

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

Кафедра микроэлектроники

МАРШРУТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Методические указания

по выполнению курсовых работ
для студентов специальности «Микроэлектроника»
всех форм обучения

Минск 2003

УДК 621.382.8 (075.8)
ББК 32.844.1.я 73
М 25

Составитель
А.Г. Черных

Маршрутная технология интегральных схем: Метод. указания по
М 25 выполнению курсовых работ для студ. спец. «Микроэлектроника»
всех форм обучения / Сост. А.Г. Черных. – Мн.: БГУИР, 2003. –
16 с.: ил.

Методические указания содержат требования к построению и содержанию курсовой работы, её оформлению, а также рекомендации по выбору темы работы.

Указания составлены на основе СТП 12-38-89 «Курсовые проекты (работы). Общие требования» и предназначены для студентов всех форм обучения при изучении курса «Маршрутная технология интегральных схем и больших гибридных интегральных схем, датчики и сенсорные устройства».

УДК 621.382.8 (075.8)
ББК 32.844.1.я 73

ВВЕДЕНИЕ

Современная технология интегральных схем (ИС) базируется на новейших достижениях в области физики, химии, материаловедения, автоматизации и управления. В первой части курса «Маршрутная технология интегральных схем и больших гибридных интегральных схем, датчики и сенсорные устройства» рассматриваются основные технологические процессы и их интеграция в технологических маршрутах изготовления ИС.

Важно помнить, что все этапы технологического процесса изготовления ИС тесно связаны между собой. Например, каждый этап термической обработки (окисление, гетерирование, эпитаксиальное наращивание и т.д.) в технологическом цикле приводит к перераспределению примесей в вертикальном и горизонтальном положениях. Поэтому для того, чтобы получить желаемый профиль распределения примеси при изготовлении ИС, необходимо принимать во внимание все этапы термической обработки, которые могут воздействовать на примеси.

Таким образом, при разработке маршрутной технологии изготовления ИС необходимо соблюдать определённые закономерности выполнения базовых технологических процессов. С целью получения более глубоких знаний в технологии производства полупроводниковых интегральных схем предусматривается выполнение курсовой работы.

1. ТЕМАТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Тематика курсовой работы разработана в соответствии с учебным планом курса «Маршрутная технология интегральных схем и больших гибридных интегральных схем, датчики и сенсорные устройства» и предусматривает выполнение работы с учетом специализации студентов.

Тема формируется в зависимости от предлагаемого варианта (табл. 1).
Общее название – «Разработка маршрутной технологии _____ ИС на _____ элементах». В пропущенные места следует вписывать блок маршрута и тип элемента.

Например, для варианта 17 – «Разработка маршрутной технологии блока активной структуры ИС на КБиП элементах». В вариантах с 1 по 13 предлагаются различные типы изоляции (табл. 2), а в вариантах с 23 по 46 – различные типы металлизации (табл. 3), которые записываются в исходные данные задания.

Кроме предлагаемых вариантов курсовых работ возможны темы, связанные с госбюджетными и хоздоговорными НИР, выполняемыми на кафедре, а также с заказами предприятий и организаций полупроводникового профиля. Студенты, активно участвующие в работе СНТО, могут предложить свою тему, если она соответствует программе курса.

Таблица 1

Варианты тем курсовой работы

Блок маршрута	Структура									
	КМОП	КМОП (на сапфире)	КМОП (КНИ)	БиКМОП	БиКМОП (БТ на SiGe)	n-МОП	ТТЛШ	СВЧ (GaAs)	СВЧ (SiGe)	
Блок изоляции	1, 2, 3	-	4	5, 6	7, 8	9, 10	11, 12, 13	-	-	
Блок активной структуры	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Блок металлизации	23, 24, 25, 26, 27	28, 29	30, 31	32, 33, 34, 35, 36	37, 38	39, 40, 41, 42	43, 44	45	46	
Блок сборки микросхем	47	48	49	50	51	52	53	54	55	

Таблица 2

Варианты тем курсовой работы для блока изоляции

Изоляция	Структура					
	КМОП	КМОП (КНИ)	БиКМОП	БиКМОП (БТ на SiGe)	n-МОП	ТТЛШ
Локальный окисел	1	4	5	7	9	11
«Щелевая»	2	-	6	8	10	12
Разделительная диффузия	-	-	-	-	-	13
Охранные кольца	3	-	-	-	-	-

