ФДК), и на выходах ФДК формируется дополнительный код множимого с обратным знаком (умножение на  $-1$ ).

Принцип работы ФДК в зависимости от управляющих сигналов приведён в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Режимы работы формирователя дополнительного кода

Сигналы на входах ФДК		Результат на выходах ФДК
$F_1$	$F_2$	
0	0	Дополнительный код множимого
0	1	Дополнительный код слагаемого
1	0	Меняется знак Мн
1	1	Меняется знак слагаемого

На выходах 3 и 4 ПМ формируются диады преобразованного множителя, которые поступают на входы ОЧУ вместе с диадами множимого.

ОЧУ предназначен лишь для умножения двух четверичных цифр. Если в процессе умножения возникает перенос в следующий разряд, необходимо предусмотреть возможность его прибавления.

Для суммирования результата умножения текущей диады  $M_n \cdot M_t$  с переносом из предыдущей диады предназначены ОЧС. Следовательно, чтобы полностью сформировать частичное произведение четверичных сомножителей, необходима комбинация цепочек ОЧУ и ОЧС.

Частичные суммы формируются в аккумуляторе. На первом этапе он обнулён, и первая частичная сумма получается за счёт сложения первого частичного произведения (сформированного на выходах ОЧС) и нулевой частичной суммы (хранящейся в аккумуляторе).

В аккумуляторе происходит сложение  $i$ -й частичной суммы с  $(i+1)$ -м частичным произведением, результат сложения сохраняется. Содержимое аккумулятора сдвигается на один четверичный разряд вправо в конце каждого такта умножения по алгоритму «А».

На четырёх выходах ОЧУ формируется результат умножения диад  $M_n \cdot M_t$ . Максимальной цифрой в диаде преобразованного множителя является двойка, поэтому в старшем разряде произведения максимальной цифрой может оказаться только «1»:

$$\begin{matrix} 3 & \cdot & 2 & = & 12 \\ \max & & \max & & \\ M_n & & M_t & & \end{matrix}$$

Это означает, что на младшие входы ОЧС никогда не поступят диады цифр, соответствующие кодам «2» и «3», следовательно, в таблице истинности работы ОЧС будут содержаться 16 безразличных входных наборов.

Частичные суммы хранятся в аккумуляторе и регистре множителя, т. к. алгоритм умножения «А» предполагает возможность синхронного сдвига этих устройств. Количество тактов умножения определяется разрядностью  $M_t$ .

### 2.3.2 Синтез структуры сумматора-умножителя второго типа

Структурная схема сумматора-умножителя второго типа для алгоритма умножения «А» приведена на рисунке Г.2 приложения Г.

Если устройство работает как сумматор, то оба слагаемых последовательно (за два такта) заносятся в регистр множимого, а на управляющий вход формирователя дополнительного кода  $F_2$  поступает «1». Необходимо обеспечить выполнение алгоритма сложения чисел, представленных в форме с плавающей запятой, базируясь на схеме умножителя, реализующего заданный алгоритм умножения (см. описание структуры сумматора-умножителя первого типа).

Первое слагаемое переписывается в регистр результата под действием управляющих сигналов, поступающих на входы  $h$  всех ОЧУС (рисунок 2.3).

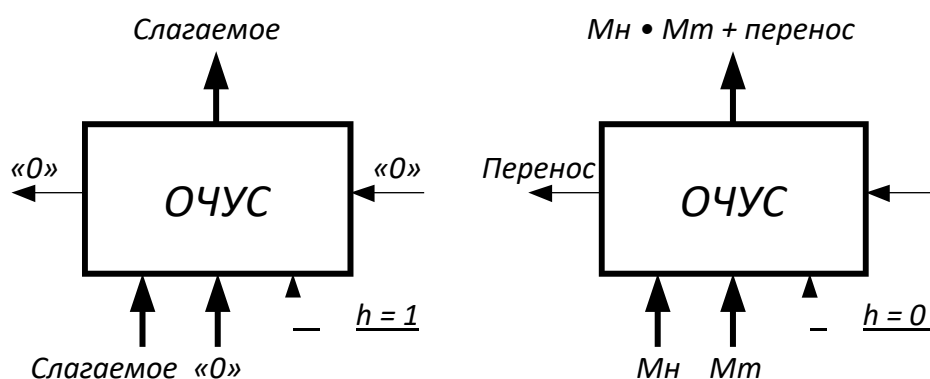


Рисунок 2.3 – Режимы работы ОЧУС

Если на вход  $h$  поступает «0», то ОЧУС перемножает разряды  $M_n$  и  $M_t$  и добавляет к полученному результату перенос из предыдущего ОЧУС.

В ОЧС первое слагаемое складывается с нулём, записанным в регистре результата, и переписывается без изменений в регистр результата.

На втором такте второе слагаемое из регистра множимого через цепочку ОЧУС попадает на входы ОЧС и складывается с первым слагаемым, хранящимся в регистре результата.

Сумма хранится в регистре результата. Разрядность регистра результата должна быть на единицу больше, чем разрядность исходных слагаемых, чтобы предусмотреть возможность возникновения при суммировании переноса.

Если устройство работает как умножитель, то множимое и множитель помещаются в соответствующие регистры, а на управляющий вход ФДК  $F_2$  поступает «0».

Диада множителя поступает на входы преобразователя множителя. Единица переноса в следующую диаду, если она возникает, должна быть добавлена к следующей диаде множителя (выход 1 ПМ) в следующем такте, т. е. должна храниться на триггере до следующего такта.

В регистре множителя после каждого такта умножения содержимое сдвигается на два двоичных разряда, и в конце умножения регистр обнуляется. Это позволяет использовать регистр множителя для хранения младших разрядов произведения при умножении по алгоритму «А».

Выход 2 ПМ переходит в единичное состояние, если текущая диада содержит отрицание ( $-$ ). В этом случае инициализируется управляющий вход  $F_1$  формирователя дополнительного кода, и на выходах ФДК формируется дополнительный код множимого с обратным знаком (умножение на  $-1$ ).

Принцип работы ФДК в зависимости от управляющих сигналов отражён в таблице 2.2.

На выходах 3 и 4 ПМ формируются диады преобразованного множителя, которые поступают на входы ОЧУС вместе с диадами множимого. На трёх выходах ОЧУС формируется результат умножения диад  $M_n \cdot M_t$  плюс перенос из предыдущего ОЧУС. Максимальной цифрой в диаде преобразованного множителя является двойка, поэтому перенос, формируемый ОЧУС, может быть только двоичным («0» или «1»):

$$\begin{array}{ccccc} 3 & \cdot & 2 & = & 1\ 2 \\ \max & & \max & & \max \\ M_n & & M_t & & \text{перенос} \end{array} \quad \begin{array}{l} (+1 \text{ в случае переноса из} \\ \text{предыдущего ОЧУС}) \end{array}$$

Так как на входы ОЧУС из регистра  $M_t$  не могут поступить коды «3», в таблице истинности работы ОЧУС будут содержаться 16 безразличных входных наборов.

Частичные произведения, получаемые на выходах ОЧУС, складываются с накапливаемой частичной суммой из регистра результата с помощью цепочки ОЧС (на первом такте выполняется сложение с нулём).

Частичные суммы хранятся в регистре результата и регистре множителя, т. к. алгоритм умножения «А» предполагает возможность синхронного сдвига этих регистров. Количество тактов умножения определяется разрядностью  $M_t$ .

## 2.4 Разработка функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя

### 2.4.1 Логический синтез одноразрядного четверичного умножителя

Одноразрядный четверичный умножитель – это комбинационное устройство, имеющее 5 двоичных входов (2 разряда из регистра Мн, 2 разряда из регистра Мт и управляющий вход  $h$ ) и 4 двоичных выхода.

Принцип работы ОЧУ представлен с помощью таблицы истинности (таблица 2.3).

Разряды множителя закодированы: 0 – 00; 1 – 01; 2 – 10; 3 – 11.

Разряды множимого закодированы: 0 – 00; 1 – 11; 2 – 10; 3 – 01.

Управляющий вход  $h$  определяет тип операции:

«0» – умножение закодированных цифр, поступивших на информационные входы;

«1» – вывод на выходы без изменения значения разрядов, поступивших из регистра множимого.

В таблице 2.3 выделено восемь безразличных наборов, т. к. на входы ОЧУ из разрядов множителя не может поступить код «11».

Таблица 2.3 – Таблица истинности ОЧУ

Мн		Мт		Упр.	Старшие разряды		Младшие разряды		Пример операции в четверичной с/с
$x_1$	$x_2$	$y_1$	$y_2$	$h$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0·0=00
0	0	0	0	1	0	0	0	0	Выход – код «00»
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0·1=00
0	0	0	1	1	0	0	0	0	Выход – код «00»
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0·2=00
0	0	1	0	1	0	0	0	0	Выход – код «00»
0	0	1	1	0	x	x	x	x	0·3=00
0	0	1	1	1	x	x	x	x	Выход – код «00»
0	1	0	0	0	0	0	0	0	3·0=00
0	1	0	0	1	0	0	0	1	Выход – код «03»
0	1	0	1	0	0	0	0	1	3·1=03
0	1	0	1	1	0	0	0	1	Выход – код «03»
0	1	1	0	0	1	1	1	0	3·2=12
0	1	1	0	1	0	0	0	1	Выход – код «03»
0	1	1	1	0	x	x	x	x	3·3=21
0	1	1	1	1	x	x	x	x	Выход – код «03»
1	0	0	0	0	0	0	0	0	2·0=00
1	0	0	0	1	0	0	1	0	Выход – код «02»
1	0	0	1	0	0	0	1	0	2·1=02



## Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	1	1	0	0	1	0	Выход – код «02»
1	0	1	0	0	1	1	0	0	2·2=10
1	0	1	0	1	0	0	1	0	Выход – код «02»
1	0	1	1	0	x	x	x	x	2·3=12
1	0	1	1	1	x	x	x	x	Выход – код «02»
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1·0=00
1	1	0	0	1	0	0	1	1	Выход – код «01»
1	1	0	1	0	0	0	1	1	1·1=01
1	1	0	1	1	0	0	1	1	Выход – код «01»
1	1	1	0	0	0	0	1	0	1·2=02
1	1	1	0	1	0	0	1	1	Выход – код «01»
1	1	1	1	0	x	x	x	x	1·3=03
1	1	1	1	1	x	x	x	x	Выход – код «01»

Минимизацию переключательных функций проведём с помощью карт Вейча. Для функции  $P_3$  заполненная карта приведена на рисунке 2.4, где символом «х» отмечены наборы, на которых функция может принимать произвольное значение (безразличные наборы).

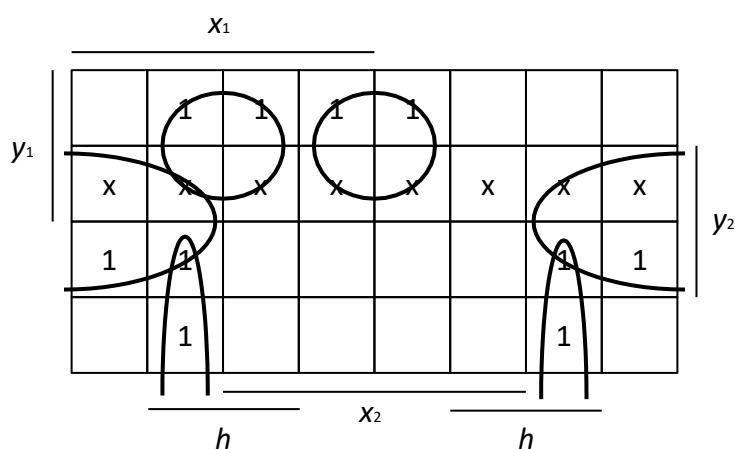


Рисунок 2.4 – Минимизация функции при помощи карты Вейча

Следовательно:

— — — — —

Эффективность минимизации можно оценить отношением числа входов схем, реализующих переключательную функцию до и после минимизации:

\_\_\_\_\_

## 2.4.2 Логический синтез одноразрядного четверичного сумматора

Одноразрядный четверичный сумматор – это комбинационное устройство, имеющее 5 двоичных входов (2 разряда одного слагаемого, 2 разряда второго слагаемого и вход переноса) и 3 двоичных выхода.

Принцип работы ОЧС представлен с помощью таблицы истинности (таблица 2.4).

Разряды обоих слагаемых закодированы: 0 – 00; 1 – 11; 2 – 10; 3 – 01.

Если ОЧС синтезируется для схемы первого типа, то в таблице истинности необходимо выделить 16 безразличных наборов, т. к. со старших выходов ОЧУ не могут прийти коды «2» и «3».

Если ОЧС синтезируется для схемы второго типа, то безразличные наборы в таблице истинности отсутствуют.

Таблица 2.4 – Таблица истинности ОЧС

$a_1$	$a_2$	$b_1$	$b_2$	$p$	$\Pi$	$S_1$	$S_2$	Пример операции в четверичной с/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0+0+0=00
0	0	0	0	1	0	1	1	0+0+1=01
0	0	0	1	0	x	x	x	0+3+0=03
0	0	0	1	1	x	x	x	0+3+1=10
0	0	1	0	0	x	x	x	0+2+0=02
0	0	1	0	1	x	x	x	0+2+1=03
0	0	1	1	0	0	1	1	0+1+0=01
0	0	1	1	1	0	1	0	0+1+1=02
0	1	0	0	0	0	0	1	3+0+0=03
0	1	0	0	1	1	0	0	3+0+1=10
0	1	0	1	0	x	x	x	3+3+0=12
0	1	0	1	1	x	x	x	3+3+1=13
0	1	1	0	0	x	x	x	3+2+0=11
0	1	1	0	1	x	x	x	3+2+1=12
0	1	1	1	0	1	0	0	3+1+0=10
0	1	1	1	1	1	1	1	3+1+1=11
1	0	0	0	0	0	1	0	2+0+0=02
1	0	0	0	1	0	0	1	2+0+1=03
1	0	0	1	0	x	x	x	2+3+0=11
1	0	0	1	1	x	x	x	2+3+1=12
1	0	1	0	0	x	x	x	2+2+0=10
1	0	1	0	1	x	x	x	2+2+1=11
1	0	1	1	0	0	0	1	2+1+0=03
1	0	1	1	1	1	0	0	2+1+1=10
1	1	0	0	0	0	1	1	1+0+0=01
1	1	0	0	1	0	1	0	1+0+1=02

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0	1	0	x	x	x	1+3+0=10
1	1	0	1	1	x	x	x	1+3+1=11
1	1	1	0	0	x	x	x	1+2+0=03
1	1	1	0	1	x	x	x	1+2+1=10
1	1	1	1	0	0	1	0	1+1+0=02
1	1	1	1	1	0	0	1	1+1+1=03

Определим множество единичных кубов:

{

и множество безразличных кубов:

{

}.  
.

