



Федеральное агентство по рыболовству  
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»  
**Калининградский морской рыбопромышленный колледж**

Утверждаю  
Заместитель начальника колледжа  
по учебно-методической работе  
М.С. Агеева

Учебно-методические указания по выполнению практических и лабораторных  
занятий

**ОП.04 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

по специальности

**11.02.03 Эксплуатация оборудования радиосвязи и электрорадионавигации  
судов**

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ

РАЗРАБОТЧИК  
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ  
ГОД РАЗРАБОТКИ

Н.И. Прийма  
Д.В. Холоденин  
2023

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.2/62

## Содержание

Введение .....	3
Практическое занятие № 2 Синтез комбинационных логических устройств .....	7
Лабораторное занятие № 1 Исследование работы логических элементов в базисе И-НЕ .....	10
Лабораторное занятие № 2 Исследование работы дешифраторов .....	14
Практическое занятие №3 Построение схем мультиплексоров и демультимплексоров .....	17
Лабораторное занятие № 3 Исследование двоичного одноразрядного полусумматора .....	20
Лабораторное занятие № 4 Исследование работы асинхронных RS-триггеров и синхронных RSC-триггеров на базе элементов И-НЕ .....	21
Лабораторное занятие № 5 Исследование работы триггеров в интегральном исполнении .....	24
Лабораторное занятие № 6 Построение и исследование регистров на базе интегральных триггеров .....	26
Лабораторное занятие №7 Исследование функционирования регистра в интегральном исполнении .....	30
Практическое занятие №4 Построение схем делителей частоты с заданным коэффициентом деления .....	32
Лабораторное занятие № 8 Построение и исследование счетчиков на базе интегральных триггеров .....	36
Практическое занятие №5 Изучение микросхем памяти .....	40
Тема 3.1 Микропроцессорные системы .....	45
Практическое занятие №6 Изучение системных плат ПК .....	45
Практическое занятие №7 Изучение блоков и деталей ЭВМ .....	49
Практическое занятие №8 Изучение периферийных устройств ЭВМ .....	52
Используемые источники литературы .....	62

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.3/62

## Введение

Методические указания по выполнению практических занятий и лабораторных работ (для обучающихся) составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины ОП 04 «Вычислительная техника».

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение 8 лабораторных занятий и 8 практических занятий.

Целью проведения лабораторных работ и практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков и умений по отдельным темам дисциплины. Наряду с формированием умений и навыков в процессе лабораторных и практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и корректируются теоретические знания, вырабатывается готовность и способность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные способности.

Выполнение практических занятий способствует формированию у обучающихся элементов следующих профессиональных компетенций:

ПК 1.2. Нести радиовахту с использованием процедуры связи в подсистемах Глобальной морской системы связи при бедствии.

ПК 1.3. Вести вахтенный журнал радиостанции и оформлять техническую документацию радиооборудования.

ПК 1.4. Пользоваться программным обеспечением микропроцессоров радиооборудования и методами устранения сбоев программного обеспечения;

Перед проведением лабораторной работ курсанты обязаны проработать соответствующий теоретический материал, уяснить цель занятия, ознакомиться с содержанием и последовательностью проведения лабораторной работы. Преподаватель должен проверить знания курсантов, их готовность к проведению лабораторной работы.

Текст отчета по выполненной работе должен быть написан чернилами понятным почерком. Схемы, эскизы, таблицы выполняются только карандашом с использованием чертежных инструментов.

После выполнения каждой лабораторной работы проводится зачет, как правило, при выполнении следующей лабораторной работы. На зачете курсант должен знать теоретический материал по данной теме, уметь пояснить, как

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.4/62

выполнялась работа, уметь проанализировать полученные результаты, сформулировать выводы.

## РАЗДЕЛ 1 АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭВМ

### Тема 1.1 Арифметические основы ЭВМ

#### Практическое занятие №1 Перевод чисел из одной позиционной системы счисления в другую. Операции над числами

*Цель работы:*

1. Закрепить материал раздела «Системы счисления»
2. Уметь переводить числа из любой системы счисления в двоичную систему и наоборот.
3. Уметь из любого числа получить машинный код числа, применяемого в ЭВМ.
4. Убедиться на практике, что использование машинных кодов позволяет заменить операцию арифметического вычитания арифметическим сложением, то есть использовать сумматор для выполнения вычитания.

*Ход работы:*

1. Перед выполнением практической работы повторить материал раздела «Арифметические основы вычислительной техники»
2. Выбрать вариант задания из приведенной ниже таблицы (№ варианта соответствует порядковому номеру курсанта в списке журнала по изучаемой дисциплине).

Таблица - 1

Варианты	A(16)		B(8) отрицательно е		C(8)		D(16) отрицательное	
	1	A	1	1	2	2	3	D
1	1	A	1	1	2	2	3	D
2	1	B	1	2	3	3	3	E
3	1	C	1	3	3	4	3	F
4	1	D	1	4	3	5	4	A
5	1	E	1	5	3	6	4	B
6	1	F	1	6	3	7	4	C
7	2	A	1	7	4	1	4	D
8	2	B	2	1	4	2	4	E
9	2	C	2	2	4	3	4	F
10	2	D	2	3	4	4	5	A
11	2	E	2	4	4	5	5	B
12	2	F	2	5	4	6	5	C
13	3	A	2	6	4	7	5	D
14	3	B	2	7	5	1	5	E
15	3	C	3	1	5	2	5	F
16	3	D	2	2	1	1	1	A

Продолжение

Варианты	A(16)		B(8) отрицательное		C(8)		D(16) отрицательное	
19	4	A	3	5	1	4	1	D
20	4	B	3	6	1	5	1	E
21	4	C	3	7	1	6	1	F
22	4	D	4	1	1	7	2	A
23	4	E	4	2	2	1	2	B
24	4	F	4	3	2	2	2	C
25	5	A	4	4	2	3	2	D
26	5	B	4	5	2	4	2	E
27	5	C	4	6	2	5	2	F
28	5	D	4	7	2	6	3	A
29	5	E	5	1	2	7	3	B
30	5	F	5	2	3	1	3	C

3. Числа A, B, C, D сначала перевести в десятичную, а затем в двоичную систему счисления.

4. Заменить двоичные числа A, B обратными кодами чисел, при этом не забыть учесть, что число A – положительное, а число B – отрицательное. Выполнить вычитание числа B из числа A, заменив эту операцию сложением обратных кодов указанных чисел.

5. Заменить двоичные числа C, D дополнительными модифицированными кодами чисел, при этом не забыть учесть, что число C – положительное, а число D – отрицательное. Выполнить вычитание числа D из числа C, заменив эту операцию сложением модифицированных дополнительных кодов указанных чисел.

6. Оформить отчет, сделать выводы.

*Контрольные вопросы:*

1. Почему в цифровой технике основной системой счисления является двоичная?
2. Как при кодировании чисел машинными кодами обозначается знак числа?
3. Чем обычный код числа отличается от модифицированного кода этого же числа?
4. Для чего используются модифицированные коды чисел?
5. Как получить прямой код числа?
6. Как получить обратный код числа?
7. Как получить дополнительный код числа?

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.7/62

8. Для чего в цифровой технике операция «вычитание» заменяется операцией «сложение»? Как это можно выполнить?

9. Как представить число в форме с плавающей запятой?

10. Как получить двоично-десятичный код десятичного числа?

## Тема 1.2 Логические основы ЭВМ

### Практическое занятие № 2 Синтез комбинационных логических устройств

#### *Цель занятия:*

1. Закрепление темы 1. 2 Логические основы ЭВМ

2. Получить практические навыки принципа построения схем типовых узлов вычислительной техники

#### *Общие сведения*

Любая цифровая комбинационная схема (логическая схема без памяти) полностью описывается таблицей истинности. Для реализации цифровых логических схем с произвольной таблицей истинности используется сочетание простейших логических элементов "И" "ИЛИ" "НЕ". Существует два способа синтеза цифровых схем, реализующих произвольную таблицу истинности. Это СКНФ (логическое произведение суммы входных сигналов) и СДНФ (сумма логических произведений входных сигналов).

При синтезе цифровой схемы, реализующей произвольную таблицу истинности, каждый выход анализируется (и строится схема) отдельно и независимо. В настоящее время наиболее распространены цифровые микросхемы, совместимые с ТТЛ технологией, а в этой технологии производства микросхем проще всего получить логические элементы "И". Поэтому первым рассмотрим способ реализации произвольной таблицы истинности основанный на СДНФ.

Для реализации таблицы истинности при помощи логических элементов "И" (СДНФ) достаточно рассмотреть только те строки таблицы истинности, которые содержат логические "1" в выходном сигнале. Строки, содержащие в выходном сигнале логический 0 в построении цифровой схемы не участвуют. Каждая строка, содержащая в выходном сигнале логическую "1", реализуется схемой логического элемента "И" с количеством входов, совпадающим с количеством входных сигналов в таблице истинности.