Таблица 3

Варианты тем курсовой работы для блока металлизации

Металлизация	Структура									
	КМОП	КМОП (на сап- фире)	КМОП (КНИ)	БиКМОП	БиКМОП (БТ на SiGe)	n-МОП	ТТЛШ	СВЧ (GaAs)	СВЧ (SiGe)	
Al-SiO ₂ -Al	23	28	30	32	37	39	43	45	46	
Al-Al ₂ O ₃ -Al	24	29	31	33	-	-	44	-	-	
Cu (Х.М.П.)	25	-	-	34	-	40	-	-	-	
Cu-SiO ₂ -Cu (Cu-селектив.)	26	-	-	35	-	41	-	-	-	
Cu-SiO ₂ -Cu (Х.М.П.)	27	-	-	36	38	42	-	-	-	

Темы курсовых работ в зависимости от объёма решаемых задач могут быть индивидуальными, рассчитанными на выполнение одним студентом, или комплексными. Для выполнения последних привлекается несколько студентов, каждому из которых отводится самостоятельная часть из общей работы. Предпочтительными являются комплексные темы, позволяющие наиболее полно решить задачу, причем работа приобретает законченный характер. В качестве примера комплексной работы можно привести темы по разработке маршрутной технологии в одном из направлений (КМОП, БиКМОП и т.д.) для всех технологических блоков: изоляции, активной структуры, металлизации, сборки, где могут быть задействованы сразу четыре студента.

2. ВЫДАЧА ЗАДАНИЯ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

По каждой теме курсовой работы назначается руководитель из числа преподавателей кафедры. При участии студента составляется задание, которое содержит: тему работы; исходные данные; состав; сроки исполнения этапов и всей работы в целом. Задание составляется на специальном бланке, форма которого приведена в прил. 1.

Исходные данные включают основные наиболее существенные и количественные требования к объекту выполнения работы или вопросы, подлежащие научным исследованиям. Для курсовых работ, тематика которых определена по одному из вариантов (см. табл. 1–3), исходные данные формируются в процессе консультации с руководителем работы.

Календарный график работы составляется руководителем при участии студента и должен предусматривать два–три промежуточных отчетных этапа (опроцентовки). Изменения в задании в обоснованных случаях вносятся только с разрешения заведующего кафедрой.

Задание на курсовую работу выдаётся в начале семестра. Студенту предоставляется право выбрать тему курсовой работы из предлагаемого преподавателем перечня.

3. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОМ. ЕЁ СОДЕРЖАНИЕ И ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ

Приступить к выполнению курсовой работы студент должен сразу же после получения задания, не дожидаясь, когда рассматриваемый вопрос будет изучен в лекционном курсе. Для качественного и своевременного выполнения курсовой работы мы рекомендуем поступать следующим образом:

- ознакомиться с поставленной преподавателем темой;
- самостоятельно изучить данные вопроса по одному-двум современным источникам литературы;

- подготовить предварительный план намечаемой работы и обсудить его с руководителем;
- начать изучать поставленный вопрос по специальной литературе;
- составить с учетом изученной специальной литературы эскизный технологический маршрут изготовления ИС и выделить соответствующий блок технологических процессов;
- разработать полный технологический маршрут блока технологических процессов и приступить к их описанию;
- в соответствии с заданием определить геометрические размеры структуры ИС;
- определить основные режимы технологических процессов блока;
- на основе описания технологического блока смоделировать дефекты технологических процессов, выбрать методику их обнаружения;
- приступить к оформлению пояснительной записки и графической части курсового проекта.

Особая роль при выполнении курсовой работы отводится работе студента с литературой. Важно использовать не только классические приемы и методы изготовления ИС, но и самые современные, которые могут приводиться в периодической литературе. В разделе ЛИТЕРАТУРА дан перечень рекомендуемой литературы, периодических изданий, а также тех нормативных документов, с которыми студент должен ознакомиться, приступая к выполнению курсовой работы.

Содержание материалов курсовой работы должно соответствовать заданию и может включать:

- техническое задание;
- отчет о проделанной студентом в рамках проекта научно-исследовательской работе (НИРС) или учебно-исследовательской (УИРС);
- рабочую технологическую (или конструкторско-технологическую) документацию;
- фактический и иллюстрационный материал (плакаты, образцы, другие документы);
- лабораторные образцы изделий или их макеты.