Сформируем множество  $U$  :

{

}.  
.

Первым этапом алгоритма Рота является нахождение множества простых импликант.

Для реализации этого этапа будем использовать операцию умножения (\*) над множествами  $C_0$ ,  $C_1$  и т. д., пока в результате операции будут образовываться новые кубы большей размерности.

Первый шаг умножения ( $C_0 * C_0$ ) приведён в таблице 2.5.

В результате этой операции сформируется новое множество кубов:

{

}.  
.

Таблица 2.5 - Поиск простых импликант ( $C_0 * C_0$ )

Co*Co	01001	01110	01111	10111	00010	00011	00100	00101	01010	01011	01100	01101	10010	10011	10100	10101	11010	11011	11100	11101
01001	-----																			
01110		-----																		
01111		011 1x	-----																	
10111				-----																
00010					-----															
00011					0001x	-----														
00100							-----													
00101							0010x	-----												
01010		01x10			0x010				-----											
01011	010x1		01x11			0x011			0101x	-----										
01100		011x0					0x100				-----									
01101	01x01		011x1					0x101			0110x	-----								
10010					x0010								----							
10011				10x11		x0011							1001x	-----						
10100							x0100								-----					
10101				101x1				x0101							1010x	-----				
11010									x1010				1x010				-----			
11011										x1011				1x011			1101x	-----		
11100											x1100				1x100				-----	
11101												x1101				1x101			1110x	-----



Множество  $Z_0$  кубов, не участвовавших в образовании новых кубов, пустое.

В таблице 2.6 приведён следующий шаг поиска простых импликант с помощью операции  $C_1 * C_1$ .

В результате образовалось множество  $C_2$  кубов второй размерности:

{ }.

Множество  $Z_1$  кубов, не участвовавших в образовании новых кубов имеет вид:

.

В таблице 2.7 приведен следующий шаг поиска простых импликант – операция  $C_2 * C_2$ .

Таблица 2.7 – Поиск простых импликант ( $C_2 * C_2$ )

$C_2 * C_2$	011xx	01x1x	01xx1	0x01x	0x10x	1x01x	1x10x	xx001x	xx010x	xx101x	xx110x	xx010	xx011	xx100	xx101
011xx	-----														
01x10		-----													
01xx1			-----												
0x01x				-----											
0x10x					-----										
1x01x				xx01x		-----									
1x10x					xx10x		-----								
xx001x								-----							
xx010x									-----						
xx101x								xx01x		-----					
xx110x									xx10x		-----				
xx010												-----			
xx011												xx01x	-----		
xx100														-----	
xx101														xx10x	-----

В результате образовалось множество  $C_3$  кубов третьей размерности:

.

Множество  $Z_2$  кубов, не участвовавших в образовании новых кубов имеет вид:

.

Результат  $C_3 * C_3$  приведён в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Поиск простых импликант ( $C_3 * C_3$ )

$C_3 * C_3$	$xx01x$	$xx10x$
	-----	
$xx10x$		-----

Новых кубов (четвёртой размерности) не образовалось.

Получено множество

.

На этом заканчивается этап поиска простых импликант, т. к.  $|C_4| \leq 1$ . Множество простых импликант:

Следующий этап – поиск  $L$ -экстремалей на множестве простых импликант (таблица 2.9). Для этого используется операция  $\#$  (решётчатое вычитание).

Таблица 2.9 – Поиск  $L$ -экстремалей

$Z\#(Z \setminus z)$	101x1	10x11	011xx	01x1x	01xx1	$xx01x$				$xx10x$			
101x1	-----	zz0zz 10011	yyzz0 011xx	yy0z0 01x1x	yy0zz 01xx1	01yz0 $xx01x$				01zz0 $0x01x$ $x110x$ $xx100$			
10x11	zzz0z 10101	-----	yyz00 011xx	yyzz0 01x1x	yyz0z 01xx1	$0x01x$	$x101x$	$xx010$		$y1zy0$ $0x10x$	$0yzy0$ $x110x$	$01zyy$ $xx100$	
011xx	yyzzz 10101	yyyzz 10011	-----	zz0zz 0101x	zz0zz 010x1	$z0yzz$ $0x01x$	$1zyzz$ $x101x$	$10yzz$ $xx010$		$z0zzz$ 0010x	$1zzzz$ 1110x	$10zzz$ 1x100	$x0100$
01x1x	yyzyz 10101	yyyzz 10011	zzz0z 0110x	-----	zzz0z 01001	$z0zzz$ 0001x	$1zzzz$ 1101x	$10zzz$ 1x010	$x0010$	$zyzyz$ 0010x	$yzzyz$ 1110x	$y0zyz$ 1x100	$lyzyz$ x0100
01xx1	yyzzz 10101	yyzzz 10011	zzzz0 01100	zzzz0 01010	-----	$zyzz0$ 0001x	$yzzz0$ 1101x	$y0zzy$ 1x010	$lyzzy$ x0010	$zyzz0$ 0010x	$yzzz0$ 1110x	$y0zzy$ 1x100	$lyzzy$ x0100
$xx01x$	zzyyz 10101	zzzzz	zzyyz 01100	zzzzz	zzyyz 01001	-----	-----	-----	-----	$zzyyz$ 0010x	$zzyyz$ 1110x	$zzyyz$ 1x100	$zzyyz$ x0100
$xx10x$	zzzzz		zzzzz		zzyzz 01001	$zzyyz$ 0001x	$zzyyz$ 1101x	$zzyyz$ 1x010	$zzyyz$ x0010	-----	-----	-----	-----

В таблице 2.9 из каждой простой импликанты поочередно вычитаются все остальные простые импликанты  $Z\#(Z \setminus z)$ , результат операции (последняя строка таблицы) указывает на то, что  $L$ -экстремальными стали следующие простые импликанты:

Необходимо проверить, нет ли среди полученных  $L$ -экстремалей таких, которые стали  $L$ -экстремальными за счёт безразличных кубов. Для этого в таблице 2.10 из кубов множества  $L$  вычитаются остатки простых импликант, полученные в таблице 2.9 (результат выполнения операции  $Z\#(Z \setminus z)$ ).

По результатам таблицы 2.10  $L$ -экстремалью, не связанной с безразличными наборами, стал куб 01xx1 (остаток от вычитания из него всех остальных

простых импликант – 01001 – относится к множеству единичных наборов  $L$  исходного задания функции). Этот куб обязательно должен войти в минимальное покрытие.

Таблица 2.10 – Проверка  $L$ -экстремалей

$L \cap \hat{E}$	01001	01110	01111	10111
01001	01001			
0001x				
1101x				
1x010				
x0010				
0010x				
1110x				
1x100				
x0100				

Далее необходимо проанализировать, какие из исходных единичных кубов (множество  $L$ ) не покрыты найденной  $L$ -экстремалью. Этот анализ осуществляется с помощью таблицы 2.11.

Таблица 2.11 – Поиск непокрытых исходных наборов

$L \# E$	01001	01110	01111	10111
01xx1	zzzzz	zzzzy 01110	zzzzz	yyzzz 10111

Из таблицы 2.11 видно, что  $L$ -экстремалью не покрыты два единичных куба (01110 и 10111). Чтобы их покрыть, воспользуемся множеством простых импликант, не являющихся  $L$ -экстремальями (таблица 2.12).

Таблица 2.12 – Покрытие оставшихся кубов

$L \cap \tilde{Z}$	01110	10111
101x1		10111
10x11		10111
011xx	01110	
01x1x	01110	
xx01x		
xx10x		

Из таблицы 2.12 видно, что каждый из непокрытых единичных кубов может быть покрыт двумя равнозначными способами.

Следовательно, существуют четыре тупиковые (минимальные) формы:

– – – – ( ) – ,



- - - ,  
 - - - ,  
 - - - .

Функциональную схему ОЧС (рисунок 2.5) построим по  $F_{minI}$ :

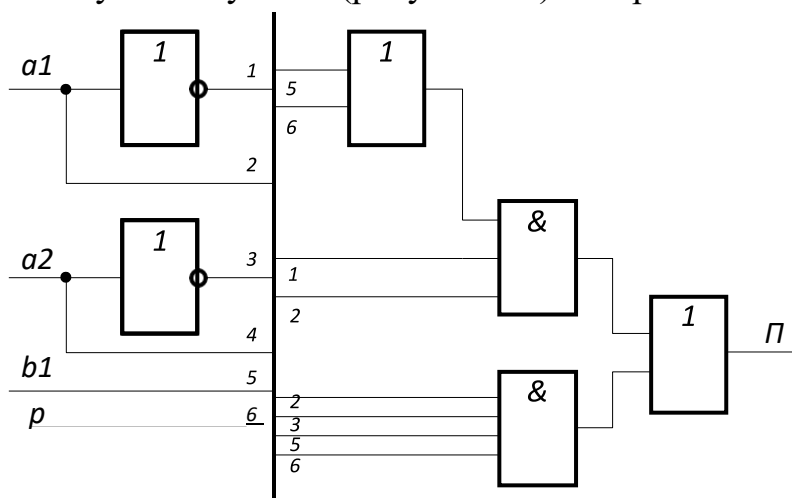


Рисунок 2.5 – Функциональная схема ОЧС

### 2.4.3 Логический синтез одноразрядного четверичного умножителя-сумматора

ОЧУС – это комбинационное устройство, имеющее шесть входов (два разряда из регистра множимого, два разряда из регистра множителя, вход переноса и управляющий вход  $h$ ) и три выхода.

Принцип работы ОЧУС представлен с помощью таблицы истинности (таблица 2.13).

Таблица 2.13 – Таблица истинности ОЧУС

Пер.	Мн		Мт		Упр.	Перенос	Результат		Результат операции в четверичной с/с
$P_1$	$x_1$	$x_2$	$y_1$	$y_2$	$h$	$P$	$Q_1$	$Q_2$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	$0 \cdot 0 + 0 = 00$
0	0	0	0	0	1	0	0	0	Выход – код «00»
0	0	0	0	1	0	0	0	0	$0 \cdot 1 + 0 = 00$
0	0	0	0	1	1	0	0	0	Выход – код «00»
0	0	0	1	0	0	0	0	0	$0 \cdot 2 + 0 = 00$
0	0	0	1	0	1	0	0	0	Выход – код «00»
0	0	0	1	1	0	х	х	х	$0 \cdot 3 + 0 = 00$
0	0	0	1	1	1	х	х	х	Выход – код «00»
0	0	1	0	0	0	0	0	0	$3 \cdot 0 + 0 = 00$
0	0	1	0	0	1	0	0	1	Выход – код «03»
0	0	1	0	1	0	0	0	1	$3 \cdot 1 + 0 = 03$
0	0	1	0	1	1	0	0	1	Выход – код «03»

Продолжение таблицы 2.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	1	1	0	0	1	1	0	$3 \cdot 2 + 0 = 12$
0	0	1	1	0	1	0	0	1	Выход – код «03»
0	0	1	1	1	0	х	х	х	$3 \cdot 3 + 0 = 21$
0	0	1	1	1	1	х	х	х	Выход – код «03»
0	1	0	0	0	0	0	0	0	$2 \cdot 0 + 0 = 00$
0	1	0	0	0	1	0	1	0	Выход – код «02»
0	1	0	0	1	0	0	1	0	$2 \cdot 1 + 0 = 02$
0	1	0	0	1	1	0	1	0	Выход – код «02»
0	1	0	1	0	0	1	0	0	$2 \cdot 2 + 0 = 10$
0	1	0	1	0	1	0	1	0	Выход – код «02»
0	1	0	1	1	0	х	х	х	$2 \cdot 3 + 0 = 12$
0	1	0	1	1	1	х	х	х	Выход – код «02»
0	1	1	0	0	0	0	0	0	$1 \cdot 0 + 0 = 00$
0	1	1	0	0	1	0	1	1	Выход – код «01»
0	1	1	0	1	0	0	1	1	$1 \cdot 1 + 0 = 01$
0	1	1	0	1	1	0	1	1	Выход – код «01»
0	1	1	1	0	0	0	1	0	$1 \cdot 2 + 0 = 02$
0	1	1	1	0	1	0	1	1	Выход – код «01»
0	1	1	1	1	0	х	х	х	$1 \cdot 3 + 0 = 03$
0	1	1	1	1	1	х	х	х	Выход – код «01»
1	0	0	0	0	0	х	х	х	$0 \cdot 0 + 1 = 01$
1	0	0	0	0	1	х	х	х	Выход – код «00»
1	0	0	0	1	0	х	х	х	$0 \cdot 1 + 1 = 01$
1	0	0	0	1	1	х	х	х	Выход – код «00»
1	0	0	1	0	0	0	1	1	$0 \cdot 2 + 1 = 01$
1	0	0	1	0	1	х	х	х	Выход – код «00»
1	0	0	1	1	0	х	х	х	$0 \cdot 3 + 1 = 01$
1	0	0	1	1	1	х	х	х	Выход – код «00»
1	0	1	0	0	0	х	х	х	$3 \cdot 0 + 1 = 01$
1	0	1	0	0	1	х	х	х	Выход – код «03»
1	0	1	0	1	0	х	х	х	$3 \cdot 1 + 1 = 10$
1	0	1	0	1	1	х	х	х	Выход – код «03»
1	0	1	1	0	0	1	0	1	$3 \cdot 2 + 1 = 13$
1	0	1	1	0	1	х	х	х	Выход – код «03»
1	0	1	1	1	0	х	х	х	$3 \cdot 3 + 1 = 22$
1	0	1	1	1	1	х	х	х	Выход – код «03»
1	1	0	0	0	0	х	х	х	$2 \cdot 0 + 1 = 01$
1	1	0	0	0	1	х	х	х	Выход – код «02»
1	1	0	0	1	0	х	х	х	$2 \cdot 1 + 1 = 03$
1	1	0	0	1	1	х	х	х	Выход – код «02»



#### 2.4.4 Синтез комбинационных схем на основе мультиплексора

Мультиплексор – это логическая схема, имеющая  $n$  информационных входов,  $m$  управляющих входов и один выход. При этом должно выполняться условие  $n = 2^m$ .