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.8/62

Входные сигналы, описанные в таблице истинности логической единицей, подаются на вход этого логического элемента непосредственно, а входные сигналы, описанные в таблице истинности логическим нулем, подаются на вход этого же логического элемента "И" через инверторы. Объединение сигналов с выходов логических элементов "И", реализующих отдельные строки таблицы истинности, производится при помощи логического элемента "ИЛИ". Количество входов в логическом элементе "ИЛИ" определяется количеством строк в таблице истинности, в которых в выходном сигнале присутствует логическая единица.

Еще одним способом реализации цифровых комбинационных схем является запись логического выражения в совершенной конъюнктивной нормальной форме (СКНФ). Для реализации цифрового комбинационного устройства по таблице истинности при помощи логических элементов "ИЛИ" (СКНФ) достаточно рассмотреть только те строки таблицы истинности, которые содержат логические "0" в выходном сигнале. Строки, содержащие в выходном сигнале логическую "1" в построении логического выражения, а, следовательно, и принципиальной схемы цифрового устройства не участвуют. Каждая строка, содержащая в выходном сигнале логический "0", реализуется схемой логического элемента "ИЛИ" с количеством входов, совпадающим с количеством входных сигналов в таблице истинности.

Входные сигналы, описанные в таблице истинности логическим нулём, подаются на вход этой схемы непосредственно, а входные сигналы, описанные в таблице истинности логической единицей, подаются на логического элемента "ИЛИ" через инверторы. Объединение сигналов с выходов схем "ИЛИ", реализующих отдельные строки таблицы истинности, производится при помощи схемы логического элемента "И". Количество входов в схеме "И" определяется количеством строк в таблице истинности, в которых в выходном сигнале присутствует логическая единица.

### *Ход работы*

- 1.Реализовать таблицу истинности, приведенную на рисунке 1

Входы				Выходы	
In0	In1	In2	In3	Out0	Out1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	1

Рисунок 1. Таблица истинности

2. По построенной схеме математически (формулой) описать операции, выполняемые построенной схемой.

3. Реализовать таблицу истинности, приведенную на рисунке 2.

№ комбинации	Входы				Выходы	
	8	4	2	1	a	b
0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1
2	0	0	1	0	1	1
3	0	0	1	1	1	1
4	0	1	0	0	0	1
5	0	1	0	1	1	0
6	0	1	1	0	1	0
7	0	1	1	1	1	1
8	1	0	0	0	1	1
9	1	0	0	1	1	1

Рисунок 2. Таблица истинности

4. По построенной схеме математически (формулой) описать операции, выполняемые построенной схемой.

*Контрольные вопросы:*

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.10/62

1. Изобразить символическое обозначение логических элементов: «НЕ», «И», «ИЛИ», «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ». Какие операции они выполняют?

2. Составить схему, реализующую логическое выражение:

$$Y = X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6$$

3. Назвать способы синтеза цифровых схем. Дать понятие СДНФ и СДНФ.

4. По какой форме логического выражения обычно строятся современные микросхемы большой интеграции - программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), такие как программируемые логические матрицы (ПЛМ), программируемые матрицы логики ПМЛ?

5. Какие цифровые устройства относятся к устройствам комбинационного типа?

6. Какие цифровые устройства относятся к устройствам последовательностного типа?

### **Лабораторное занятие № 1 Исследование работы логических элементов в базисе И-НЕ**

*Цель работы:*

1. Научиться собирать простейшие комбинационные логические схемы, используя логические элементы в интегральном исполнении.

2. Научиться проверять функционирование собранных логических схем, используя простейшие светодиодные пробники.

3. Убедиться на практике, что элемент И-НЕ является функционально полной системой логических элементов.

4. Закрепить теоретические знания по теме «Логические основы ЭВМ».

*Оборудование:*

1. Лабораторный макет «Интеграл».

2. Набор короткозамыкателей.

*Ход работы:*

1. Перед выполнением лабораторной работы повторить материал раздела «Логические основы вычислительной техники».

2. Проверить функционирование логического элемента 3И-НЕ (Шеффера) (рисунок - 1), для чего на панели лабораторного стенда выбрать один из логических элементов 3И-НЕ. Для определения логического состояния выхода подключить к

выходу проверяемого логического элемента логический пробник (светодиод) и подавая на входы элемента комбинации сигналов, соответствующих логическому «0» и логической «1» составить таблицу истинности логического элемента.

Таблица – 1 истинности для элемента ЗИ-НЕ

X1	X2	X3	Y
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

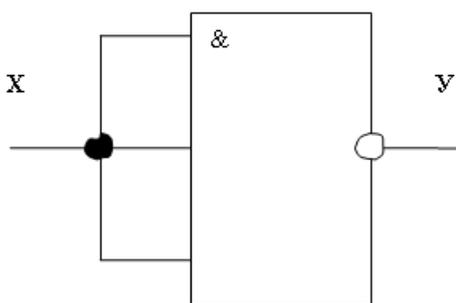
Сделать выводы о работоспособности (исправности) проверяемого элемента.

*Примечание:*

Для имитации сигнала, соответствующего логическому «0» надо соответствующий вход схемы подключить к шине « $\perp$ ».

3. Используя элементную базу И-НЕ получить элемент НЕ (инвертор) способом А и способом Б (рисунок - 2). Подключить к выходу схемы логический пробник (светодиод). Подавая на вход схемы сигналы, соответствующие логическому «0» и логической «1» составить таблицу истинности для собранной схемы. Начертить условное обозначение элемента, который заменен исследованной схемой. Сделать выводы.

А) Первый способ



Б) Второй способ

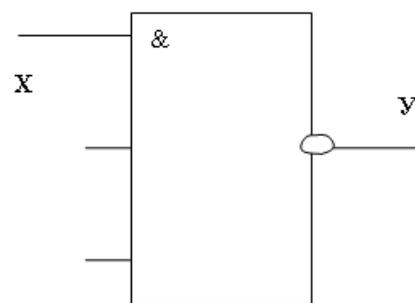


Рисунок – 2

Таблица - 2 истинности для элемента НЕ

X	Y
0	
1	

4. Используя элементную базу И-НЕ собрать схему И (рисунок - 3). Подключить к выходу схемы логический пробник (светодиод). Подавая на входы схемы комбинации сигналов, соответствующих логическому «0» и логической «1» составить таблицу истинности для собранной схемы. Начертить условное обозначение элемента, который заменен исследованной схемой. Сделать выводы.

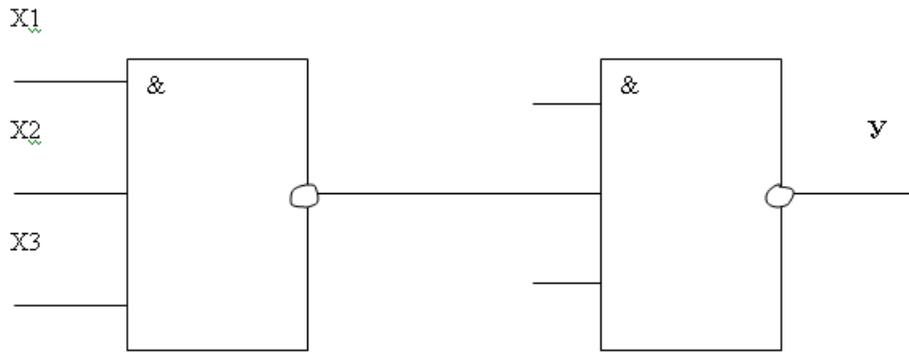


Рисунок - 3

Таблица - 3

X1	X2	X3	y
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

5. Используя элементную базу И-НЕ, собрать схему ИЛИ (рисунок - 4). Подключить к выходу схемы логический пробник (светодиод). Подавая на входы схемы комбинации сигналов, соответствующих логическому «0» и логической «1» составить таблицу истинности для собранной схемы. Начертить условное обозначение элемента, который заменен исследованной схемой. Сделать выводы.