Общий объем текстовых материалов не должен превышать 40 страниц рукописного текста, графических – три-четыре чертежа форматов, предусмотренных стандартом института СТП 12-32-84 «Учебно-методическая, научно-исследовательская, редакционно-издательская документация и студенческие работы. Правила оформления графических материалов» или требованиями, установленными ГОСТ 2.605-68 «ЕСКД. Плакаты учебно-технические».

Для курсовых работ по разработке и изготовлению макетов и лабораторных образцов допускается оформлять только пояснительную записку (объем 10-15 страниц рукописного текста) с включением в нее в качестве приложений необходимых структурных, принципиальных или аналогичных им по смыслу схем.

Курсовые работы, направленные на решение самостоятельных вопросов в рамках госбюджетных и хоздоговорных НИР, допускается защищать без оформления текстовых и графических материалов в случае, если эти материалы включены в отчеты по соответствующей НИР.

Документация курсовых работ, тематика которых определена одним из вариантов табл. 1, должна содержать:

- 1) расчетно-пояснительную записку;
- 2) графический материал.

Расчетно-пояснительная записка в общем случае может состоять из следующих разделов:

- введение;
- конструкторский – определение геометрических размеров структуры ИС, разработка маршрутной карты блока;
- технологический – пооперационное описание технологии изготовления блока (с указанием методов, оборудования, материалов и режимов изготовления структуры ИС);
- контрольно-аналитический – программа анализа предполагаемых дефектов технологических процессов блока (с применением одного или нескольких методов контроля);
- выводы;
- список использованных литературных источников.

Графический материал может включать два плаката формата А1, на которых изображены:

- эскизный маршрут изготовления ИС и пооперационный технологический маршрут изготовления блока;
- конструкторский чертеж структуры элемента ИС и топология фрагмента (электрического элемента) ИС.

Схема расположения графического материала представлена в прил. 2, 3.

4. КОНТРОЛЬ ЗА ХОДОМ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЁ ГОТОВНОСТИ И ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ

Вся работа студента при выполнении курсовой работы выполняется под контролем руководителя, который обеспечивает:

- 1) контроль за правильностью принимаемых решений;

2) контроль за соблюдением плановых сроков выполнения отдельных этапов;

3) проверку всех материалов, составляющих работу.

Устанавливаются три контролируемых этапа выполнения курсовой работы (опроцентовка). К первой опроцентовке должен быть разработан эскизный маршрут изготовления ИС и пооперационный технологический маршрут изготовления блока, а также литературный обзор по теме (т.е. 25-30% от общего объема курсовой работы).

Ко второй опроцентовке следует представить эскиз структуры ИС и топологию фрагмента электрической схемы с указанием геометрических размеров, описание и расчет основных режимов технологических блоков (т.е. должно быть готово 60% общего объема).

К третьей опроцентовке работа должна быть закончена, вся документация оформлена и предъявлена преподавателю на проверку. Готовность курсовой работы определяется руководителем и подтверждается его подписью на расчетно-пояснительной записке и графическом материале. Для объектов проектирования, выполняемых в натуре (макетов, лабораторных образцов), составляется акт приемки, подписываемый руководителем. Курсовая работа считается готовой, если выполнены все пункты, предусмотренные заданием.

Все материалы курсовой работы после установления её готовности представляются комиссии, назначаемой кафедрой, и защищаются студентом по всем разделам, предусмотренным заданием. По результатам выполнения работы и защиты выставляется оценка с учетом:

1) объема и качества выполнения работы, оригинальности и самостоятельности решений;

2) знаний по вопросам, связанным с формированием физической структуры ИС;

3) умения излагать результаты работы, обосновывать и защищать принятые решения и отвечать на заданные вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств. – М.: Радио и связь, 1991. – 528 с.

Моро У. Микролитография. В 2 ч.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. Ч. 1. – 605 с.; Ч. 2. – 632 с.

Плазменная технология в производстве СБИС: Пер. с англ. / Под ред. Н. Айспрука, Д. Брауна. – М.: Мир, 1987. – 470 с.

Технология СБИС: Пер. с англ. / Под ред. С. Зи. – М.: Мир, 1986. Кн. 1. – 404 с.; Кн. 2. – 454 с.