Принцип работы мультиплексора состоит в следующем:

На выход мультиплексора может быть пропущен без изменений любой (один) логический сигнал, поступающий на один из информационных входов. Порядковый номер информационного входа, значение которого в данный момент должно быть передано на выход, определяется двоичным кодом, поданным на управляющие входы.

На рисунке 2.7 показан мультиплексор, имеющий четыре информационных (или входа данных,  $D_0$ – $D_3$ ) и два управляющих (или адресных,  $A_0$  и  $A_1$ ) входы, так называемый «один из четырёх».

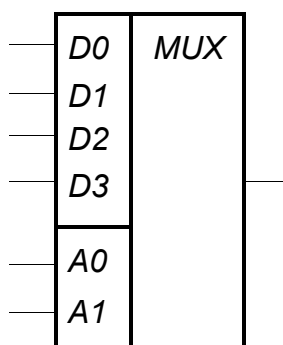


Рисунок 2.7 – Мультиплексор

В таблице 2.14 определена зависимость выходного сигнала от сигналов на входах мультиплексора. Сигналы  $x_1, x_2, x_3, x_4$  – это логические сигналы, поступающие на вход мультиплексора, которые могут принимать значения ноль или единица.

Таблица 2.14 – Работа мультиплексора

$A_0$	$A_1$	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	выход
0	0	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1$
0	1	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_2$
1	0	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_3$
1	1	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_4$

Из таблицы 2.14 видно, что под действием управляющей комбинации на выход будет пропущен сигнал, поданный на вход  $D_0$  (в нашем случае это  $x_1$ ), а управляющая комбинация пропускает на выход сигнал, поданный на вход  $D_2$  (в нашем случае это  $x_3$ ).

Мультиплексор может быть использован для синтеза комбинационных схем.

С помощью мультиплексора «один из четырёх» легко реализовать любую

переключательную функцию (ПФ) от двух переменных.

Пример реализации функций «ИЛИ» и «И» на мультиплексоре по таблицам истинности 2.15 и 2.16 приведён соответственно на рисунках 2.8 и 2.9.

Таблица 2.15 – Функция «ИЛИ»

$x_1$	$x_2$	$x_1 + x_2$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

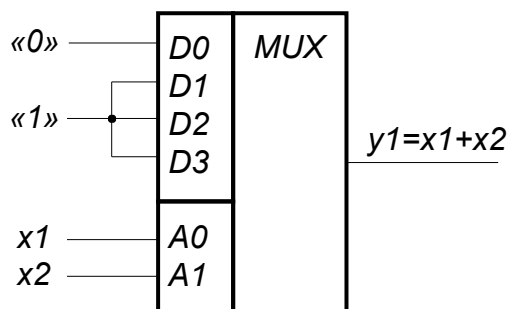


Рисунок 2.8 – Реализация функции «ИЛИ» на мультиплексоре

Таблица 2.16 – Функция «И»

$x_1$	$x_2$	$x_1 \cdot x_2$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

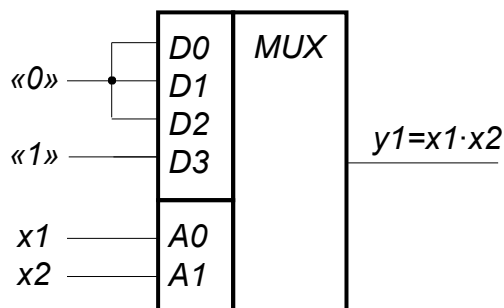


Рисунок 2.9 – Реализация функции «И» на мультиплексоре

На основе мультиплексора можно синтезировать ПФ более чем от двух переменных. Для этого на входе мультиплексора, возможно, придётся разместить некоторую дополнительную логическую схему.

Для синтеза этой дополнительной схемы все наборы в таблице истинности (таблица 2.17) целесообразно поделить на группы так, чтобы в каждой

группе наборы переменных  $x_1, x_2$  были одинаковы. Таких групп с одинаковыми наборами 00, 01, 10, 11 будет четыре.

Таблица 2.17 – Таблица истинности для синтеза ПФ от 4-х переменных

Номер входного набора	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	Выход	Функция
0	0	0	0	0	0	$x_3 \oplus x_4$
1	0	0	0	1	1	
2	0	0	1	0	1	
3	0	0	1	1	0	
4	0	1	0	0	1	«1»
5	0	1	0	1	1	
6	0	1	1	0	1	
7	0	1	1	1	1	
8	1	0	0	0	1	«1»
9	1	0	0	1	1	
10	1	0	1	0	1	
11	1	0	1	1	1	
12	1	1	0	0	0	$x_3 \oplus x_4$
13	1	1	0	1	1	
14	1	1	1	0	1	
15	1	1	1	1	0	

Для синтеза входной логической схемы независимыми переменными будут только  $x_3$  и  $x_4$ , которые в свою очередь образуют четыре различных набора в каждой группе.

Записывая для единичных значений ПФ логические выражения для входных переменных  $x_3$  и  $x_4$ , строим затем по этим выражениям для каждого входа  $D_0 - D_3$  логическую схему.

Например, для первой и четвёртой групп:

$$- \quad - \quad ,$$

а для второй и третьей групп:

$$y = 1,$$

поскольку ПФ на всех восьми наборах равна единице.

Мультиплексор с входной логической схемой для реализации ПФ четырёх переменных показан на рисунке 2.10.

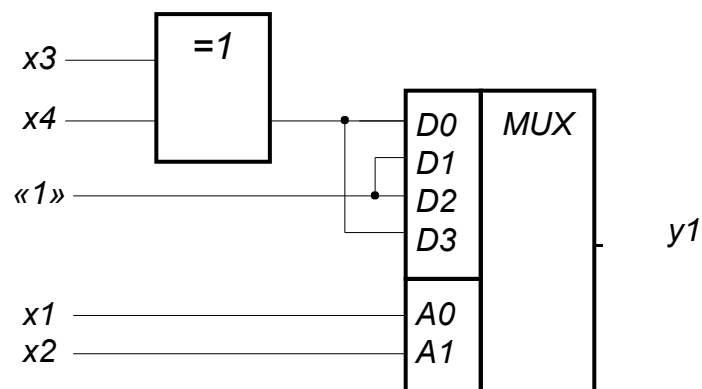


Рисунок 2.10 – Реализация ПФ четырёх переменных

Переключательные функции пяти переменных можно реализовать на мультиплексоре «один из восьми», применяя аналогичный подход.

Здесь управляющее поле определяется тремя переменными  $x_1, x_2, x_3$ , поэтому число групп с одинаковыми значениями этих переменных будет равно восьми (таблица 2.18). Заметим ещё раз, что каждая такая группа управляет одним из восьми входов  $D_0 - D_7$ .

Таблица 2.18 – Таблица истинности для синтеза ПФ от пяти переменных

Номер входного набора	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	Выход
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	1	0	1
3	0	0	0	1	1	0
4	0	0	1	0	0	1
5	0	0	1	0	1	1
6	0	0	1	1	0	0
7	0	0	1	1	1	0
8	0	1	0	0	0	0
9	0	1	0	0	1	1
...						
24	1	1	0	0	0	0
25	1	1	0	0	1	0
26	1	1	0	1	0	0
27	1	1	0	1	1	0
28	1	1	1	0	0	0
29	1	1	1	0	1	1
30	1	1	1	1	0	0
31	1	1	1	1	1	1

Входная логическая схема синтезируется только для входных переменных  $x_4$  и  $x_5$  исходя из заданных единичных значений ПФ, оказавшихся в той или иной группе.



Например, для нулевой группы:

- - . Для

седьмой группы:

- - - и - .

Реализация нескольких ПФ, как например ОЧС, потребует для каждой ПФ отдельного мультиплексора (рисунок 2.11).

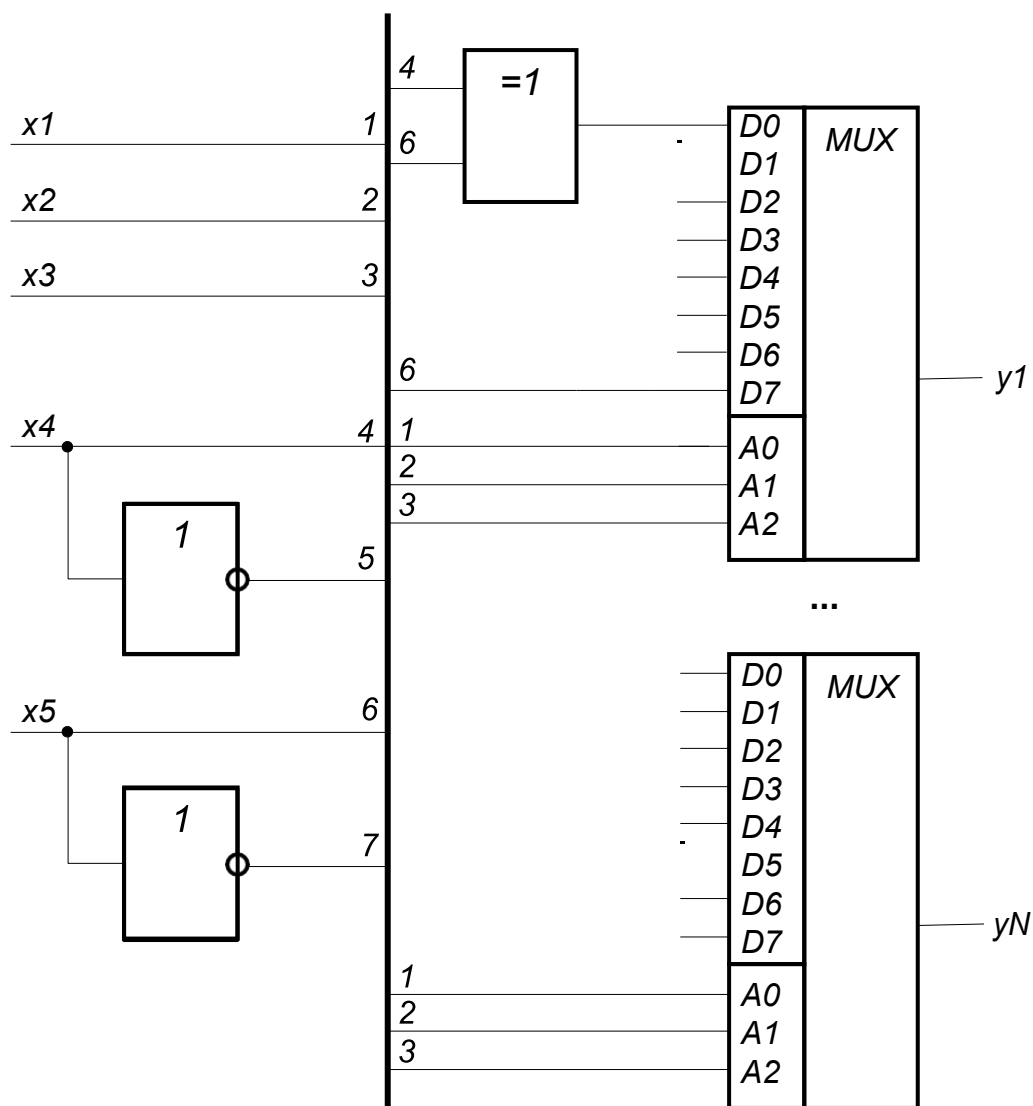


Рисунок 2.11 – Реализация функций  $y_1 \dots y_n$  на  $n$  мультиплексорах

## 3 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

### 3.1 Структура пояснительной записки

Пояснительная записка к курсовой работе является основным документом, предоставляемым к защите по завершении курсового проектирования. В целом, пояснительная записка должна отражать последовательность работы и пояснять графический материал.

Общий объём пояснительной записки может составлять порядка 30 страниц (не включая графический материал, правила выполнения которого приводятся в подразделе 3.7).

Рекомендуемая структура пояснительной записки к курсовой работе и количество листов:

- а) титульный лист – 1 страница;
- б) лист задания – 2 страницы;
- в) содержание – 1 страница;
- г) введение – 1 страница;
- д) основная часть:
  - 1) разработка алгоритма умножения – 2 – 3 страницы;
  - 2) разработка структурной схемы сумматора-умножителя (первого или второго типа, в зависимости от варианта задания) – 2 страницы;
  - 3) разработка функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя (с подразделами по каждому отдельному узлу, в зависимости от варианта) – 8 – 10 страниц;
  - 4) синтез комбинационных схем устройств на основе мультиплексоров – 4 – 5 страниц;
  - 5) оценка результатов разработки – 1 страница;
- е) заключение – 1 страница;
- ж) список использованных источников – 1 страница;
- з) приложения (включая ведомость курсовой работы) – 2 – 3 страницы.

Далее приводятся рекомендации по наполнению указанных разделов.

Титульный лист и лист задания являются стандартными листами, которые заполняются по образцам (подразделы 3.2 и 3.3).

Содержание, список использованных источников и приложения являются специфическими разделами, которые также оформляются по определённым правилам (подразделы 3.4, 3.6, пункт 3.5.4).

Во введении кратко указывается, чему посвящена курсовая работа, формулируется общая цель разработки.

Разработка алгоритма описывается в одноимённом разделе. В этом разделе необходимо привести:

- перевод сомножителей из десятичной системы в четверичную;
- представление сомножителей в форме с плавающей запятой;
- кодирование сомножителей и преобразование разрядов множителя;
- умножение мантисс;

- оценку погрешности вычисления (абсолютную и относительную).

Разработка структурной схемы сумматора-умножителя описывается в зависимости от типа его структуры (см. подраздел 2.3 данного пособия). В разделе необходимо описать узлы разрабатываемого устройства и режимы их работы. Данный раздел иллюстрируется структурной схемой сумматора-умножителя.