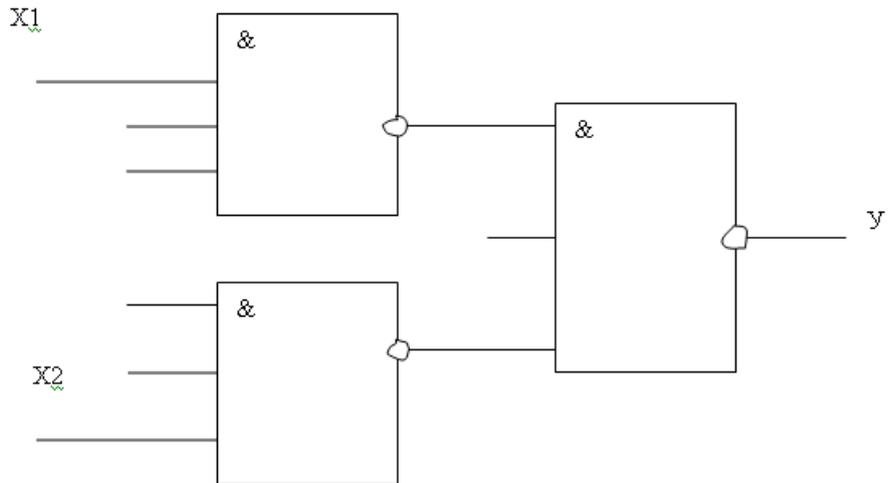


Рисунок - 4

Таблица - 4

X1	X2	y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

6. Используя элементную базу И-НЕ собрать схему ИЛИ-НЕ (рисунок - 5). Подключить к выходу схемы логический пробник (светодиод). Подавая на входы схемы комбинации сигналов, соответствующих логическому «0» и логической «1» составить таблицу истинности для собранной схемы. Сделать выводы.

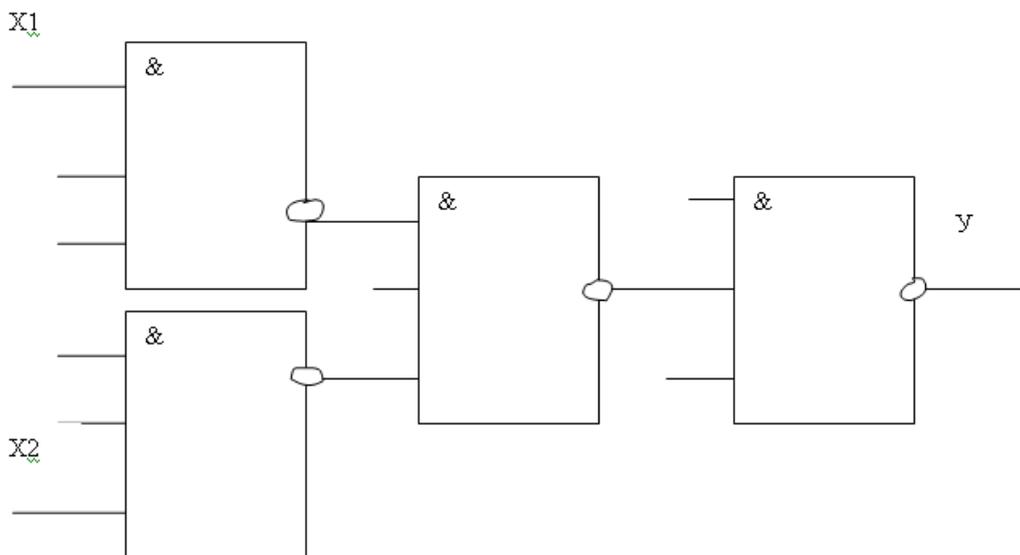


Рисунок - 5

Таблица - 5

X1	X2	y

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.14/62

0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

*Контрольные вопросы:*

1. Какие функции называются логическими?
2. Какие логические функции считаются элементарными?
3. Сколько всего элементарных логических функций?
4. Что означает «функционально-полная система логических элементов»?
5. Какие функционально-полные системы логических элементов Вам известны?
6. Операция НЕ, элемент ее реализующий.
7. Операция ИЛИ, элемент ее реализующий.
8. Операция И, элемент ее реализующий
9. Операция ИЛИ-НЕ (Пирса), элемент ее реализующий
10. Операция И-НЕ (Шеффера), элемент ее реализующий.
11. Как логическую функцию, заданную таблицей истинности, записать в виде СДНФ?
12. Как на базе СДНФ построить принципиальную схему логического устройства?
13. Как логическую функцию, заданную таблицей истинности, записать в виде СКНФ?
14. Как на базе СКНФ построить принципиальную схему логического устройства?
15. Какие существуют способы использования логических элементов в логических схемах, когда число входов логического элемента отличается от числа входов, требуемых в схеме?
16. Основные параметры логических элементов, выполненных в интегральном исполнении.

## **РАЗДЕЛ 2. ТИПОВЫЕ УЗЛЫ И УСТРОЙСТВА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

### **Тема 2.1 Цифровые устройства комбинационного типа**

#### **Лабораторное занятие № 2 Исследование работы дешифраторов**

*Цель работы:*

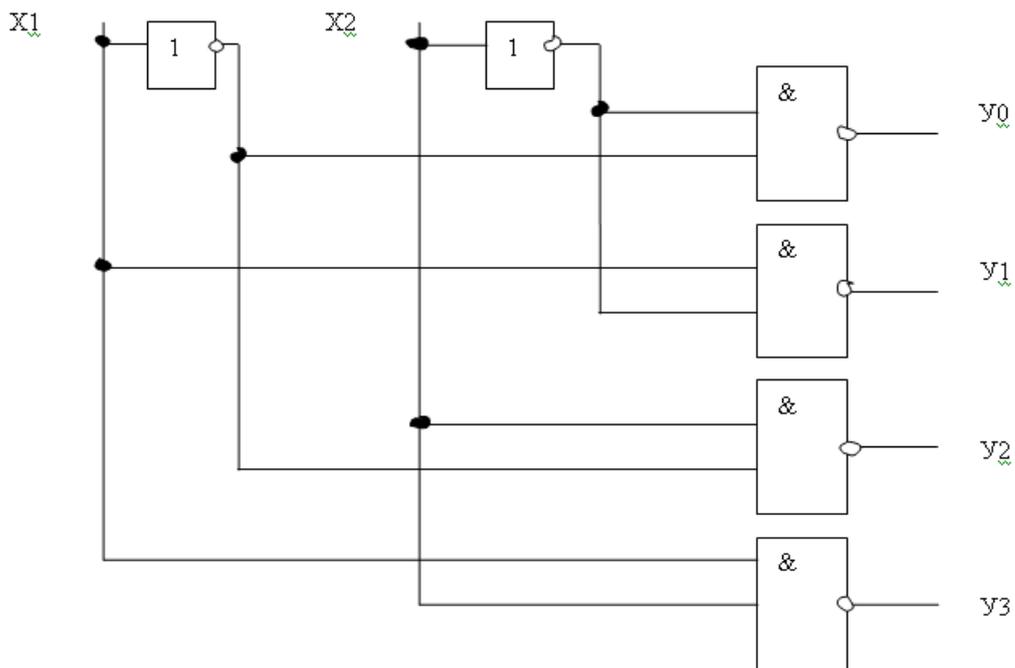
1. Закрепление навыков в сборке простейших комбинационных схем из логических элементов.
2. Закрепление навыков в проверке работоспособности цифровых устройств.
3. Закрепление теоретического материала по разделу «Дешифраторы».

**Оборудование:**

1. Лабораторный макет.
2. Набор короткозамыкателей.

**Ход работы:**

1. Исследование линейного дешифратора.
  - 1.1. Собрать схему двухразрядного линейного полного дешифратора на базе элементов И-НЕ.



- 1.2. Подключить к выходам собранной схемы логические пробники (светодиоды).
- 1.3. Подавая на входы X1, X2 кодовые комбинации сигналов, заполнить таблицу истинности дешифратора.

Таблица - 1

X2	X1	Y0	Y1	Y2	Y3
0	0				

0	1				
1	0				
1	1				

1.4. Начертить условное обозначение исследуемого дешифратора.

1.5. Сделать выводы.

2. Исследование дешифратора в интегральном исполнении для семи сегментного индикатора.

Данный дешифратор работает на семи сегментный индикатор, который выполнен из семи светодиодов А, В, С, D, E, F, G, расположенных друг относительно друга как указано на рисунке - 2. При помощи такого индикатора можно высветить любую цифру десятичного кода от 0 до 9. Структурная схема дешифратора организована таким образом, что в зависимости от двоичного кода на входах 1,2,3,4 сигналы появляются не на одном выходе, как у обычного дешифратора, а одновременно на группе выходов, которые организуют цифру десятичного кода, соответствующего двоичному коду на входе дешифратора.

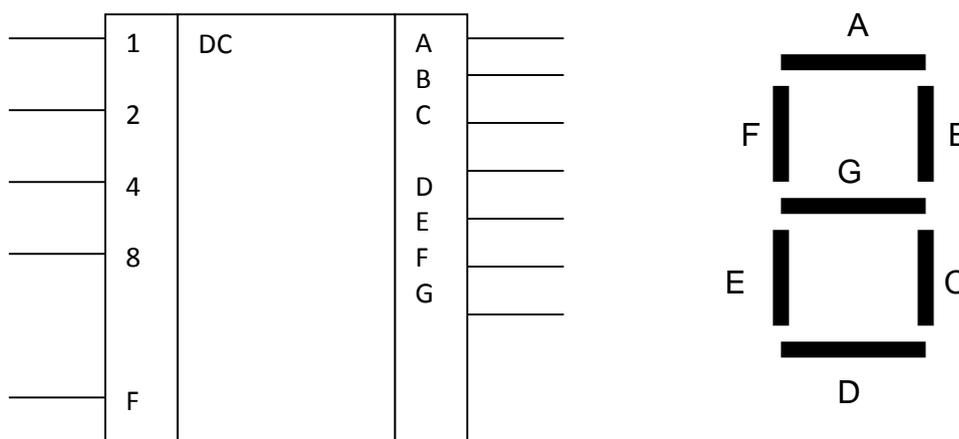


Рисунок - 2

1, 2, 4, 8 – информационные входы дешифратора;

F - вход управления (стробирования) дешифратора;

A, B, C, D, E, F, G – выходы дешифратора.