Шур М. Современные приборы на основе арсенида галлия: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 632 с.

Stephen A. Campbell. The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication. – Oxford University Press, 2001.

Marc J. Madou. Fundamental of Microfabrication. The Science of Miniaturization. Second Edition. – CRC PRESS, 2001

Реферативный журнал. Сер. «Электроника». – М.: ВИНТИ, 2000–2003.

Экспресс-информация. Сер. «Электроника». – М.: ВИНТИ, 2000–2003.

Электронная техника. Сер. 3 «Микроэлектроника». – М.: ЦНИИ «Электроника», 2000-2003.

Электронная промышленность. – М.: ЦНИИ «Электроника», 2000–2003.

СТП 12-38-89. Курсовые проекты (работы). Общие требования.

СТП 12-32-84. Учебно-методическая, научно-исследовательская, редакционно-издательская документация и студенческие работы. Правила оформления графических материалов.

ГОСТ 2.605-68 ЕСКД. Плакаты учебно-технические.

СТП 12-36-84. Учебно-методическая, научно-исследовательская, редакционно-издательская документация и студенческие работы. Правила оформления текстовых документов.

Форма задания по курсовой работе

БГУИР

(название вуза)

Факультет радиоэлектроники

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой (подпись) / В.А. Сокол /

« 19 » сентября 2003 г.

ЗАДАНИЕ
по курсовой работеСтуденту Петровичу А.П.

1. **Тема работы:** Разработать маршрутную технологию блока активной структуры ИС на КБиП элементах (вариант №17)

2. **Сроки сдачи студентом законченной работы:** 10.12.03 г.

3. **Исходные данные к проекту:** _____

1) Тип изоляции–локальный окисел _____

2) Удельная плотность элементов (транзисторов на 1мм^2) – 400 _____

3) Величина напряжения питания ИС – 5 В _____

4) Ширина базы (мкм) – 0,4-0,6 _____

5) Исходная пластина – КЭФ 4,5 _____

6) Металлизация – Al-SiO₂-Al _____

7) Электрический элемент – логический _____

4. **Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень вопросов, подлежащих разработке):**

4.1. Введение _____

4.2. Конструкторский раздел _____

4.2.1. Определение геометрических размеров структуры ИС _____

4.2.2 Разработка маршрутной карты блока активной структуры ИС _____

4.3. Технологический раздел – пооперационное описание технологий изготовления блока активной структуры; определение режимов изготовления _____

4.4. Контрольно-аналитический раздел – разработка программы анализа предполагаемых дефектов технологических процессов

4.5. Выводы

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков):

5.1. Эскизный маршрут изготовления ИС

5.2. Пооперационный технологический маршрут изготовления блока активной структуры КМОП ИС

5.3. Конструкторский чертеж структуры элемента ИС, технология, топология эл. элемента

6. Консультанты по работе (с указанием разделов работы):

6.1. По базовым технологическим процессам – Иванов П.П.

7. Дата выдачи задания:

18 сентября 2003 г.

8. Календарный график выполнения курсовой работы на весь период (с указанием сроков выполнения и трудоёмкости отдельных этапов):

8.1. Составление литературного обзора – 8.10.03 г.

8.2. Разработка эскизного маршрута изготовления ИС и пооперационного технологического маршрута блока (1-я опроцентовка, 25 – 30%) – 20.10.03 г.

8.3. Расчет структуры и определение основных режимов изготовления блока (2-я опроцентовка, 60%) – 10.11.03 г

8.4. Анализ дефектов структуры элементов ИС, оформление документации курсовой работы (3-я опроцентовка, 100%) – 24.11.03 г.

8.5. Защита проекта – 14.12.03 г.