Разработка функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя – это основной раздел пояснительной записки, дающий ключ к пониманию работы проектируемого устройства и исчерпывающую информацию об обработке цифровых сигналов согласно назначению устройства. Рекомендуется структурировать раздел в соответствии с блоками, выделенными на предыдущем этапе, последовательно раскрывая их и подробно описывая связи между ними. Опираясь на описание работы узлов необходимо построить таблицы истинности их работы, записать переключательные функции и выполнить их минимизацию в соответствии с вариантом задания, оценить эффективность минимизации. Данный раздел иллюстрируется соответствующими функциональными схемами узлов устройства.

Синтез комбинационных схем устройств на основе мультиплексоров включает описание принципов работы мультиплексора, обоснование выбора вида мультиплексора для реализации заданной схемы. Данный раздел также иллюстрируется соответствующей функциональной схемой.

В разделе об оценке результатов разработки необходимо на основании структурной и функциональных схем рассчитать время умножения на один разряд и  $n$  разрядов множителя.

В заключении формулируются выводы, указываются основные цели минимизации переключательных функций, констатируется достижение целей и выполнение задач курсовой работы (см. подраздел 1.1).

В приложения могут выноситься отдельные таблицы большого размера, а также сводная ведомость. Кроме того, графический материал также подшивается в пояснительную записку после соответствующего листа с заголовком (см. подраздел 3.6).

Содержание графического материала к пояснительной записке указывается в листе задания. Также графический материал перечисляется в ведомости к курсовой работе.

Графический материал к курсовой работе по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники» состоит из одной структурной схемы сумматора-умножителя соответствующего типа (по варианту) и нескольких функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя (в зависимости от типа синтезируемого устройства).

Примерный перечень графического материала (для одного из вариантов):

1 Сумматор-умножитель первого (второго) типа. Схема электрическая структурная – 1 лист формата А4.

2 Одноразрядный четверичный сумматор. Схема электрическая функциональная – 1 лист формата А4 (А3).

3 Одноразрядный четверичный умножитель. Схема электрическая функциональная – 1 лист формата А4 (А3).

4 Регистр-аккумулятор. Схема электрическая функциональная – 1 лист формата А4.

5 Одноразрядный четверичный сумматор. Реализация на мультиплексах. Схема электрическая функциональная – 1 лист формата А4.

Листы записки должны быть насквозь прошиты в папке с твёрдой или мягкой обложкой либо сданы в переплет. Не допускается помещение отдельных листов пояснительной записки в файлы, или скрепление листов скрепкой или степлером.

Графический материал должен быть выполнен на листах формата А4 или А3 и подшит в пояснительную записку после листа, содержащего соответствующий заголовок «ПРИЛОЖЕНИЕ X (обязательное) Графический материал» (см. подраздел 3.6).

Если схема устройства не может быть размещена на одном листе формата А3, можно использовать формат А2 или размещать схему одного устройства на разных листах (для каждого выхода схемы – отдельный лист). В последнем случае, например если приводится реализация только функций  $P_1$  и  $P_2$  для ОЧУ, название чертежа может формулироваться следующим образом: «Одноразрядный четверичный умножитель. Функции старших разрядов. Схема электрическая функциональная».

### **3.2 Оформление титульного листа**

Титульный лист является стандартным листом.

Титульный лист должен быть напечатан по образцу (приложение В), на этом листе номер страницы не указывается.

На титульном листе должно присутствовать обозначение пояснительной записки в формате «БГУИР КР 1–40 02 01 ХУУ ПЗ, где ХУУ – уникальный номер курсовой работы: Х – последняя цифра в номере группы, УУ – номер варианта (должен содержать две позиции, например, для первого варианта – код «01» и т. д.)

### **3.3 Оформление листа задания**

Лист задания также является стандартным листом.

Как и титульный лист, лист задания должен быть напечатан по образцу (две страницы на одном листе с двух сторон). Он приведен в приложении Б. Все данные считаются известными, не печатается только дата утверждения задания.

Подпись об утверждении задания может быть получена после утверждения темы курсовой работы в любое время.

В качестве срока сдачи курсовой работы указывается дата в соответствии с календарным планом.

В качестве исходных данных к проекту перечисляются:

- исходные сомножители;
- алгоритм умножения;
- метод умножения;
- способ кодирования;
- тип синтезируемого устройства;
- способ минимизации и логический базис для аппаратной реализации

(см. приложение А).

Содержание пояснительной записки печатается в одну строку с детализацией только до уровня разделов.

Перечень графического материала должен соответствовать реальным чертежам с элементами в формате: «Название чертежа. Категория чертежа».

Календарный план является ориентировочным. Он может быть, например, понедельным.

В качестве даты выдачи задания может указываться любая дата из первой недели соответствующего семестра.

Лист задания должен быть подписан руководителем курсовой работы и самим студентом.

### **3.4 Оформление содержания**

Содержание оформляется в виде особого раздела с названием «СОДЕРЖАНИЕ».

В содержание включается только та часть записки, которая следует за ним. Не рекомендуется выносить в содержание названия элементов текста, менее значимых, чем подразделы.

Примером оформления содержания может служить содержание данного пособия.

### **3.5 Оформление текста пояснительной записки**

Пояснительная записка оформляется на стандартных листах формата А4 по следующим правилам:

- 1) допускается только печатный (не рукописный) вариант записки;
- 2) производится односторонняя печать;
- 3) основная надпись и ограничительные рамки опускаются;
- 4) поля на странице: слева – 30 мм, справа – 15 мм, сверху – 20 мм, снизу – 27 мм;
- 5) шрифт: Times New Roman, размер – 14 пт;
- 6) печать производится с одинарным интервалом;
- 7) номера страниц проставляются в правом нижнем углу.

При соблюдении этих правил на странице помещается около 40 строк, что соответствует требованиям ГОСТ 2.105–95.

Нумеруются все страницы, начиная с титульного листа и заканчивая приложениями, кроме обложки, которой в данном случае является папка. Номера

проставляются только на страницах, расположенных после содержания, т. е. начиная с обзора литературы и заканчивая приложениями.

Листы с основными надписями и ограничительными рамками, а также листы с отличными от А4 размерами, при нумерации не учитываются. Поскольку лист задания двусторонний, то ему соответствуют две страницы. Допускается не печатать номера страниц, а надписывать черной ручкой или карандашом (тогда аналогичным образом нужно поступать и с содержанием).

### 3.5.1 Оформление основного текста

Основной текст пояснительной записки необходимо излагать на одном языке – белорусском либо русском.

Основной текст должен быть написан в соответствии с действующими правилами используемого языка.

Основной текст делится на абзацы. Абзацы должны начинаться с отступом равным 1,25 см. Пробельные строки между абзацами не допускаются. Текст абзаца должен выравниваться по ширине. Расстановка переносов может не выполняться.

Две точки в конце предложения не ставят, даже если оно заканчивается не буквой (а, например, скобкой).

Пояснительная записка должна быть написана от третьего лица и с соблюдением одного стиля.

Наиболее часто встречающиеся термины по возможности рекомендуется сокращать. При первом упоминании термина в пояснительной записке он приводится полностью и за ним в скобках даётся сокращение. Далее по всему тексту используется сокращение. Например:

... разрабатываемое устройство умножения (УУ) ... в составе УУ ...

В заголовках разделов и подразделов термины рекомендуется приводить без сокращений.

При необходимости по ходу текста могут выделяться ключевые слова. Для этой цели используется курсив. Например:

... называется *сумматором-умножителем* ...

Делать выделения фрагментов текста различными способами, кроме речистых, запрещается.

Исправление ошибок с помощью корректора *не допускается*.

Наличие сносок не допускается.

В тексте пояснительной записки (кроме формул, таблиц и рисунков) следует писать словами:

– математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин;

– математические знаки  $>$   $<$   $=$ , а также знаки №, %, Ø, sin, cos и другие без числовых значений, например: «... множество значений – пустое...».

В тексте числа от одного до девяти без единиц измерений следует писать словами, свыше девяти – цифрами. Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей.

Согласно современным требованиям, во всех документах, в том числе и в пояснительной записке, инициалы должны разделяться пробелом (возможны переносы).

Буква Ё по всей работе должна либо печататься либо не печататься.

По всему тексту записки могут встречаться ссылки на чертежи. Например:

... текст (см. чертёж ГУИР 400201 001 Э1) ...

... текст на чертеже ГУИР 400201 001 Э1 текст ...

При наличии на чертеже координатной сетки, ссылка на соответствующие элементы чертежа делается с помощью координат.

Пояснительная записка должна быть структурирована. При этом выделяются разделы, подразделы, пункты и подпункты. Более мелкая степень детализации запрещена. В пределах разделов подразделы, пункты и подпункты вводятся в текст по мере надобности. Кроме того, могут встречаться локальные введения и заключения. Учитывая, что в среднем пояснительная записка имеет сравнительно небольшой объём, вводить подпункты не рекомендуется. Альтернативой пунктам и подпунктам могут служить различные списки.

Каждый раздел должен начинаться с новой страницы. Подразделы, пункты и подпункты на новые страницы не выносятся. Названия раздела и подраздела должны отделяться друг от друга одной пробельной строкой. Пункты и подпункты могут так же отделяться пробельной строкой.

Разделы и подразделы должны иметь названия. Пункты и подпункты могут иметь названия. Заголовки разделов записывают прописными буквами без точки в конце заголовка. Заголовки подразделов записывают строчными буквами, начиная с первой прописной. Заголовки не подчеркивают. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений (это не рекомендуется), их разделяют точкой.

В случае, когда заголовки раздела или подраздела занимают несколько строк, то строки выравниваются по первой букве заголовка.

Если обе кавычки названия в заголовке являются крайними, то их допускается не ставить.

Названия разделов и подразделов должны отделяться от следующего ниже текста одной пробельной строкой. Названия не должны разрываться при переходах на следующие страницы и не должны оставаться внизу страниц.

Все разделы между введением и заключением, а также все подразделы, пункты и подпункты должны быть пронумерованы. Эти номера должны быть выделены полужирным шрифтом. Следовательно, точка после таких номеров

не ставится. Специфические разделы, такие как введение, заключение, список использованных источников и другие, не нумеруются.

Названия разделов (кроме специфических), подразделов, пунктов и подпунктов (включая номера) должны быть напечатаны с абзацным отступом равным 1,25 см и выровнены по левому краю.

Обязательным является соблюдение одного выбранного стиля в пределах всей записки. Например:

**2 НАЗВАНИЕ ВТОРОГО РАЗДЕЛА**  
**ПРОДОЖЕНИЕ ЗАГОЛОВКА РАЗДЕЛА**

*Пробельная строка*

**2.1 Название первого подраздела**  
**второго раздела**

*Пробельная строка*

Текст первого подраздела \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Пробельная строка*

**2.2 Название второго подраздела**

*Пробельная строка*

Текст второго подраздела \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**2.2.1** Первый пункт подраздела \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Пробельная строка*

**2.2.2** Второй пункт подраздела \_\_\_\_\_

При необходимости, по тексту записки могут встречаться ссылки на разделы, подразделы, пункты и подпункты. Например:

... текст (см. разделы 1, 3) ... текст (см. пункты 1.2.3–1.2.5)

... текст (см. введение) ...

... в подразделе 1.2 ... в подпунктах 1.2.3.1, 1.2.4.1–1.2.4.4

... в заключении ...

Специфические разделы имеют особенности оформления. Введение и заключение на подразделы не разбиваются.

**3.5.2 Оформление таблиц**

Таблицы вводятся в любое место записки по мере необходимости.

Таблицы должны отделяться от текста и друг от друга одной пробельной строкой.

Таблицы должны нумероваться в пределах разделов: первая цифра отражает номер раздела, вторая – номер таблицы в разделе. Надпись с номером помещается непосредственно над таблицей и выравнивается по левой границе таблицы. Название должно начинаться с прописной буквы.



Рекомендуется использовать таблицы простых стилей с разделением строк и столбцов сплошными тонкими линиями. Заполнять таблицы следует шрифтом Times New Roman подходящего размера и с подходящим интервалом, располагать таблицу по ширине страницы.

Ячейки могут группироваться.

Если таблица занимает более одной страницы или существует необходимость в прямых ссылках на столбцы таблицы, то под «шапкой» вводится дополнительная строка с нумерацией столбцов.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается.

При необходимости нумерации показателей порядковые номера указываются в первой графе через пробел (без точки) перед их наименованием.

Пример таблицы, расположенной на двух листах, приведён ниже:

Таблица 1.1 – Название таблицы. Название таблицы. Название таблицы. Название таблицы

Заголовок		Заголовок. Заголовок. Заголовок	Заголовок
Подзаголовок	Подзаголовок		
1	2	3	4
1 Текст _____	Цифра	Цифра	Текст. Текст
2 Текст	Цифра	Цифра	Текст
3 Текст	Цифра	Цифра	Текст
4 Текст	Цифра	Цифра	Текст

*Продолжение таблицы 1.1 (эта надпись необязательна, выполняется курсивом)*

1	2	3	4
5 Текст	Цифра	Цифра	Текст
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
12 Текст	Цифра	Цифра	Текст

На каждую таблицу должна быть ссылка, расположенная на текущей, предыдущей или последующей странице, одним из способов:

... в таблице:

Тело таблицы с надписью

... текст (см. таблицу 1.2) ... в таблице 1.2 ...

Для обеспечения удобства восприятия таблица может быть повёрнута налево и вынесена на отдельную страницу. Если таблица не помещается на одну страницу, она может быть вынесена в приложение.

### 3.5.3 Оформление рисунков

Рисунки вводятся в любое место записки по мере необходимости.

Рисунки должны отделяться одной пробельной строкой от текста и друг от друга. Рисунки должны выравниваться по центру страницы.

Рисунки должны нумероваться в пределах разделов: первая цифра отражает номер раздела, вторая – номер рисунка в разделе. Подрисуночная подпись с номером и названием помещается под самим рисунком через одну пробельную строку симметрично рисунку. Название должно начинаться с прописной буквы. Название может отсутствовать. Например:



Рисунок 1.1 – Название рисунка: *а* – название части *а*; *б* – название части *б*

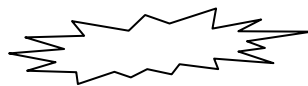


Рисунок 1.2 – Название рисунка. Название рисунка

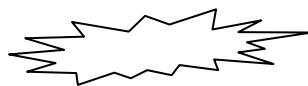


Рисунок 1.3

На каждый рисунок должна быть ссылка, расположенная на текущей, предыдущей или последующей странице, одним из способов:

... на рисунке:

тело рисунка с подписью

... текст (см. рисунок 1.2) ... на рисунке 1.2 ...