2.1. К выходам дешифратора подключен семисегментный индикатор (рисунок - 1).

2.2. Определить какой сигнал на входе управления F блокирует дешифратор, а какой включает его. Для проверки поочередно подать на вход F сигнал «1» и «0», сигнал, при котором все сегменты индикатора гаснут, является блокирующим.

2.3. Установить на входе F сигнал, разрешающий его работу, и подавая на информационные входы кодовые комбинации двоичных чисел, составить таблицу истинности.

Таблица - 2

F	8	4	2	1	A	B	C	D	E	F	G
0	0	0	0	0							
0	0	0	0	1							
0	0	0	1	0							
0	0	0	1	1							
0	1	0	0	0							
0	1	0	0	1							
0	1	1	0	0							
0	1	1	0	1							
0	1	1	1	0							
0	1	1	1	1							
1	0	0	0	0							
1	0	0	0	1							

2.4. Сделать выводы.

*Контрольные вопросы:*

1. Какое устройство называется дешифратором?
2. Понятие о полном дешифраторе.
3. Понятие о неполном дешифраторе.
4. Из каких основных элементов строятся дешифраторы?
5. В каком случае можно построить линейный дешифратор?
6. Уметь по заданной таблице истинности построить простейшие схемы линейных дешифраторов.
7. В каком случае нельзя построить линейный дешифратор? Принцип построения пирамидального (многоступенчатого) дешифратора.
8. Дешифраторы в интегральном исполнении. Назначение входов и выходов дешифраторов.
9. Область применения дешифраторов.

### **Практическое занятие №3 Построение схем мультиплексоров и демультиплексоров**

*Цель занятия:*

1. Закрепление темы 1. 2 Логические основы ЭВМ
2. Получить практические навыки принципа построения и работы схем типовых узлов вычислительной техники

### Общие сведения

Мультиплексор является устройством, которое осуществляет выборку одного из нескольких входов и подключает его к своему выходу. Мультиплексор имеет несколько информационных входов ( $D_0, D_1, \dots$ ), адресные входы ( $A_0, A_1, \dots$ ), вход для подачи стробирующего сигнала  $C$  и один выход  $Q$ . На рис.1.а) показано символическое изображение мультиплексора с четырьмя информационными входами.

Каждому информационному входу мультиплексора присваивается номер, называемый адресом. При подаче стробирующего сигнала на вход  $C$  мультиплексор выбирает один из входов, адрес которого задается двоичным кодом на адресных входах, и подключает его к выходу.

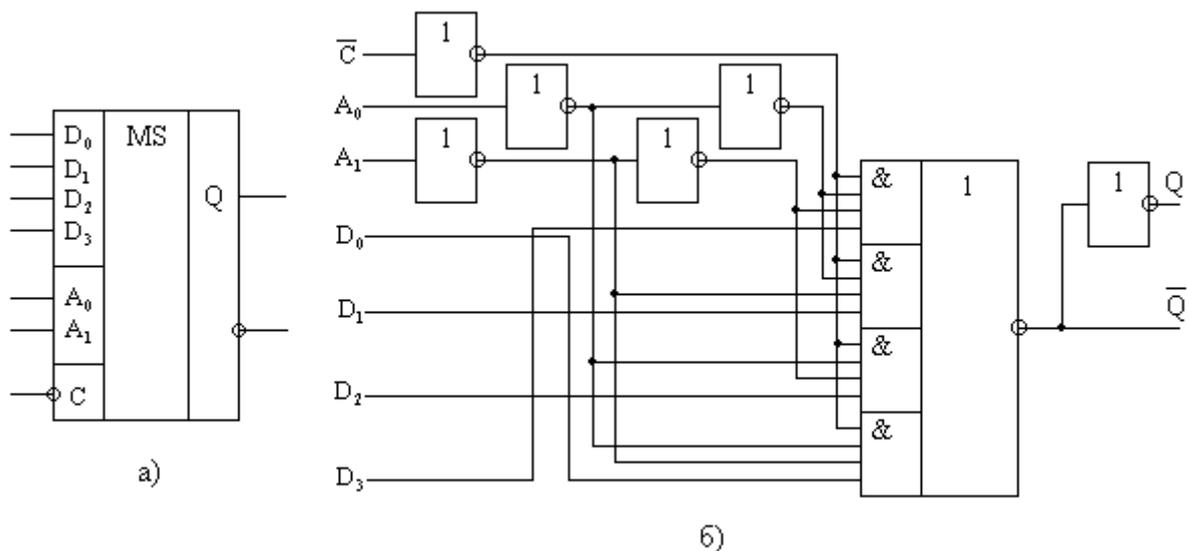


Рисунок 1

Таким образом, подавая на адресные входы адреса различных информационных входов, можно передавать цифровые сигналы с этих входов на выход  $Q$ . Очевидно, число информационных входов  $n_{инф}$  и число адресных входов  $n_{адр}$  связаны соотношением  $n_{инф} = 2^{n_{адр}}$ .

Таблица 1.

Адресные входы		^ Стробирующий сигнал	Выход
$A_1$	$A_0$		
*	*	0	0
0	0	1	$D_0$
0	1	1	$D_1$
1	0	1	$D_2$

1	1	1	D <sub>3</sub>
---	---	---	----------------

Функционирование мультиплексора определяется табл. 1. При отсутствии стробирующего сигнала ( $C = 0$ ) связь между информационными входами и выходом отсутствует ( $Q = 0$ ). При подаче стробирующего сигнала ( $C = 1$ ) на выход передается логический уровень того из информационных входов  $D_i$ , номер которого  $i$  в двоичной форме задан на адресных входах. Так, при задании адреса  $A_1A_0 = 11_2 = 3_{10}$  на выход  $Q$  будет передаваться сигнал информационного входа с адресом  $3_{10}$ , т. е.  $D_3$ .

По этой таблице можно записать следующее логическое выражение для выхода  $Q$ :

$$Q = (D_0 \cdot \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_0 \vee D_1 \cdot \bar{A}_1 \cdot A_0 \vee D_2 \cdot A_1 \cdot \bar{A}_0 \vee D_3 \cdot A_1 \cdot A_0) \cdot C \quad (24)$$

Построенная по этому выражению принципиальная схема мультиплексора показана на рис. 1,б).

В тех случаях, когда требуется передавать на выходы многоразрядные входные данные в параллельной форме, используется параллельное включение мультиплексоров по числу разрядов передаваемых данных.

*Ход работы:*

1. Составить таблицу истинности мультиплексора, имеющего три адресных входа
2. По составленной таблице истинности записать логическое выражение выходного сигнала.
3. По логическому выражению выходного сигнала изобразить в схему мультиплексора.
4. По данным пунктов 1 – 3 оформить отчёт.

*Контрольные вопросы:*

1. В чём назначение мультиплексора?
2. Как изображается мультиплексор в принципиальных схемах?
3. В чём назначение стробирующего сигнала?
4. Как задаётся адрес выбираемого входа мультиплексора?
5. Как связаны между собой число информационных и адресных входов?
6. В каких случаях используется параллельное включение мультиплексоров?

### Лабораторное занятие № 3 Исследование двоичного одноразрядного полусумматора

*Цель работы:*

1. Закрепление навыков в сборке простейших комбинационных схем из логических элементов.
2. Закрепление навыков в проверке работоспособности цифровых устройств.
3. Закрепление теоретического материала по разделу «Сумматоры».

*Оборудование:*

1. Лабораторный макет «Интеграл».
2. Набор короткозамыкателей.

*Ход работы:*

1. Начертить схему полусумматора, изображенного на рисунке - 2, используя элементную базу И-НЕ лабораторного макета.

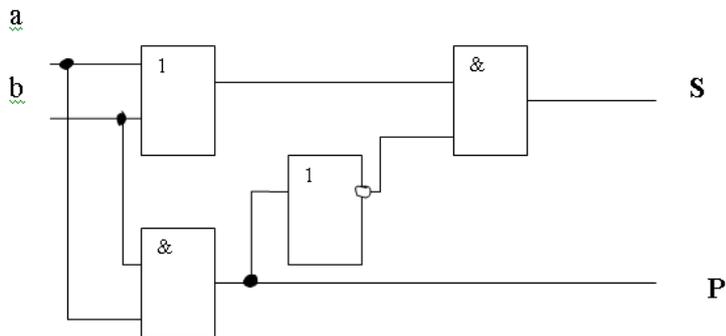


Рисунок – 1

3. Собрать схему полусумматора из элементов И-НЕ.
4. Подавая на входы полусумматора комбинации сигналов «0» и «1» составить таблицу истинности.