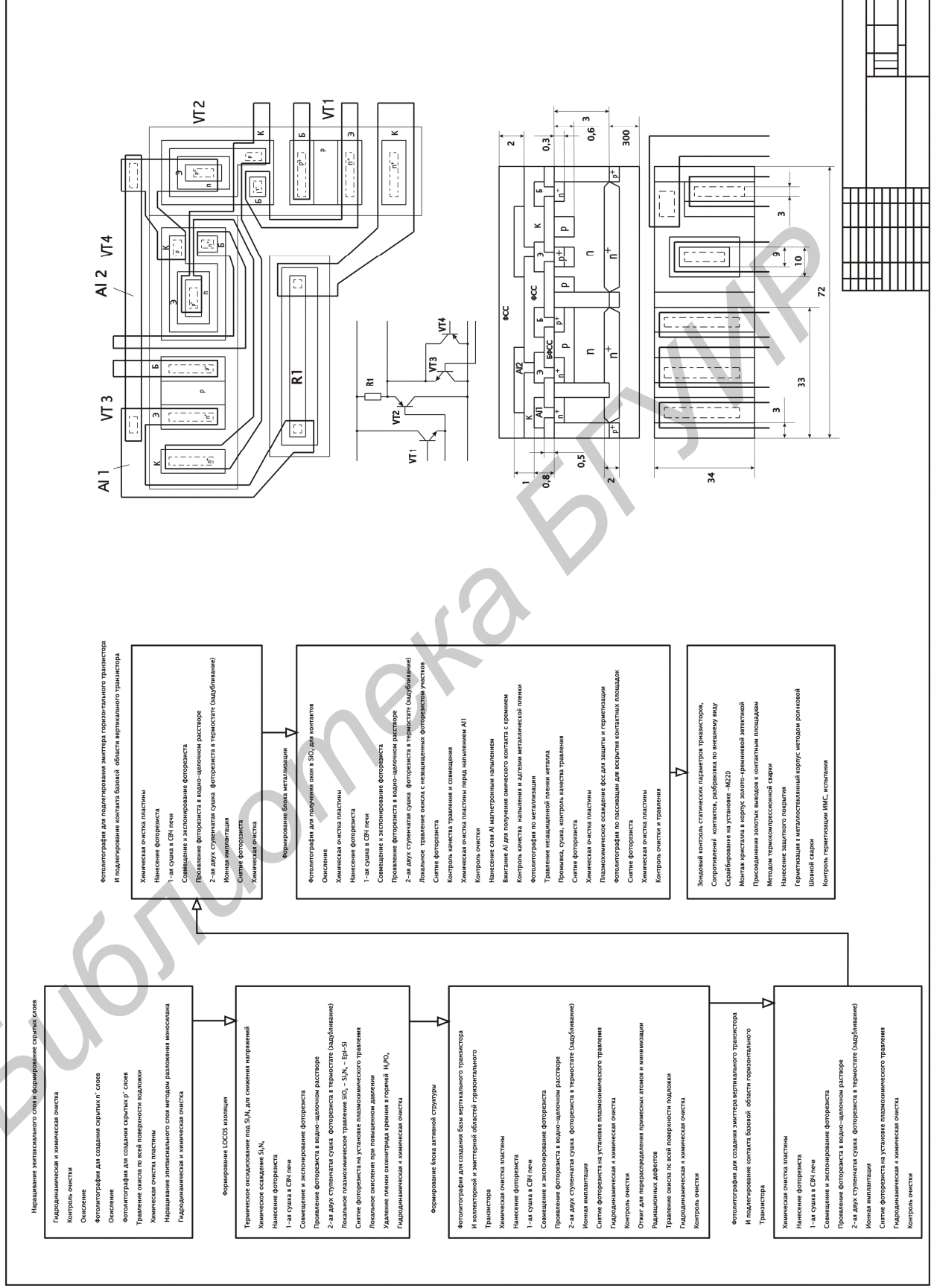
Руководитель _____ /Сидоров К.Л./ (подпись)