Для обеспечения удобства восприятия рисунок может быть повернут налево и вынесен на отдельную страницу. Если рисунок не помещается на одну страницу, он может быть вынесен в приложение.

Все рисунки в записке должны быть выполнены в черно-белых вариантах или вариантах с оттенками серого цвета. При этом допускается цветное исполнение отдельных рисунков.

Рекомендуется выделять цветом контуры на картах Вейча – Карно при проведении минимизации функций при печати или обводить контуры цветными фломастерами, ручками или карандашами.

### 3.5.4 Оформление формул и списков

Формулы вводятся при необходимости.

Формулы могут нумероваться арабскими цифрами в пределах разделов: первая цифра отражает номер раздела, вторая – номер формулы в разделе. Номер заключается в круглые скобки, помещается по центру относительно всей формулы и подгоняется табуляцией в конец строки.

Нумеруются все формулы, содержащиеся в записке. Если в разделе одна формула, её также нумеруют, например: формула (2.1).

Формулы являются составными частями предложений, что требует постановки соответствующих знаков препинания. Формулы выносятся на отдельные строки и располагаются по центру. Кроме этого, они отделяются от текста и друг от друга одной пробельной строкой.

При необходимости допускается перенос части формулы на следующую строку. При переносе формулы на знаке умножения вместо « $\cdot$ » применяют знак « $\times$ ». Не допускаются переносы на знаке деления, а также выражений, относящихся к знакам корня, интеграла, логарифма, тригонометрических функций.

После формулы следует помещать перечень и расшифровку приведённых символов, которые не были пояснены ранее. Перечень начинают со слова «где», которое приводят с новой строки абзаца. После слова «где» двоеточие не ставят. В этой же строке помещают первый поясняющий символ. Символы необходимо отделять от расшифровок знаком тире, выравнивая перечень по символам. Каждую расшифровку заканчивают точкой с запятой. Размерность символа или коэффициента указывают в конце расшифровки и отделяют запятой.

В соответствии с ГОСТ 2.105–95 в формулах цифры, русские и греческие буквы прописываются прямо, а латинские – курсивом. Например:

Относительная погрешность рассчитывается по формуле

$$\frac{\Delta}{M_t} \cdot 100\% \quad (1.1)$$

где – абсолютная погрешность вычисления;

$M_n$ ,  $M_t$  – операнды.

Если формула достаточно простая и нет необходимости на неё ссылаться, то она может не выноситься на отдельную строку. Например:

Множество  $Z_1 = \{101x1, 10x11\}$  кубов, не участвовавших в образовании новых кубов, следовательно – .

По тексту записки можно ссылаться на формулы. Например:

Подставляя в (2.2) соотношение (2.1), получим ...

В записке могут встречаться списки, состоящие из двух либо более элементов.

Существуют два основных типа списков (а также их комбинации) и множество стилей:

- 1) нумерованные;
- 2) маркированные.

При сложном перечислении, состоящем из нескольких предложений, каждый элемент перечисления пишут с прописной буквы. Например:

... текст:

- 1 Название. Возможное пояснение. Возможное пояснение. Возможное пояснение.
- 2 Название. Возможное пояснение.
- ...
- 3 Название. Возможное пояснение.

Если перечисление простое, т. е. состоит из слов и словосочетаний, то по ГОСТ 2.105–95 каждый элемент необходимо записывать с новой строки, начиная с абзацного отступа и знака «дефис», а в конце ставить точку с запятой. Например:

... текст:

- возможный текст, возможный текст, возможный текст, возможный текст;
- возможный текст;
- ...
- возможный текст.

В любом случае, выбранные стили списков должны применяться по всей пояснительной записке.

### **3.5.5 Оформление списка использованных источников**

Сведения о литературных источниках необходимо приводить в соответствии с требованиями нового ГОСТ 7.1–2003. Этот список размещают перед приложениями в виде перечня, название которого записывается по центру страницы (см. список использованных источников данного пособия).

Основные моменты оформления заключаются в следующем:

- все ссылки записываются арабскими цифрами в квадратных скобках в возрастающем порядке;
- в самом списке позиции располагаются и нумеруются в той последовательности, в которой расположены и пронумерованы ссылки в тексте пояснительной записки;
- источники, на которые ссылок нет, не нумеруются и помещаются в конец списка.

Кроме этого, необходимо обратить внимание на следующие особенности:

- 1) запятая разделяет фамилию и инициалы автора издания;

- 2) инициалы автора разделяют пробелом;
- 3) инициалы нельзя отрывать от фамилии;
- 4) вид издания (учеб. пособие; учеб.-метод. пособие и т. п.) указывается со строчной буквы;
- 5) библиографические знаки (: ; – /) с двух сторон отделяются пробелами;
- 6) место издания – Минск – следует писать полностью;
- 7) существуют стандартные сокращения для издательств в Санкт Петербурге – «СПб.» и в Москве – «М.»

Пример указания книги с одним автором:

[1] Савельев, А. Я. Прикладная теория цифровых автоматов / А. Я. Савельев. – М. : Высш. шк., 1987. – 272 с.

Пример указания книги с количеством авторов до трёх включительно:

[2] Луцик, Ю. А. Учебное пособие по курсу «Арифметические и логические основы вычислительной техники» / Ю. А. Луцик, И. В. Лукьянова, М. П. Ожигина. – Минск : МРТИ, 2001. – 77 с.

Пример указания книги с количеством авторов, большим трех:

[3] Положение об организации курсового проектирования в БГУИР / Е. Н. Живицкая [и др.]. – Минск : БГУИР, 2010. – 17 с.

Пример указания книги на иностранном языке:

[4] Embedded Microcontrollers : Databook / Intel Corporation. – Santa Clara, Ca, 1994.

Пример указания многотомного издания или издания в частях:

[5] Проектирование самотестируемых СБИС. В 2 ч. / В. Н. Ярмолик [и др.]. – Минск : БГУИР, 2001. – Ч. 1 – 236 с. ; Ч. 2 – 250 с.

Пример указания одного из томов многотомного издания:

[6] Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем : справочник. В 2 т. / под ред. В. А. Шахнова. – М. : Радио и связь, 1988. – Т. 1. – 368 с.

Пример указания статьи в периодическом издании:

[7] Берски, Д. Набор ЭСЛ-микросхем для быстродействующего RISC-процессора / Д. Берски // Электроника. – 1989. – №12. – С. 21–25.

Пример указания статьи в сборнике:

[8] Аксенов, О. Ю. Методика формирования обучающих выборок для распознающей системы / О. Ю. Аксенов // VI Всероссийская науч.-техн. конф. «Нейроинформатика–2004» : сб. науч. тр. В 2 ч. / отв. ред. О. А. Мишулина. – М. : МИФИ, 2004. – С. 215–222. – (Научная сессия МИФИ–2004).

Пример указания адреса WWW в сети Internet:

[9] Xilinx [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <http://www.plis.ru/>.

Пример указания файла:

[10] Mobile Intel® Pentium® Processor-M [Электронный ресурс] : Datasheet / Intel Corporation. – Электронные данные. – Режим доступа : 25068604.pdf.

Пример указания компакт-диска:

[11] Nokia+Компьютер [Электронный ресурс] : инструкции, программы, драйверы, игры, мелодии, картинки для Nokia. – М., 2004. – 1 компакт-диск (CD-R).

Примером может служить список использованных источников данного пособия.

Ссылки на литературные источники представляют собой их номера (может быть несколько сразу), заключённые в квадратные скобки, причём ссылки наносятся поверх текста. Дополнительно, в ссылках могут содержаться уточняющие сведения о расположении информации в литературных источниках.

Например:

... этот метод [1,3–5] наиболее распространен [3, с. 10–15; 5, введение] ...

### **3.6 Оформление приложений**

Как правило, в приложения выносятся дополнительная информация, а также рисунки и таблицы, не вмещающиеся на листы текста пояснительной записки.

Приложения делятся на три типа:

- 1) обязательные;
- 2) рекомендуемые;
- 3) справочные.

Приложения (независимо от их количества) последовательно нумеруются прописными буквами русского алфавита в порядке ссылки на них в основном тексте записки, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы.

Надпись, включающая номер, тип и название, делается начиная с первой строки либо непосредственно на первом листе приложения (если он формата А4 и может быть надписан) либо на отдельном чистом листе, дополнительно

вставляемом перед приложением (если приложение расположено на нестандартном листе и перед графическим материалом). Сначала пишут прописными буквами слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенный код. Далее с новой строки строчными буквами в скобках указывают тип (обязательное, рекомендуемое или справочное). Затем, после пробельной строки приводится название приложения строчными буквами, начиная с прописной. Надпись выравнивается по центру страницы без абзацного отступа. Например:

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(обязательное)  
*Пробельная строка*  
Поиск простых импликант  $C_1 * C_1$

... текст приложения ...

Примерами оформления могут служить приложения данного пособия.

На оформление внутренней части приложений не накладывается никаких ограничений, но рекомендуется следовать общепринятым подходам. В приложениях могут содержаться рисунки и таблицы. Они нумеруются аналогично основным, но цифру – номер раздела – заменяет буква – номер приложения.

Не рекомендуется, чтобы приложения занимали более 30 % от общего объёма записки.

Если листы приложений имеют размер больше, чем А4, или вообще нестандартный размер, то они складываются по размеру А4 и левым верхним углом подшиваются к записке. Основная надпись (если она присутствует) должна быть видна и, кроме того, лист должен полностью раскладываться одним движением. Пример подшивки листа формата А1 к записке показан на рисунке 3.1.

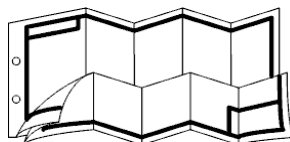


Рисунок 3.1 – Пример подшивки приложения

На каждое приложение должна быть хотя бы одна ссылка по тексту записки:

... текст (см. приложение Б) ... в приложении Б ...

### 3.7 Оформление чертежей

Чертежи, наряду с описанием проектирования и синтеза схем устройств, являются основными результатами курсовой работы. Они подшиваются к пояснительной записке как приложения. Общий объём основного графического материала курсовой работы по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники» может составлять около шести листов формата А4 (трёх листов формата А3) и более.

#### 3.7.1 Общие правила оформления чертежей

Чертежи должны быть напечатаны с применением современных средств вычислительной техники. Рекомендуется использовать достаточно тонкую белую бумагу, что облегчит складывание листов формата более чем А4. Все чертежи курсовой работы должны быть изображены на однотипной бумаге.

Чертежи курсовой работы должны располагаться на стандартных листах бумаги формата А4 (297×210 мм) или А3 (420×297 мм). При этом допускается совмещение чертежей форматов А4 на одном листе бумаги формата А3. В таких случаях, совмещённые форматы разделяются сплошной тонкой линией. Допускается небольшое превышение листом бумаги стандартных размеров формата А3, при этом границы формата А3 также отделяются сплошной тонкой линией (а лучше, аккуратно отрезаются излишки). Склеивание чертежей запрещается.

Рекомендуемые варианты расположения форматов показаны на следующем рисунке.

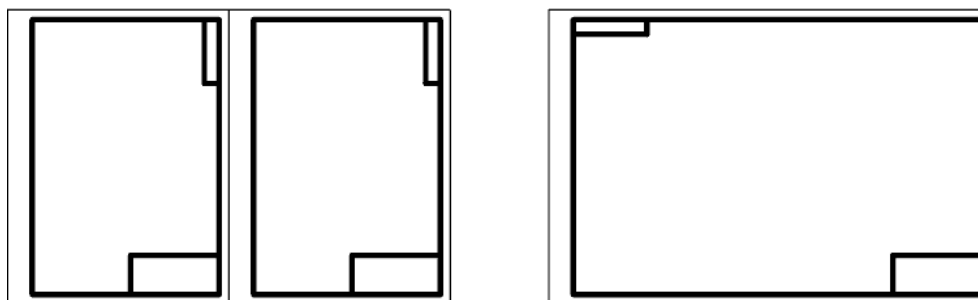


Рисунок 3.2 – Рекомендуемые варианты расположения форматов

Каждый чертеж должен содержать основную надпись по форме 1 согласно ГОСТ 2.104–2006. Дополнительные графы к основной надписи, кроме дубликата обозначения документа, могут не изображаться.

Образец заполнения основной надписи (верхняя часть рисунка), дополнительной графы к ней (дубликат обозначения документа – нижняя часть рисунка), а также размеры ограничительных рамок, однотипные для всех типов чертежей, показаны на рисунке 3.3.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Иванов	Подпись	21.03	
Пров.	Петров	Подпись	22.04	
Т. контр.	Отвагин	Подпись	22.04	
Реценз.	Дудкин	Подпись	11.06	
Н. контр.	Павленок	Подпись	23.05	
Утв.	Садыхов	Подпись	01.06	

(2) **ГУИР.400201.012 Э2**

**Плата расширения**

**Схема электрическая**

**функциональная**

Лит.	Масса	Масштаб
5 5 5	17	18

Лист 20 Листов 1

**ЭВМ, гр. 450501**

(3)

(4) Формат А1

Рисунок 3.3 – Основная надпись по форме 1 и дубликат обозначения документа

В круглых скобках на основной надписи обозначен номер графы, каждую из которых заполняют в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

В графе 1 указывается наименование устройства в формате «Название чертежа. Категория чертежа» (в названии чертежей существительные всегда выносятся вперед, перенос в словах запрещается).

В графе 2 указывается обозначение документа по ГОСТ 2.201–80 в буквенно-цифровом формате: «ГУИР.ХХХХХХ.УУУ ZZZZ»; где ХХХХХХ – цифровой код классификационной характеристики (замещается кодом специальности); УУУ – три цифры уникального номера курсовой работы (как было описано выше); ZZZZ – двух-, трёх- или четырёхзначный буквенно-цифровой код документа. Например, Э2 – схема электрическая функциональная. В случае наличия нескольких чертежей с одинаковыми кодами эти чертежи дополнительно последовательно нумеруются и коды расширяются путём добавления номеров через точку (например, Э2.1 и Э2.2).