Таблица - 1

a	b	S	P
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

1.4. Сделать выводы.

*Содержание отчета:*

1. Тема работы

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.21/62

2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Схема исследуемого полусумматора на элементах И-НЕ
5. Таблица истинности
6. Выводы

*Контрольные вопросы:*

1. Назначение двоичных сумматоров.
2. Чем одноразрядный полусумматор отличается от одноразрядного полного сумматора?
3. Назначение входов и выходов одноразрядного сумматора.
4. Условные обозначения одноразрядных и много разрядных сумматоров.
5. Принцип построения и работы много разрядного сумматора последовательного действия, достоинства и недостатки.
6. Принцип построения и работы много разрядного сумматора параллельного действия, достоинства и недостатки.
7. Для чего в параллельных много разрядных сумматорах используется блок ускоренного переноса?
8. Как в цифровых вычислительных машинах осуществляется вычитание чисел?

## **Тема 2.2 Цифровые устройства последовательностного типа**

### **Лабораторное занятие № 4 Исследование работы асинхронных RS-триггеров и синхронных RSC-триггеров на базе элементов И-НЕ**

*Цель работы:*

1. Научиться собирать из логических элементов И-НЕ схемы асинхронного и синхронного RS-триггеров.
2. Научиться проверять работоспособность собранных схем, составлять переключательные таблицы схем.
3. Закрепить теоретический материал по разделу «Триггеры».

*Оборудование:*

1. Лабораторный макет «Интеграл».
2. Набор короткозамыкателей.

*Ход работы:*

Перед выполнением лабораторной работы повторить весь материал по теме «Триггеры»

1. Исследование асинхронного триггера на базе элементов И-НЕ.

1.1 Собрать схему асинхронного триггера из элементов И-НЕ (рисунок - 1)

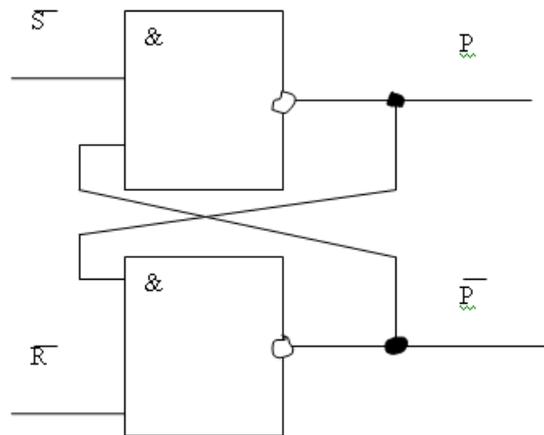


Рисунок – 1

1.2. Подключить к выходам схемы логические пробники (светодиоды). Подавая на входы триггера комбинации сигналов, соответствующих логическому «0» и логической «1» заполнить приведенную ниже переключательную таблицу

Таблица - 1

S	R	Прямой выход	Инверсный выход	Режим
0	1			
1	0			
1	1			
0	0			

1.3. Начертить условное обозначение исследуемого триггера.

1.4. Сделать выводы.

2. Исследование синхронного триггера на элементах И-НЕ.

2.1. Собрать из элементов И-НЕ схему синхронного RS-триггера.

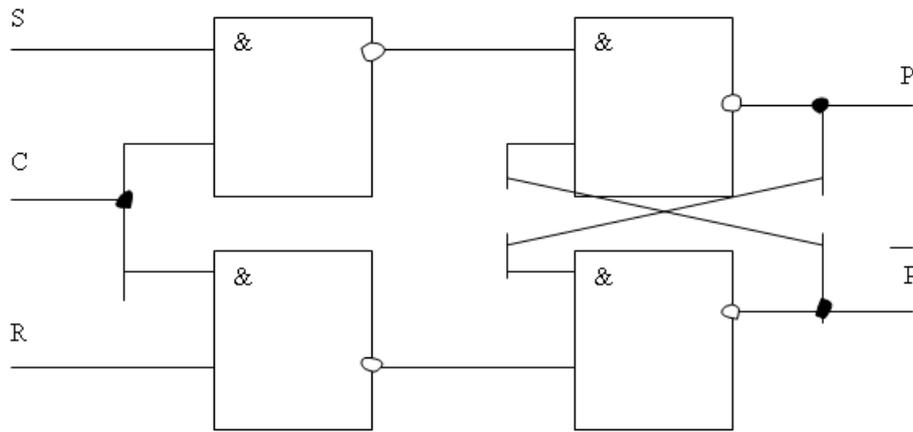


Рисунок 2

2.2. Подключить к выходам схемы логические пробники (светодиоды). Подавая на входы триггера комбинации сигналов, соответствующих логическому «0» и логической «1» составить переключательную таблицу.

Таблица - 2

S	R	C	Прямой выход	Инверсный выход	Режим
1	0	0			
1	0	0			
0	1	0			
0	1	0			
0	0	1			
0	0	1			
1	1	1			
1	1	1			

2.3. Начертить условное обозначение исследуемого триггера.

2.4. Сделать выводы.

*Контрольные вопросы:*

1. Какое устройство называется триггером.
2. Схемы асинхронных RS-триггеров на элементах И-НЕ, ИЛИ-НЕ.
3. Синхронные и асинхронные триггеры, основное отличие.
4. Двухтактные и одноктактные триггеры.
5. RS, D, T, JK- триггеры.
6. Триггеры с дополнительными установочными входами.
7. Триггеры в интегральном исполнении. Обозначение схемы, входов, выходов.
8. Применение триггеров.

## Лабораторное занятие № 5 Исследование работы триггеров в интегральном исполнении

### Цель работы:

1. Экспериментально подтвердить назначение входов триггера и их влияние на его работу.
2. Определить экспериментальным путем активные и пассивные сигналы для каждого входа триггера.
3. Научиться проверять работоспособность триггеров в интегральном исполнении.
4. Закрепить теоретический материал по разделу «Триггеры».

### Оборудование:

1. Лабораторный макет «Интеграл»
2. Набор короткозамыкателей

### Ход работы:

1. Определить назначение и влияние входов R и S на работу триггера
  - 1.1. Подключить к выходам триггера логические пробники (светодиоды). Подключить к входу C выход генератора одиночных импульсов (ГОИ). Подавая на входы триггера, соответствующие правой части таблицы сигналы, заполнить переключательную таблицу триггера.

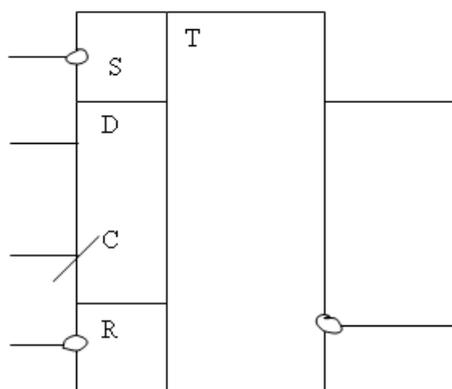


Рисунок - 1

Таблица - 1

S	R	D	C	Прямой выход	Инверсный выход	Режим
0	1	0	0			

0	1	0	импульс		
0	1	1	0		
0	1	1	импульс		
1	0	0	0		
1	0	0	импульс		
1	0	1	0		
1	0	1	импульс		
1	1	0	0		
1	1	0	импульс		
1	1	1	0		
1	1	1	импульс		
0	0	0	0		
0	0	0	импульс		
0	0	1	0		
0	0	1	импульс		

1.2. Проанализировать результаты, сделать выводы.

2. Исследовать функционирование D-триггера.

2.1. Подать на установочные входы R и S пассивные сигналы.

2.2. Подключить к входу С триггера выход генератора одиночных импульсов (ГОИ)

2.3. Подавая на входы триггера соответствующие правой части таблицы сигналы, заполнить переключательную таблицу.

Таблица - 2

D	C	Прямой выход	Инверсный выход	Режим
1	0			
1	импульс			
0	0			
0	импульс			

2.4. Проанализировать результаты, сделать выводы.

3. Исследовать функционирование T-триггера (счетного триггера).

3.1. Из D-триггера получить T-триггер (счетный триггер).

3.2. Подключить к выходам триггера логические пробники (светодиоды)

3.3. Подключить к счетному входу С выход генератора одиночных импульсов (ГОИ)

3.4. Подавая на вход триггера импульсы с выхода ГОИ, проследить реакцию триггера на каждый подаваемый импульс, заполнить переключательную таблицу.