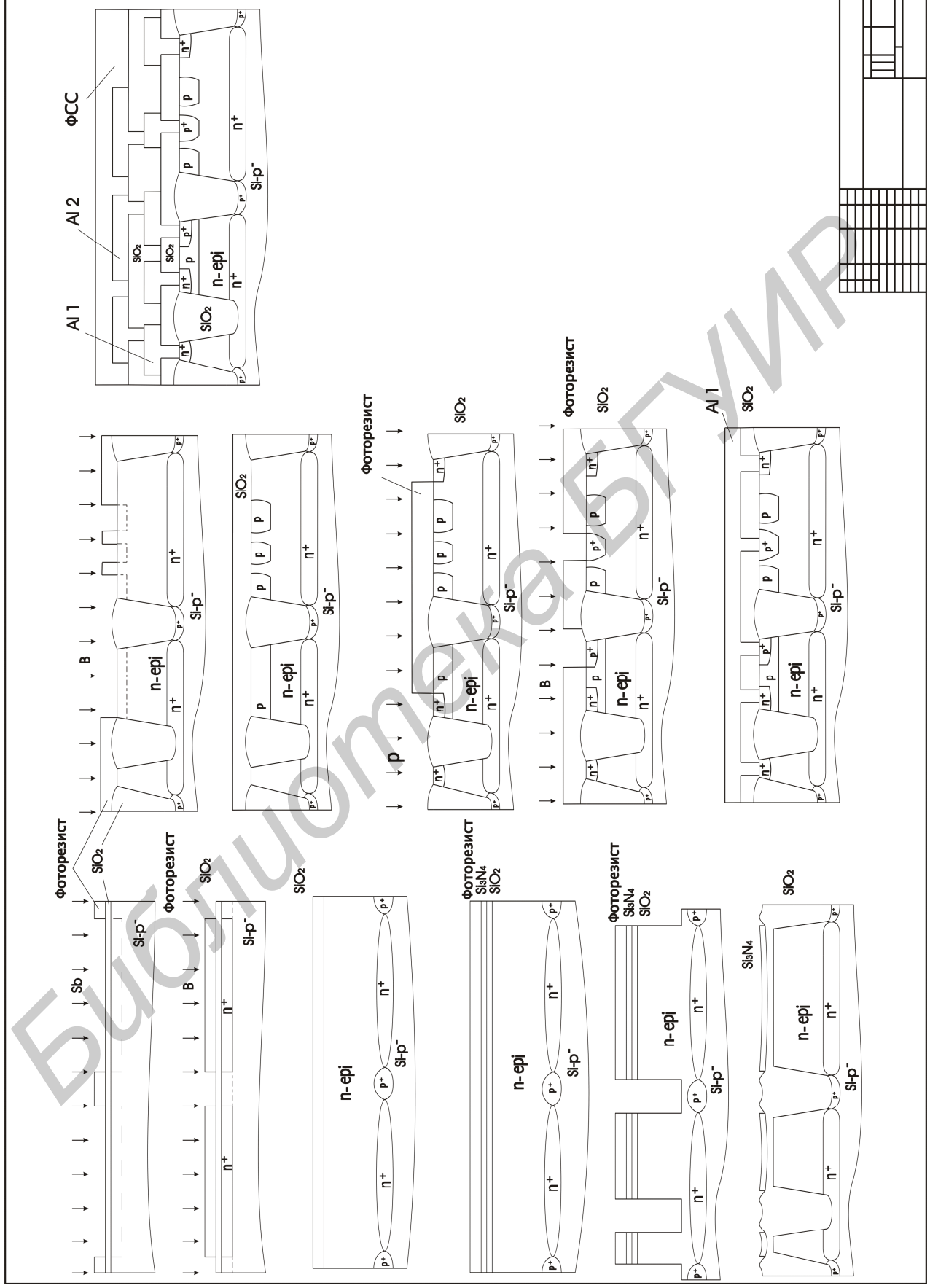
Задание принял к выполнению

18 сентября 2003 г.

/Петрович А.П./

_____ (дата и подпись студента)





СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Тематика курсовой работы
2. Выдача задания на курсовую работу
3. Выполнение курсовой работы студентом. Её содержание и требования к оформлению
4. Контроль за ходом выполнения курсовой работы. Определение её готовности и порядок защиты

Литература

- Приложение 1. Форма задания на курсовую работу
Приложение 2. Структура элемента ИС
Приложение 3. Эскизный маршрут изготовления ИС

Библиотека БГУИР

Св. план 2003, поз. 69

Учебное издание

МАРШРУТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Методические указания

по выполнению курсовых работ
для студентов специальности «Микроэлектроника»
всех форм обучения

Составитель

Черных Александр Георгиевич

Редактор Т.А. Лейко
Корректор Е.Н. Батурчик
Компьютерная верстка Т.В. Шестакова

Подписано в печать .05.2003.
Печать ризографическая.
Уч.-изд. л. 0,5.

Формат 60x84 1/16.
Гарнитура «Таймс».
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л.
Заказ 766.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».
Лицензия ЛП № 156 от 30.12.2002.
Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.
220013, Минск, П. Бровка, 6