В графе 3 приводится сокращённое название кафедры, на которой выполняется курсовая работа (например ЭВМ – кафедра электронных вычислительных машин) и номер учебной группы.

В графе 4 приводится обозначение формата листа по ГОСТ 2.301–68.

Графы «Разраб.» и «Пров.» должны быть подписаны соответствующими лицами с соблюдением установленной очередности. Подписи делаются карандашом или ручкой (черной или синей). Также должны отмечаться даты подписей (число и месяц).

Графы «Т. контр.», «Реценз.», «Н. контр.» и «Утв.» для курсовой работы можно оставить пустыми.

В графе «Разраб.» указывается фамилия студента (подписывается до защиты работы – *в первую очередь*).

В графе «Пров.» указывается фамилия руководителя курсовой работы (подписывается до защиты работы – *во вторую очередь*).

При оформлении текстовых конструкторских документов (например, ведомости курсовой работы) основная надпись делается по форме 2, как показано на рисунке 3.4.

7 10 23 15 10					185				
					ГУИР.400201.012 ПЭЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.	Иванов	Подпись	22.04						
Пров.	Петров	Подпись	22.04						
Т. контр.	Отвагин	Подпись	23.05						
Н. контр.	Павленок	Подпись	23.05						
Утв.	Садыхов	Подпись	01.06						
					Плата расширения				
					Перечень элементов				
					Лит.	Лист	Листов		
					5	5	5	15	20
					ЭВМ, гр. 450501				
					70 50				

Рисунок 3.4 – Основная надпись по форме 2

Один и тот же чертёж может размещаться на нескольких листах определённых форматов (возможно различных).

Основная надпись на втором и последующих листах чертежа должна делаться по форме 2а, как показано на рисунке 3.5. При этом, общее количество листов документа указывается только на первом листе.

7 10 23 15 10					185				
					ГУИР.400201.012 ПЭЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.	Иванов	Подпись	22.04						
Пров.	Петров	Подпись	22.04						
Т. контр.	Отвагин	Подпись	23.05						
Н. контр.	Павленок	Подпись	23.05						
Утв.	Садыхов	Подпись	01.06						
					Лит.				
					5				
					5				
					5				
					15				
					20				
					Лист				
					2				





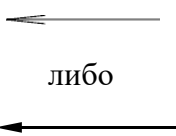


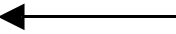
Рисунок 3.5 – Основная надпись по форме 2а

При выполнении чертёжных работ с помощью программных средств (например Visio) рекомендуется использовать шрифт Arial (курсив). Высоты должны быть адекватны высотам из стандартного ряда: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40 (высота шрифта определяется высотой прописной буквы).

Форматирование текста должно производиться за счёт изменения плотности, а не высоты шрифта.

Любой чертёж должен состоять из линий, соответствующих ГОСТ 2.303–68. Толщина и начертание линий и стрелок, наиболее часто встречающихся в чертежах обобщены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные виды линий и стрелок

Изображение	Оптимальные параметры	Основные случаи использования
	Толщина – 1 мм (сплошная толстая основная линия)	Внутренние ограничительные рамки, части основных надписей, контуры УГО, ограничительные шкалы координатных сеток, блоки схемы структурной
	Толщина – 0,2 мм (сплошная тонкая линия)	Внешние ограничительные рамки, части основных надписей, контуры УГО, линии связи
	Толщина – 0,2 мм; длина штрихов – 15 мм; длина разрывов – 5 мм (штрихпунктирная тонкая линия)	Выделение блоков на схемах
	Толщина – 0,2 мм; длина штрихов – 5 мм; длина разрывов – 3 мм (штриховая линия)	Сокращения
 либо 	Длина стрелки – 5 мм; угол – 20° (два альтернативных варианта)	Внутрисхемные разрывы линий связи, направления потоков данных
	Ширина стрелки – 5 мм; угол – 60°	Межсхемные разрывы линий электрической связи
 и другие	Ширина стрелки – 5 мм (возможны альтернативные варианты)	Направления связей между блоками структурных схем

Каждый чертеж (или часть чертежа), вне зависимости от его категории, должен покрывать минимум 70 % площади формата, на котором он расположен.

Все чертежи должны быть чёрно-белыми. При необходимости, цветопередача осуществляется с помощью стандартных способов штриховки.

В курсовой работе по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники» необходимо построить чертежи двух типов – схему электрическую структурную и схему электрическую функциональную.

Далее по отдельности рассматриваются указанные чертежи.

### 3.7.2 Структурная схема

Схема электрическая структурная, как следует из её названия, должна раскрывать структуру устройства умножения с точки зрения крупноблочного проектирования.

По дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники» должна быть выполнена структурная схема сумматора-умножителя соответствующего типа, выполняющая умножение на два разряда множителя одновременно по заданному алгоритму.

В структурную схему устройства могут входить следующие блоки:

- регистр множителя;
- регистр множимого;
- преобразователь множителя;
- несколько ОЧС;
- несколько ОЧУ или ОЧУС;
- регистр результата или аккумулятор;
- ФДК;
- другие элементы (триггеры, дополнительные блоки и т. д.)

Для схемы структурной отдельного ГОСТа не предусмотрено. Она чертится в контексте уже упомянутых стандартов.

Можно выделить следующие основные моменты, на которые следует обратить внимание при работе над схемой структурной:

- схема структурная обычно изображается без использования координатной сетки;
- блоки должны быть пропорционального размера и иметь одинаковую горизонтальную ориентацию;
- текст, содержащийся внутри блоков, должен кратко отражать их функциональное назначение, написан относительно крупным одинаковым шрифтом и выравниваться по центру блоков;
- между любой парой блоков могут быть одно- или двунаправленные линии связи.

Необходимо также обозначить на схеме направления выполнения сдвигов в регистрах, обозначения входов и выходов отдельных узлов (например,  $Q_1$ ,  $Q_2$  и т. д.), знаковые разряды (например,  $Zn$ ), сигналы (например, *mul/sum*, «1» «0»).

Обозначение схемы электрической структурной – Э1.

Пример схемы электрической структурной приведён в приложении Г.

### 3.7.3 Функциональная схема

Схема электрическая функциональная является основным чертежом курсовой работы, который даёт детальное представление о работе устройства и отображает все задействованные для передачи цифровых сигналов цепи.

При изображении схемы электрической функциональной должны соблюдаться требования единой системы конструкторской документации ЕСКД, т. е. ГОСТ 2.743–91, ГОСТ 2.708–98, ГОСТ 2.701–2008, ГОСТ 2.702–2011.

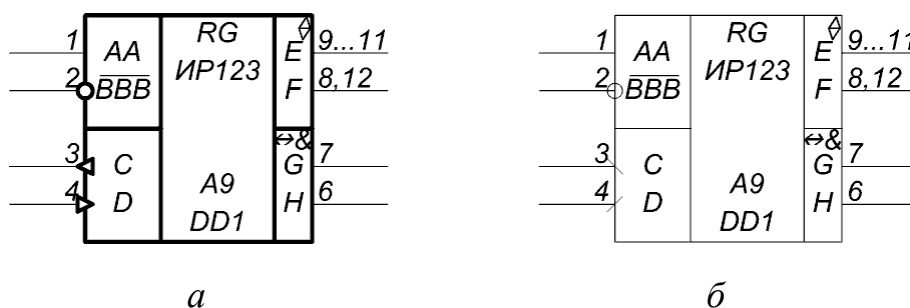
Исторически сложились два подхода к изображению функциональных схем:

1) детализированная структурная схема – компоненты могут не соответствовать реальным микросхемам и изображаются в символическом виде по правилам, отдалённо напоминающим правила для схем программ (например, АЛУ выглядит как буква «V»);

2) упрощённая принципиальная схема – компоненты соответствуют реальным микросхемам и изображаются по правилам принципиальной схемы.

В курсовой работе по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники» выполняется логический синтез устройств и делаются допущения относительно реальных физических процессов, протекающих в микросхемах. Благодаря этому функциональная схема представляется в упрощённом виде, соответственно и правила выполнения таких схем могут быть несколько упрощены.

Все элементы функциональной схемы должны изображаться в виде условных графических обозначений (УГО). Существуют два основных стиля изображения УГО, показанные на рисунке 3.6.



а – первый стиль; б – второй стиль

Рисунок 3.6 – Стили изображения УГО

Рекомендуется использовать *первый стиль*.

В курсовой работе используются УГО логических элементов (рисунок 3.7) и УГО мультиплексоров (рисунок 3.8).

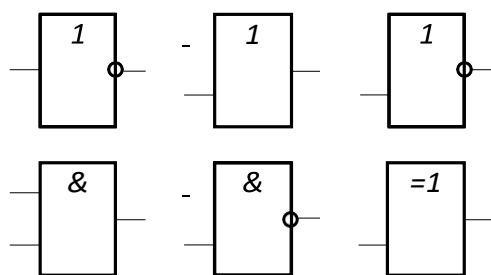


Рисунок 3.7 – УГО логических элементов

Каждое УГО должно содержать одно основное поле и, при необходимости, одно либо два дополнительных поля. Основное поле может содержать следующие надписи:

- наименование либо символ функции компонента (например *MUX*);
- координата УГО на схеме (например *A9*).

Дополнительное поле (для мультиплексора) слева от основного содержит метки (названия входов).

Метки могут содержать буквы, цифры и другие символы. Метки могут быть составными, образованными путём перечисления с возможными сокращениями (например *A0*, *A2* ... *A4*), а также могут объединяться в группы, разделяемые с помощью линий либо интервалов (рисунок 3.8).

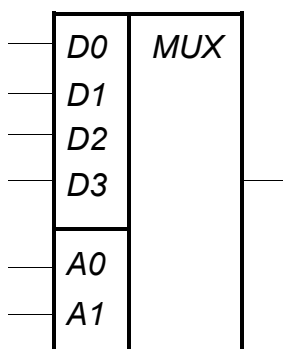


Рисунок 3.8 – УГО мультиплексора «один из четырёх»

Ширина основного поля фиксирована и в любом случае должна составлять 15 мм. Ширина каждого дополнительного поля определяется индивидуально из ряда 5, 10, 15 в зависимости от максимальной длины имени цепи в этом поле. Если максимальная длина равна одному символу, то выбирается ширина 5 мм, двум и более – 10 мм. При очень длинных именах ширина может быть 15 мм, а ширину более 15 мм не рекомендуется использовать вообще.

Схема электрическая функциональная должна изображаться по координатной сетке. Сама координатная сетка (линии разметки) не изображается. Должны быть видны только ограничительные шкалы, причём только слева и сверху.

Взаимное расположение шкал не регламентируется, но нет никакого смысла сводить их вместе.

Горизонтальные ряды нумеруются с помощью прописных букв латинского алфавита. Буквы *I* и *O* пропускаются в связи со сходством с цифрами 1 и 0. Не рекомендуется, чтобы число рядов превышало 24 (в противном случае используется двухпозиционная нумерация: *AA...AZ*, *BA...*). Вертикальные колонки нумеруются цифрами, причём число позиций должно быть одинаковым в пределах чертежа (например 01 ... 50).

В том случае, если чертёж занимает более одного листа, ограничительные шкалы наносятся на всех листах (нужного размера), но чертёж «продолжается» по горизонтали, т. е. удлиняется цифровая шкала.

Высота ряда фиксирована, соответствует минимальной высоте УГО (т. е. высоте элемента «НЕ») и должна быть равна 20 мм. Ширина колонки также фиксирована, соответствует ширине основного поля УГО и должна быть равна 15 мм.

Все УГО располагаются на чертеже таким образом, чтобы левый верхний угол основного поля попадал в узел координатной сетки. Координата зоны, в которую попадает левый верхний угол УГО указывается в его основном поле.

По возможности, линии электрической связи могут объединяться в шины. Рекомендуется формировать шины в соответствии с функциональным назначением электрических цепей. Если необходимо подчеркнуть назначение шин, они могут именоваться. Уникальное в пределах чертежа имя обычно наносится над левым верхним концом шины. Линии связи, входящей в шину, обычно присваивается уникальный в пределах шины числовой номер, который и указывается над линией связи (слева от линии связи) в местах входа и выхода (выходов). Если необходимо подчеркнуть функциональное назначение линий связи, то вместо нумерации они могут именоваться однозначно определяющими их именами.

Взаимное расположение УГО, линий контактов, линий электрической связи и шин должно соответствовать правилам, приведённым на рисунке 3.9.

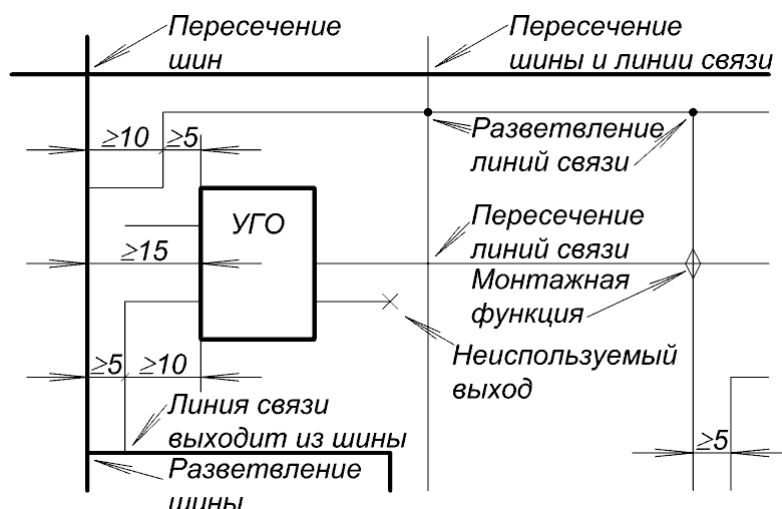


Рисунок 3.9 – Правила взаимного расположения УГО, линий контактов, линий связи и шин

Таким образом, схема чертится по виртуальной сетке с шагом 5 мм, линиями, параллельными линиям ограничительной рамки.

При очень большой графической насыщенности чертежа, а также при расположении одного чертежа на нескольких листах, допускается делать разрывы шин и линий электрической связи, как показано на рисунке 3.10.