Таблица - 3

T	Прямой выход	Инверсный выход	Режим
0			
импульс			

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.26/62

0			
импульс			

3.5. Проанализировать результаты, построить графики входных и выходных сигналов триггера.

3.6. Сделать выводы.

4. Условное обозначение динамических входов синхронизации триггеров.

5. Функционирование Т-триггера.

6. Применение Т-триггера.

7. Во сколько раз частота следования импульсов, поступающих на вход Т-триггера, отличается от частоты следования импульсов на выходе триггера.

8. Условные обозначения различных типов триггеров.

### **Лабораторное занятие № 6 Построение и исследование регистров на базе интегральных триггеров**

*Цель работы:*

1. Приобретение практических навыков в сборке схем простейших регистров из D- триггеров.

2. Развитие навыков в проверке работоспособности собранных схем цифровых устройств.

3. Закрепление теоретического материала по разделу «Регистры».

*Оборудование:*

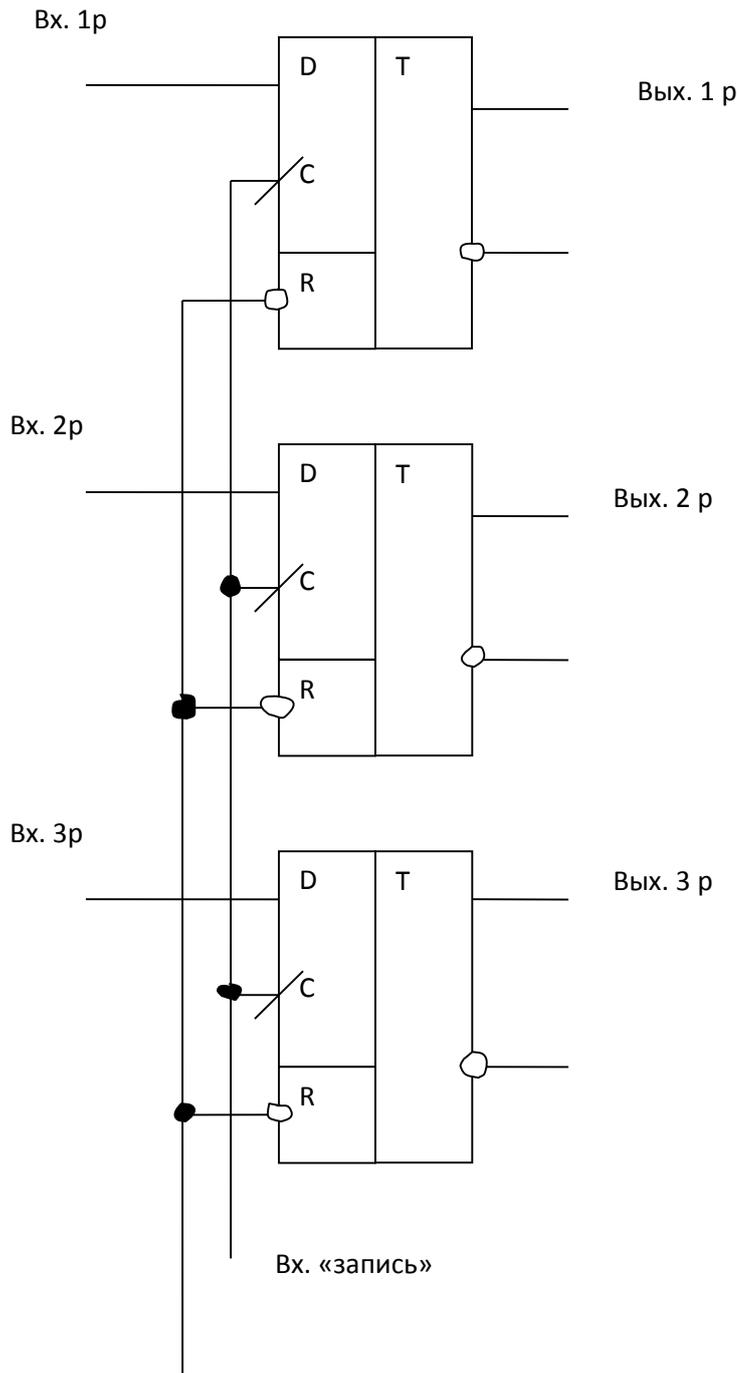
1. Лабораторный макет «Интеграл».

2. Набор короткозамыкателей.

*Ход работы:*

1. Исследование параллельного регистра на базе D- триггеров.

1.1. Собрать простейший 3-х разрядный параллельный регистр в соответствии с приведенной ниже схемой.



1.2. Подключить к прямым выходам регистра светодиодные индикаторы.

1.3. Подключить к входу «Запись» выход ГОИ.

1.4. Произвести сброс информации регистра в «0».

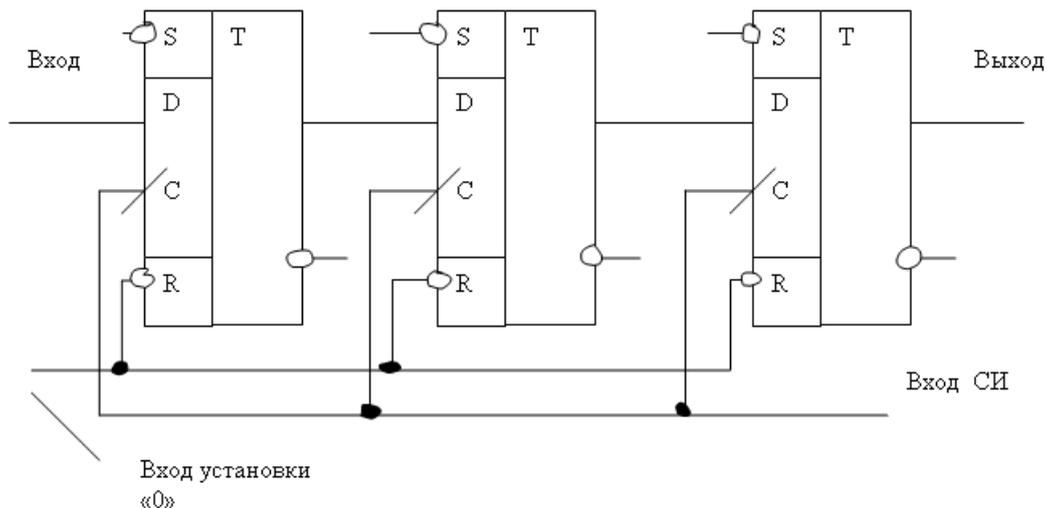
1.5. Установить на входах регистра код записываемого числа, по светодиодным индикаторам на выходах регистра убедиться, что запись числа, установленного на входах регистра, не произошла.

1.6. Подать на вход «Запись» импульс с ГОИ и убедиться, что после этого установленное на входах число запишется в регистр.

1.7. Сделать выводы.

2. Исследование последовательного регистра на базе D-триггеров.

2.1. Составить схему простейшего 3-х разрядного последовательного регистра.



2.2. Подключить к входу синхронизации (Вход СИ)» выход ГОИ.

2.3. Подключить к выходу регистра светодиодный индикатор.

2.4. Обнулить регистр.

2.5. Задать любое 3-х разрядное число.

2.6. Устанавливая на входе регистра поочередно сигнал нужного разряда (начиная с младшего) и подавая при этом на вход синхронизации «импульс сдвига» записать в регистр заданное число.

2.7. Вывести число из регистра, для чего подавая импульсы сдвига контролировать на выходе регистра появление одного разряда за другим.

2.8. Сделать выводы.

3. Исследование последовательно-параллельного регистра на базе D-триггеров.

3.1. Составить схему простейшего 3-х разрядного последовательно-параллельного регистра.

3.2. Подключить к входу «имп. сдвига» выход ГОИ.

3.3. Подключить к выходам регистра светодиодные индикаторы.

3.4. Обнулить регистр.

3.5. Задать любое 3-х разрядное число.

3.6. Устанавливая на входе регистра поочередно сигнал нужного разряда (начиная с младшего) и подавая при этом «импульс сдвига» записать в регистр заданное число.