В месте разрыва обычно указывается имя электрической цепи (должно быть уникальным), соответствующей линии связи, либо имя шины и перечис-

ляются все координаты зон, где эта линия связи либо шина продолжается. Дополнительно могут указываться номера листов. В случае очень большого количества координат допускается их не перечислять вообще.

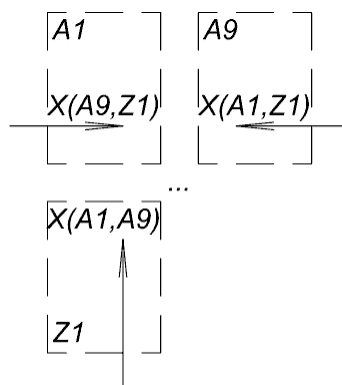


Рисунок 3.10 – Обозначение разрыва электрической линии связи

Весь текст, содержащийся на поле чертежа (УГО, координатная сетка, номера сигналов), должен быть нанесён шрифтом одного размера. Рекомендуется использовать шрифт высотой 3,5 мм. Форматирование текста производится за счёт изменения плотности, а не высоты шрифта.

Фрагмент примера схемы электрической функциональной приведён в приложении Д.

### 3.8 Оформление ведомости курсовой работы

Сводная ведомость документов курсовой работы предназначена для информирования о полном количественном составе документов, входящих в работу, и является обязательным листом пояснительной записки.

Ведомость подшивается к записке как самое последнее приложение.

Ведомость – это текстовый документ, который составляется в контексте общих правил оформления различных перечней и спецификаций на листах формата А4, содержащих основные надписи по формам 2 и 2а в соответствии с рисунками 3.4 и 3.5.

Ведомость представляет собой таблицу, показанную на рисунке 3.11.

15	Обозначение	5 Наименование	Примечание	8
60		95	30	
		185		

Рисунок 3.11 – Ведомость курсовой работы



Обозначение самой ведомости делается в формате «БГУИР КР 1-40 02 01 ХУУ Д1», где ХУУ – порядковый номер темы курсовой работы (см. подраздел 3.2). Например:

БГУИР КР 1-40 02 01 312 Д1

Название ведомости приводится в формате «Тема курсовой работы. Ведомость курсовой работы».

Текст во всех графах должен выравниваться по левому краю (за исключением названий разделов).

Ведомость должна включать в себя два раздела:

- 1) графические документы – указываются все чертежи, имеющие обозначения (в графе «Примечание» указывается объём в форматах);
- 2) текстовые документы – собственно пояснительная записка (в графе «Примечание» указывается объём в страницах).

Название раздела приводится по центру строки в графе «Наименование», подчёркивается и помещается непосредственно над спецификацией первого документа.

Ведомость заполняется в установленном порядке. Разделы сортируются по графе «Обозначение».

Разделы должны разделяться пустыми строками и, кроме того, в таблицу можно вводить резервные пустые строки.

При заполнении ведомости рекомендуется использовать шрифт Arial (курсив) указанного на рисунке 3.11 размера.

Пример сводной ведомости курсовой работы приведён в приложении Е.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённые в данном пособии правила организации курсового проектирования, правила оформления пояснительной записки и графического материала применимы и к другим дисциплинам, читающимся на кафедре ЭВМ БГУИР. Правила оформления применимы так же и к дипломному проектированию (работе).

Однако, оформление работы – не самая сложная и объёмная часть проектирования. Самым важным аспектом любого проекта или работы, разумеется, после успешного глубокого освоения профессиональных знаний по дисциплине, является правильная организация и планирование действий. В данном пособии описаны основные действия, которые нужно совершить, чтобы правильно выполнить и оформить курсовую работу. При правильном планировании и чётком следовании разработанному плану в тесном сотрудничестве с руководителем проектирования курсовая работа может (и должна) быть выполнена правильно и в срок.

Авторы пособия желают обучающимся успехов в выполнении курсовой работы по дисциплине «Арифметические и логические основы вычислительной техники», а также успешной и профессиональной защиты дипломного проекта в будущем. Надеемся, что этот первый шаг к получению диплома вы успешно сделаете с нашей помощью.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Образовательный стандарт высшего образования ОСВО 1-40 02 01 – 2013. – Минск : Министерство образования Республики Беларусь, 2013. – 28 с.
- 2 Положение об организации и проведении курсового проектирования в БГУИР / Е. Н. Живицкая [и др.]. – Минск : БГУИР, 2010. – 17 с.
- 3 СТП 01–2013. Дипломные проекты (работы): общие требования. – Введ. 2013–01–01. – [Электронный ресурс]. – 2013 – Режим доступа : <http://library.bsuir.by/online/showpage.jsp?PageID=86151>.
- 4 Об организации повторной текущей и итоговой аттестации студентов первой и второй ступени образования, аспирантов, соискателей ученых степеней. – [Электронный ресурс]. – 2010 – Режим доступа : [http://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_62465.pdf](http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_62465.pdf).
- 5 Савельев, А. Я. Прикладная теория цифровых автоматов / А. Я. Савельев. – М. : Высш. шк., 1987. – 272 с.
- 6 Лысиков, Б. Г. Арифметические и логические основы цифровых автоматов / Б. Г. Лысиков. – Минск : Выш. шк., 1980. – 342 с.
- 7 Лысиков, Б. Г. Цифровая вычислительная техника / Б. Г. Лысиков. – Минск : Выш. шк., 2003. – 242 с.
- 8 Луцик, Ю. А. Учебное пособие по курсу «Арифметические и логические основы вычислительной техники» / Ю. А. Луцик, И. В. Лукьянова, М. П. Ожигина. – Минск : МРТИ, 2001. – 77 с.
- 9 Луцик, Ю. А. Арифметические и логические основы вычислительной техники : метод. пособие / Ю. А. Луцик, И. В. Лукьянова. – Минск : МРТИ, 2004. – 35 с.
- 10 Единая система конструкторской документации (ЕСКД) : справ. пособие / С. С. Борушек [и др.]. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 352 с.
- 11 Усатенко, С. Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД : справочник / С. Т. Усатенко, Т. К. Каченюк, М. В. Терехова. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 325 с.
- 12 Памятная книга редактора / А. В. Абрамов [и др.]. – М. : Книга, 1988. – 415 с.
- 13 ГОСТ эксперт. Единая база ГОСТов РФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gostexpert.ru/search?text=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A219.202-78&gost=1>.
- 14 Основные требования к текстовым документам (ГОСТ 2.105–95) [Электронный ресурс]. – 2014 – Режим доступа : [http://graph.power.nstu.ru/wolchin/umm/eskd/eskd/GOST/2\\_105.htm](http://graph.power.nstu.ru/wolchin/umm/eskd/eskd/GOST/2_105.htm).
- 15 Рожнова, Н. Г. Вычислительные машины, системы и сети. Дипломное проектирование : учеб.-метод. пособие / Н. Г. Рожнова, Н. А. Искра, И. И. Глецевич. – Минск : БГУИР, 2014. – 100 с.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ А** (обязательное)

## **Исходные данные к курсовой работе**

**Таблица А.1 – Исходные данные по вариантам**

<b>№ вар.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1	Сомножители в десятичной системе счисления							
Мн	43,34	81,92	65,91	15,44	36,39	48,51	68,39	28,69
Мт	32,65	44,35	17,39	47,31	53,25	69,11	16,71	21,59
2	Алгоритм выполнения операции умножения							
	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
3	Варианты кодирования четверичных цифр двоичным кодом							
«0»	00	00	00	00	01	01	01	01
«1»	01	10	10	11	10	00	00	10
«2»	11	01	11	01	11	10	11	00
«3»	10	11	01	10	00	11	10	11
4	Логический базис ОЧС (см. табл. А.2) и метод минимизации							
	А1	А2	А3	А4	А5	А6	А7	А1
	Карты Карно – Вейча							
5	Логический базис ОЧУ(ОЧУС, см. табл. А.2) и метод минимизации							
	А4	А5	А6	А7	А1	А2	А3	А4
	Алгоритм Рота для одного выхода, метод Квайна – Макласки – для остальных							
6	Тип реализуемой структурной схемы							
	1	2	1	2	1	2	1	2

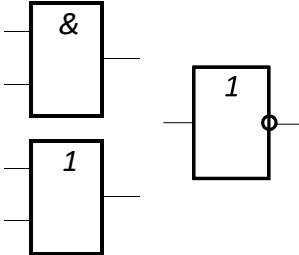
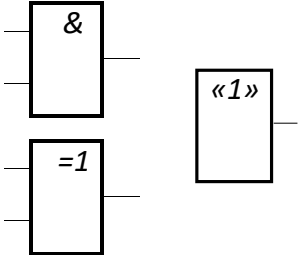
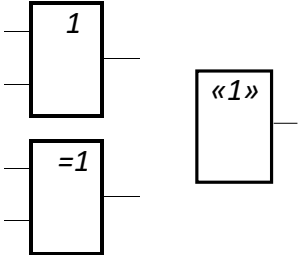
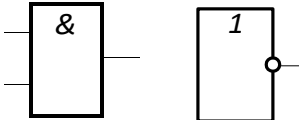
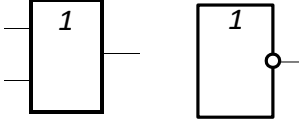
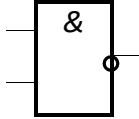
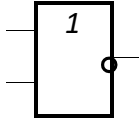
<b>№ вар.</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
1	Сомножители в десятичной системе счисления							
Мн	73,48	49,27	72,34	67,83	56,59	29,63	52,26	48,27
Мт	49,13	38,70	35,44	25,37	18,27	63,29	83,31	72,23
2	Алгоритм выполнения операции умножения							
	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
3	Варианты кодирования четверичных цифр двоичным кодом							
«0»	01	01	01	10	10	10	10	11
«1»	10	11	11	00	00	01	11	01
«2»	11	00	10	01	11	00	00	10
«3»	00	10	00	11	01	11	01	00
4	Логический базис ОЧС (см. табл. А.2) и метод минимизации							
	А2	А3	А4	А5	А6	А7	А1	А2
	Алгоритм Рота для одного выхода, метод Квайна – Макласки – для остальных							
5	Логический базис ОЧУ(ОЧУС, см. табл. А.2) и метод минимизации							
	А5	А6	А7	А1	А2	А3	А4	А5
	Карты Карно – Вейча							
6	Тип реализуемой структурной схемы							
	1	2	1	2	1	2	1	2

*Продолжение таблицы А.1*

№ вар.	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Сомножители в десятичной системе счисления							
Мн	84,19	16,35	31,50	72, 95	37, 32	28, 12	78, 11	42, 97
Мт	55,13	67,21	45,17	67, 65	28, 15	69, 97	25, 17	55, 39
2	Алгоритм выполнения операции умножения							
	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
3	Варианты кодирования четверичных цифр двоичным кодом							
«0»	11	11	11	00	10	10	11	11
«1»	00	00	01	10	01	11	10	10
«2»	01	10	00	01	11	01	01	00
«3»	10	01	10	11	00	00	00	01
4	Логический базис ОЧС (см. табл. А.2) и метод минимизации							
	А3	А4	А5	А6	А7	А1	А2	А3
	Карты Карно – Вейча							
5	Логический базис ОЧУ(ОЧУС, см. табл. А.2) и метод минимизации							
	А2	А3	А4	А5	А6	А7	А1	А2
	Алгоритм Рота для одного выхода, метод Квайна – Макласки – для остальных							
6	Тип реализуемой структурной схемы							
	1	2	1	2	1	2	1	2

№ вар.	25	26	27	28	29	30	31	32
1	Сомножители в десятичной системе счисления							
Мн	73,48	49,27	72,34	67,83	56,59	29,63	52,26	48,27
Мт	49,13	38,70	35,44	25,37	18,27	63,29	83,31	72,23
2	Алгоритм выполнения операции умножения							
	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
3	Варианты кодирования четверичных цифр двоичным кодом							
«0»	01	01	01	10	10	10	10	11
«1»	10	11	11	00	00	01	11	01
«2»	11	00	10	01	11	00	00	10
«3»	00	10	00	11	01	11	01	00
4	Логический базис ОЧС (см. табл. А.2) и метод минимизации							
	А1	А2	А3	А4	А5	А6	А7	А1
	Алгоритм Рота для одного выхода, метод Квайна – Макласки – для остальных							
5	Логический базис ОЧУ(ОЧУС, см. табл. А.2) и метод минимизации							
	А2	А3	А4	А5	А6	А7	А1	А2
	Карты Карно – Вейча							
6	Тип реализуемой структурной схемы							
	1	2	1	2	1	2	1	2

Таблица А.2 – Логический базис для реализации схем

Функционально полный логический базис		Базовые логические элементы
A1		
A2	$\oplus$ «1»	
A3	$\oplus$ «1»	
A4		
A5		
A6		
A7		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное)

### Образец листа задания

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Арифметические и логические основы  
цифровых устройств

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ЭВМ  
\_\_\_\_\_ Б. В. Никульшин  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

ЗАДАНИЕ  
по курсовой работе студента  
**Имя Отчество Фамилия**

**1** Тема работы: «Проектирование и логический синтез сумматора-умножителя двоично-десятичных чисел»

**2** Срок сдачи студентом законченной работы: до 20 мая 2022 г.

**3** Исходные данные к работе:

**3.1** исходные сомножители:  $M_n = 15,55$ ;  $M_t = -45,35$ ;

**3.2** алгоритм умножения: А;

**3.3** метод умножения: умножение закодированного двоично-четверичного множимого на два разряда двоичного множителя одновременно в прямых кодах;

**3.4** коды четверичных цифр множимого для перехода к двоично-четверичной системе кодирования:  $0_4 - 00$ ,  $1_4 - 11$ ,  $2_4 - 10$ ,  $3_4 - 01$ ;

**3.5** тип синтезируемого умножителя: 1;

**3.6** тип синтезируемого умножителя: 1;

**3.7** логический базис для реализации ОЧС: И, ИЛИ, НЕ; метод минимизации – карты Карно – Вейча;

**3.8** логический базис для реализации ОЧУ: И–НЕ; метод минимизации – алгоритм Рота.

**4** Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

Введение. 1. Разработка алгоритма умножения. 2. Разработка структурной схемы сумматора-умножителя. 3. Разработка функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя. 4. Синтез комбинационных схем устройств на основе мультиплексоров. 5. Оценка результатов разработки. Заключение. Список литературы.