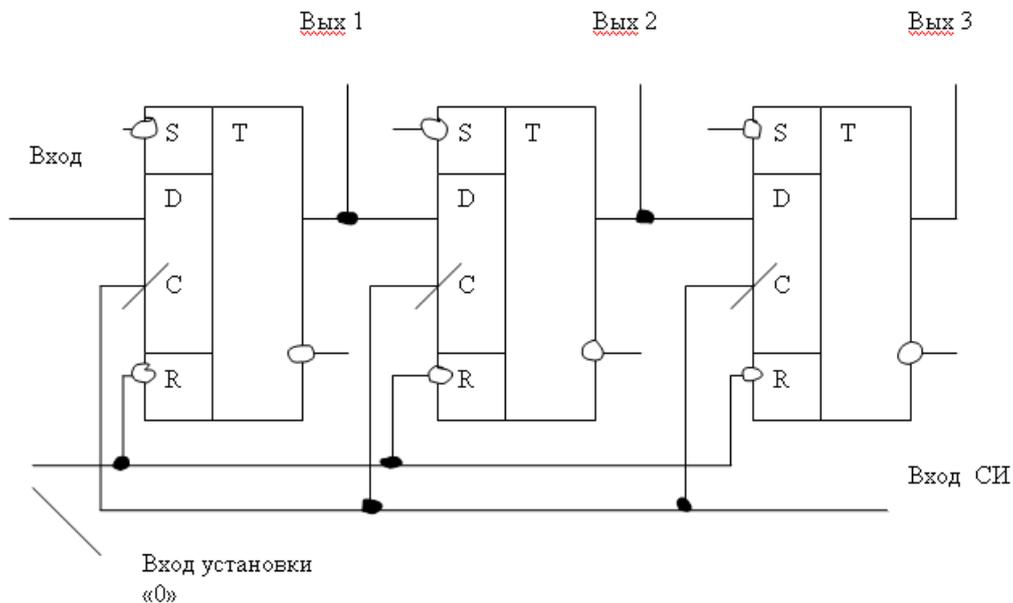


Рисунок – 3

3.7. При помощи светодиодных индикаторов наблюдать, как при каждом импульсе сдвига информация (записываемое число) последовательно перемещается из одного разряда (триггера) в другой и убедиться, что после записи последнего разряда заданное число записалось в регистр и может быть считано одновременно по всем разрядам, то есть параллельно.

3.8. Сделать выводы.

4. Исследование параллельно-последовательного регистра на базе D-триггеров.

4.1. Составить схему простейшего 4-х разрядного параллельно-последовательного регистра.

4.2. Подключить к входу синхронизации (Вход СИ) выход ГОИ.

4.3. Подключить к выходу регистра светодиодный индикатор.

4.4. Обнулить регистр.

4.5. Задать любое 3-х разрядное число.

4.6. Записать заданное число в регистр параллельным способом, используя входы «S» триггеров.

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.30/62

4.7. Подавая на вход синхронизации импульсы при помощи светодиодного индикатора наблюдать, как при каждом импульсе сдвига записанное в регистр число выводится (считывается) из регистра последовательно разряд за разрядом.

4.8. Начертить условное обозначение исследуемого регистра.

4.9. Сделать выводы.

*Контрольные вопросы:*

1. Какое устройство называется регистром?
2. Из каких триггеров можно построить регистры, из каких нельзя?
3. Какие схемы регистров Вам известны, их принципиальное отличие, достоинства и недостатки?
4. Применение регистров.
5. Объяснить, почему регистр может быть использован не только для хранения информации, но для выполнения арифметических действий. Какие это действия?

### **Лабораторное занятие №7 Исследование функционирования регистра в интегральном исполнении**

*Цель работы:*

1. Научиться проверять функционирование интегральных микросхем на примере регистра.

*Оборудование:*

1. Лабораторный макет «Интеграл».
2. Набор короткозамыкателей.

*Ход работы:*

Проверка работоспособности регистра проводится на примере микросхемы К155ИР1 в различных режимах.

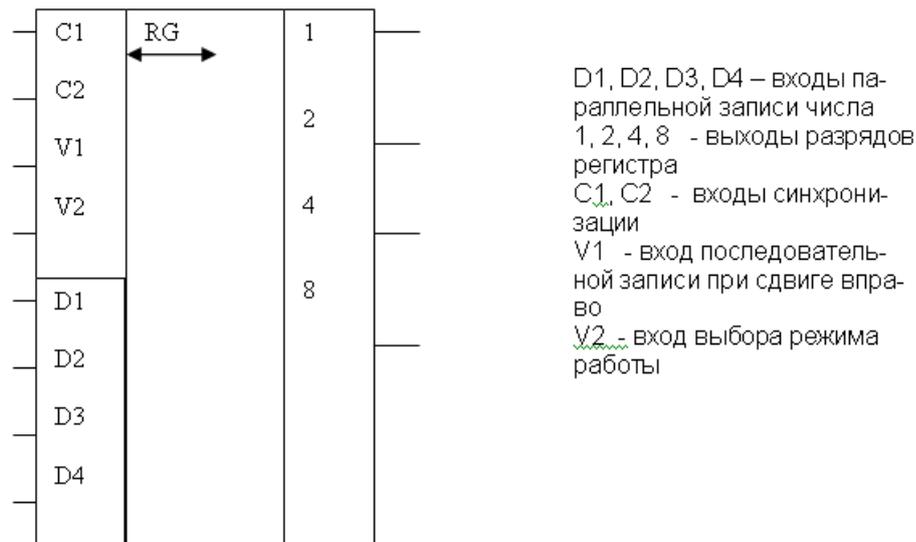


Рисунок – 1

1. Проверить возможность параллельной записи любого числа в регистр с использованием входов D1, D2, D4, D8, для чего:

- подключить к выходам регистра 1,2,4,8 логические пробники (светодиоды)
- задать на входах D1, D2, D4, D8 любое 4-х разрядное число;
- ГОИ подключить к входу синхронизации C2;
- определить, при каком сигнале на входе V2 с подачей синхроимпульса на вход C2 число, заданное на входах D1, D2, D4, D8 запишется в регистр;
- сделать выводы.

2. Проверить функционирование регистра в режиме последовательной записи числа со сдвигом вправо, для чего:

- подключить к входу C1 ГОИ;
- подключить к выходам регистра светодиодные логические пробники;
- подать на вход V1 сигнал «1»;
- подавая импульсы от ГОИ на вход C1 наблюдать заполнение регистра «единицами»;
- подать на вход V1 сигнал «0»;
- подавая импульсы от ГОИ на вход C1 наблюдать заполнение регистра «нулями»;
- сделать выводы.

3. Проверить функционирование регистра в режиме последовательной записи числа со сдвигом влево, для чего:

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.32/62

- подключить к входу С2 ГОИ;
- подключить выходы последующих разрядов ко входам предыдущих (8- D3, 4- D2, 2- D1);
- подключить к выходам регистра светодиодные логические пробники;
- подать на вход V2 сигнал «1»;
- информацию подавать на вход D4;
- подавая импульсы от ГОИ на вход С2 наблюдать заполнение регистра информацией;
- сделать выводы.

*Контрольные вопросы:*

1. Назначение регистров, принцип построения
2. Классификация регистров, достоинства, недостатки.
3. Объяснить, почему регистр может быть использован не только для хранения чисел, но и для выполнения математических операций.
4. Регистры в интегральном исполнении, назначение входов. D3

**Практическое занятие №4 Построение схем делителей частоты с заданным коэффициентом деления**

*Цель занятия:*

1. Закрепление темы 2. 2 Цифровые устройства последовательностного типа
2. Получение практических навыков принципа построения и работы схем типовых узлов вычислительной техники

*Общие сведения*

Делитель частоты - устройство, которое при подаче на его вход периодической импульсной последовательности формирует на выходе такую же последовательность, но имеющую частоту повторения импульсов в определенное число раз меньшую, чем частота повторения импульсов входной последовательности. Делители частоты и счётчики строятся аналогично. Отличие делителей частоты от счетчиков состоит в следующем. В счетчике каждая комбинация состояний триггеров определяет в некоторой системе счисления число импульсов, поступивших к данному моменту времени.

В делителе частоты последовательность состояний может быть выбрана произвольной, важно лишь обеспечить заданный период цикла N.

Последовательность состояний выбирается из соображений обеспечения при заданном N наибольшей простоты межтриггерных связей. Эти связи должны выполняться непосредственным соединением выходов одних триггеров со входами других без использования логических элементов. Счетчик, имеющий то же значение N, может выполнять роль делителя частоты, однако следует иметь в виду, что такое решение будет неэкономичным.

Рассмотрим схемы делителей частоты с различными коэффициентами деления N.

Делитель частоты с коэффициентом деления N = 2.

Схема делителя приведена на рис. 1а. В моменты отрицательного фронта входных импульсов триггер переключается в новое состояние. Как видно из временной диаграммы на рис. 1б, период импульсной последовательности  $T_{\text{вых}}$  на выходе триггера оказывается вдвое больше периода  $T_{\text{вх}}$  следования импульсов на входе. Следовательно,  $f_{\text{вых}} = 1/T_{\text{вых}} = 1/(2T_{\text{вх}}) = f_{\text{вх}}/2$ , т.е. частота следования импульсов на выходе в 2 раза ниже, чем на входе.