**5** Перечень графического материала:

**5.1** Сумматор-умножитель первого типа. Схема электрическая структурная.

**5.2** Одноразрядный четверичный сумматор. Схема электрическая функциональная.

**5.3** Одноразрядный четверичный умножитель. Схема электрическая функциональная.

**5.4** Регистр-аккумулятор. Схема электрическая функциональная.

**5.5** Одноразрядный четверичный сумматор. Реализация на мультиплексорах. Схема электрическая функциональная.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

Наименование этапов курсовой работы	Объём этапа, %	Срок выполнения этапа	Примечания
Разработка алгоритма умножения	10	10.02–20.02	
Разработка структурной схемы сумматора-умножителя	10	21.02–09.03	С выполнением чертежа
Разработка функциональных схем основных узлов сумматора-умножителя	50	10.03–30.04	С выполнением чертежей
Синтез комбинационных схем устройств на основе мультиплексоров	10	01.05–15.05	С выполнением чертежа
Завершение оформления пояснительной записки	20	15.05–20.05	

Дата выдачи задания: 10 февраля 2022 г.

Руководитель \_\_\_\_\_ Ю. А. Луцк

ЗАДАНИЕ ПРИНЯЛ К ИСПОЛНЕНИЮ \_\_\_\_\_



ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(обязательное)

Образец титульного листа

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Арифметические и логические основы  
цифровых устройств

К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ

\_\_\_\_\_Ю. А. Луцик

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к курсовой работе  
на тему

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СУММАТОРА-  
УМНОЖИТЕЛЯ ДВОИЧНО-ЧЕТВЕРИЧНЫХ ЧИСЕЛ

БГУИР КР 1-40 02 01 312 ПЗ

Студент

И. О. Фамилия

Руководитель

Ю. А. Луцик

МИНСК 2022

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
(обязательное)  
Пример схемы электрической структурной

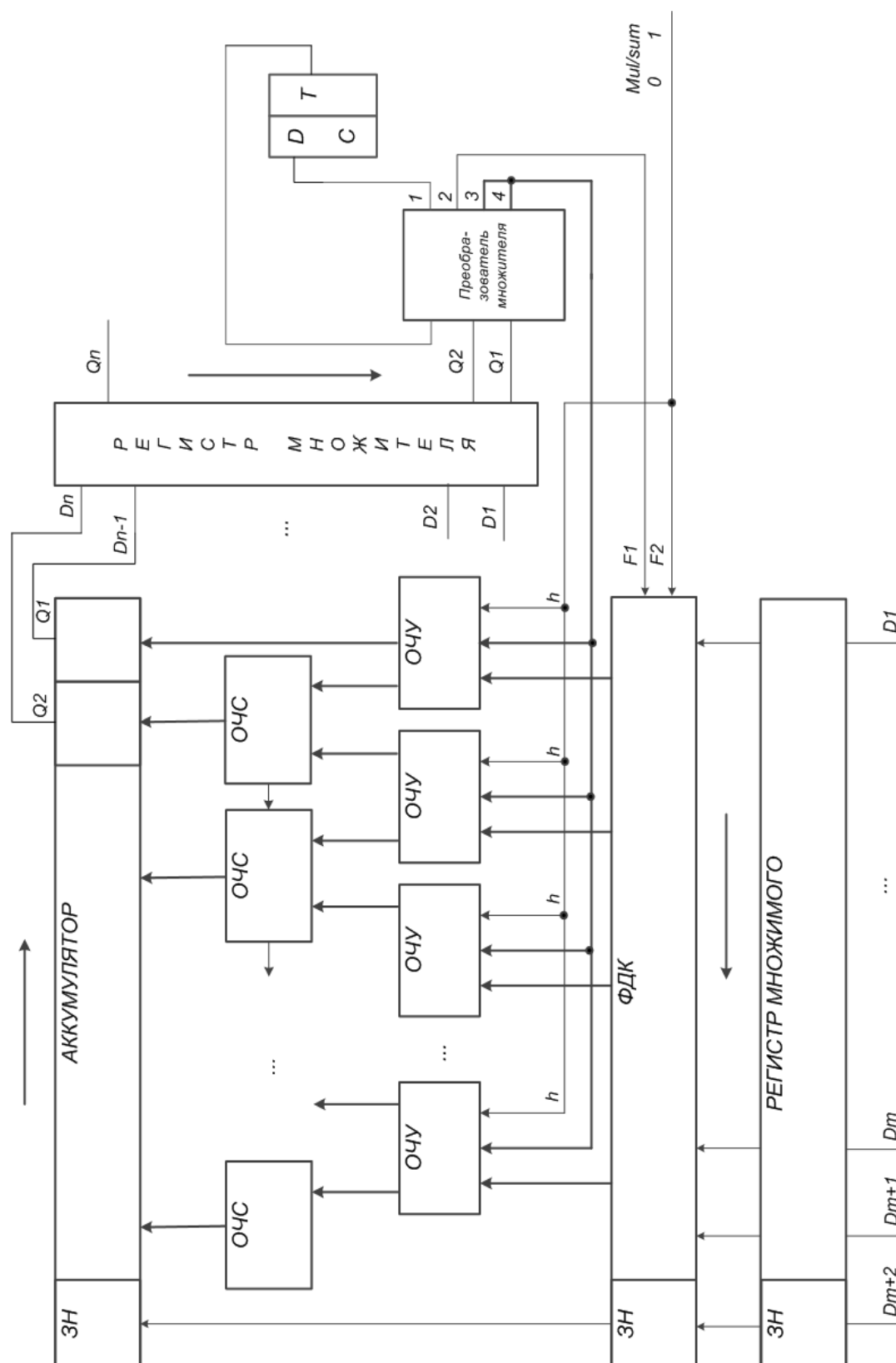


Рисунок Г.1 – Схема структурная первого типа (алгоритм «А»)

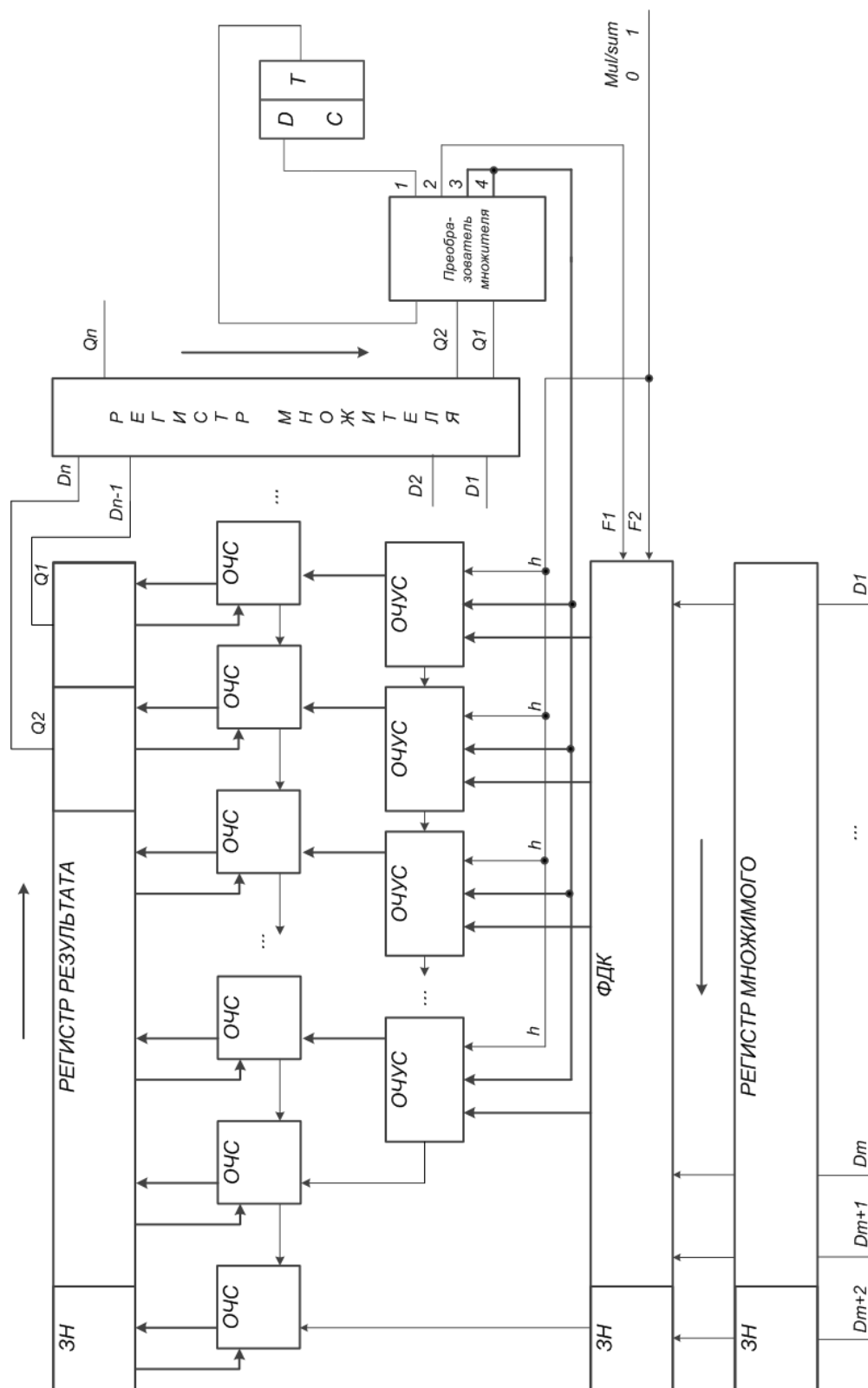
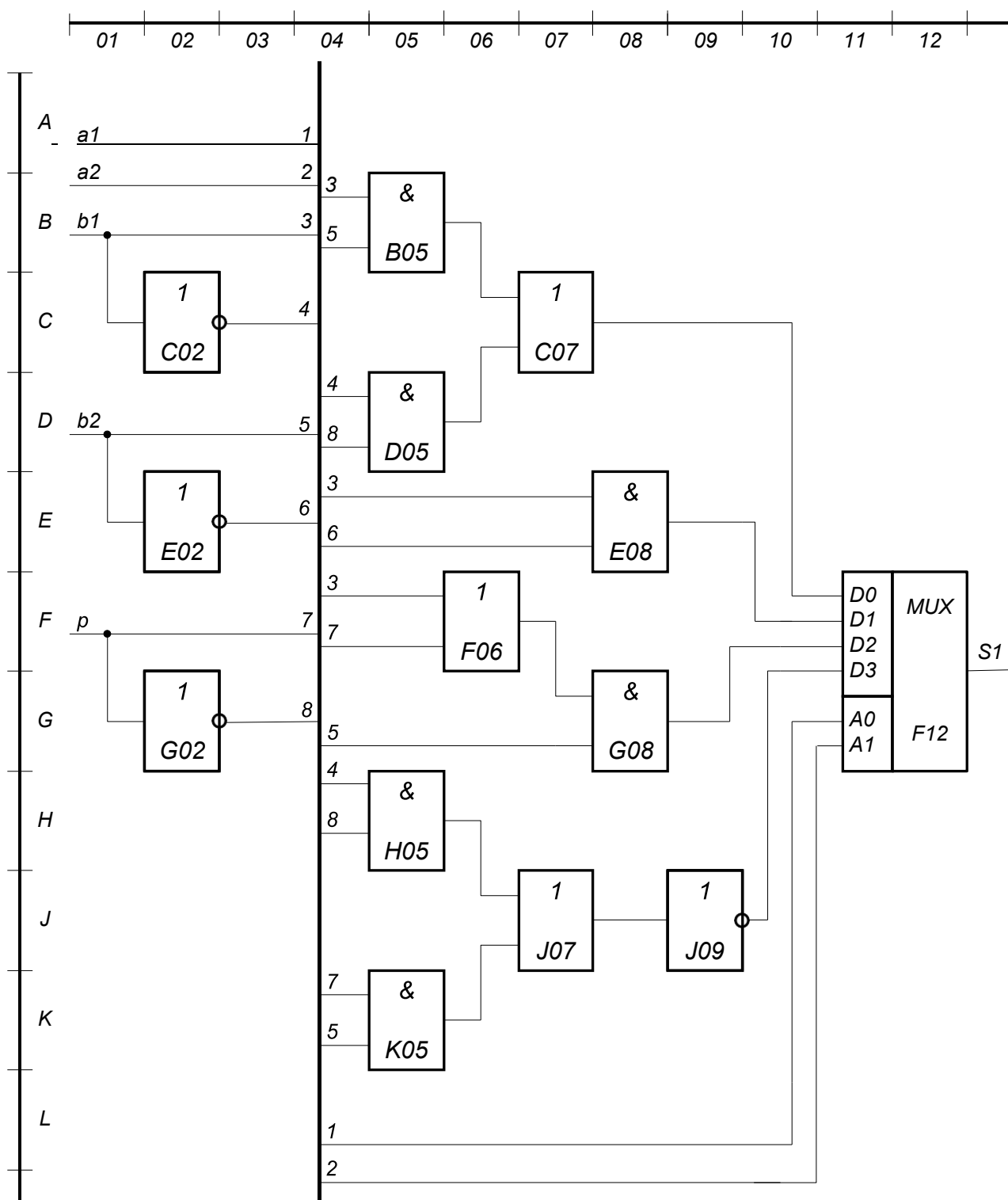


Рисунок Г.2 – Схема структурная второго типа (алгоритм «А»)

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное)

## Пример фрагмента схемы функциональной



### Пример ведомости документов

75

*Учебное издание*

**Искра** Наталья Александровна  
**Лукьянова** Ирина Викторовна  
**Луцик** Юрий Александрович

# **АРИФМЕТИЧЕСКИЕ И ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**ПОСОБИЕ**

Редактор *Е. С. Чайковская*  
Корректор  
Компьютерная правка, оригинал-макет

Подписано в печать . Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс»  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. Уч. изд. л. 4,68. Тираж 100 экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
Распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,  
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.  
ЛП №02330/264 от 14.04.2014.  
220013, Минск, П. Бровки, 6