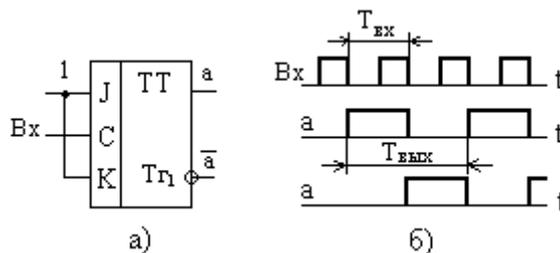
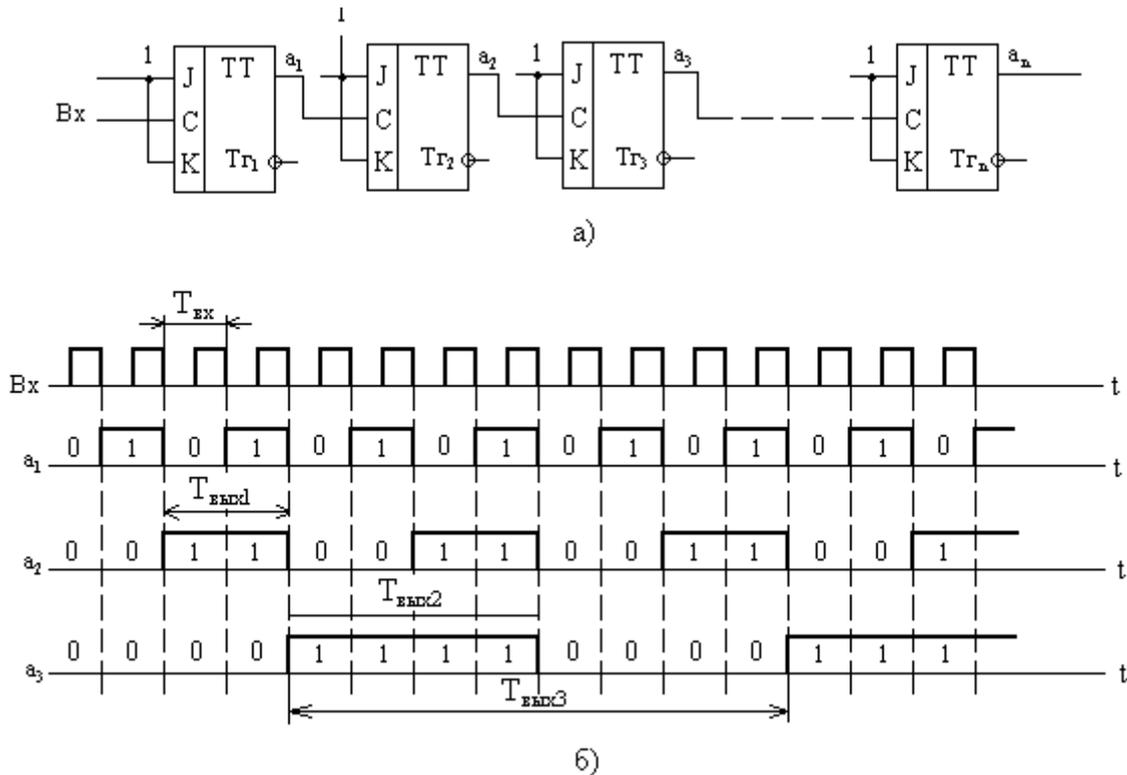


рис 1. Делитель частоты с коэффициентом деления N = 2

Рис.2 Делитель частоты с коэффициентом деления  $N = 2^n$ .Делители частоты с коэффициентом деления  $N = 2^n$ .

На рис. 2.а) показано последовательное соединение делителей частоты с коэффициентом деления, равным двум, при котором выход каждого из делителей подключен к входу следующего. На выходе каждого делителя частота следования импульсов вдвое ниже, чем на входе. Так, если частота следования импульсов на входе первого делителя  $f_{вх}$ , то на выходе первого делителя она равна  $f_{вых1} = f_{вх}/2$ , на выходе второго  $f_{вых2} = f_{вых1}/2 = f_{вх}/2^2$ , на выходе третьего делителя  $f_{вых3} = f_{вых2}/2 = f_{вх}/2^3$  и т.д.

При  $n$  каскадах подобного деления частота выходной последовательности окажется равной  $f_{вых} = f_{вх}/2^n$ , т. . будет осуществляться деление частоты в  $N = 2^n$  раз.

Делители частоты, в которых  $N$  – любое целое число

Можно реализовать делитель, для которого  $N$  – любое целое число. Например, для делителя частоты на трёх триггерах можно выполнить деление от 2 до 7, но при этом один или два триггера окажутся лишними. При использовании всех трёх триггеров можно получить коэффициент деления  $N = 5...7$ , т.е.  $2^2 < N < 2^3$ . В качестве примера рассмотрим делитель частоты с коэффициентом деления  $N = 5$ . При построении схемы надо, чтобы при формировании последнего числа из последовательности (0,1,2,3,4) делитель переходил не к числу 5, а к числу 0. В

двоичном коде это означает, что от числа 100 нужно перейти к числу 000, а ре к 101. Изменение естественного порядка счёта возможно при введении дополнительных связей между триггерами.

### Каскадные делители частоты.

В тех случаях, когда коэффициент деления  $N$  не является простым числом и может быть представлен произведением вида  $N = N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot \dots \cdot N_k$ , схема делителя строится в виде каскадного соединения делителей, имеющих коэффициенты деления  $N_1, N_2, N_3, \dots, N_k$  (рис. 3). Примером такого каскадного построения делителей является рассмотренный ранее делитель с коэффициентом  $2^n$

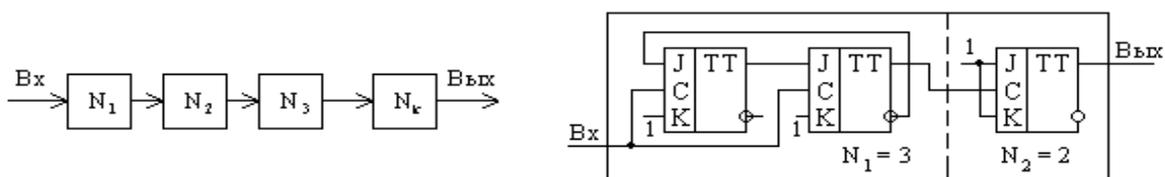


Рис. 3 Каскадный делитель частоты

В делителе с коэффициентом деления  $N = 6$  коэффициент деления можно представить как произведение  $N = 3 \cdot 2$ . Таким образом, данный делитель может быть построен в виде каскадного соединения делителей, имеющих коэффициенты деления  $N_1 = 3$  и  $N_2 = 2$ . Схема делителя показана на рис. 3.

Следовательно, имея набор схем, реализующих коэффициенты деления, которые представляют собой простые числа, можно каскадным их соединением получать делители с разнообразными коэффициентами деления.

### *Ход работы:*

1. Начертить схему делителя частоты с коэффициентом деления  $N=4$  и временные диаграммы импульсной последовательности. Дайте необходимые пояснения.

2. Начертить схему делителя частоты с коэффициентом деления  $N=3$  и временные диаграммы импульсной последовательности. Дайте необходимые пояснения.

3. Начертить схему делителя частоты с коэффициентом деления  $N=5$  и временные диаграммы импульсной последовательности. Дайте необходимые пояснения.

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.36/62

4. Начертить схему делителя частоты с коэффициентом деления  $N=7$  и временные диаграммы импульсной последовательности. Дайте необходимые пояснения.

5. Начертить схему делителя частоты с коэффициентом деления  $N=9$  и временные диаграммы импульсной последовательности. Дайте необходимые пояснения.

6. Оформить отчёт.

В отчёте выполнить задания 1 – 5 с необходимыми пояснениями и сравнить межтриггерные связи, связав их с коэффициентом деления.

*Контрольные вопросы:*

1. Какими функциями выполняет делитель частоты?
2. На каких устройствах выполняется делитель частоты?
3. Сравните схемы и принцип работы счётчика и делителя частоты. В чём их отличие? Можно ли счётчики использовать в качестве делителя частоты?
4. Свяжите период импульсной последовательности с частотой повторения импульсов.
5. Свяжите виды межтриггерных связей с коэффициентом деления.
6. Изобразите временные диаграммы входных импульсов и импульсов на выходе каждого триггера делителя частоты.
7. Как определяется коэффициентом деления каскадного делителя частоты?

### **Лабораторное занятие № 8 Построение и исследование счетчиков на базе интегральных триггеров**

*Цель работы:*

1. Научиться из Т- триггеров собирать схемы асинхронных счетчиков импульсов.
2. Научиться проверять работоспособность собранных схем, составлять переключательные таблицы схем.
3. Закрепить теоретический материал по разделу «Счетчики».

*Оборудование:*

1. Лабораторный макет «Интеграл».
2. Набор короткозамыкателей.

*Ход работы:*

Перед выполнением работы повторить материал темы «Счетчики и делители частоты».

1. Исследование асинхронного двоичного счетчика.

1.1. Составить приведенную ниже схему асинхронного счетчика.

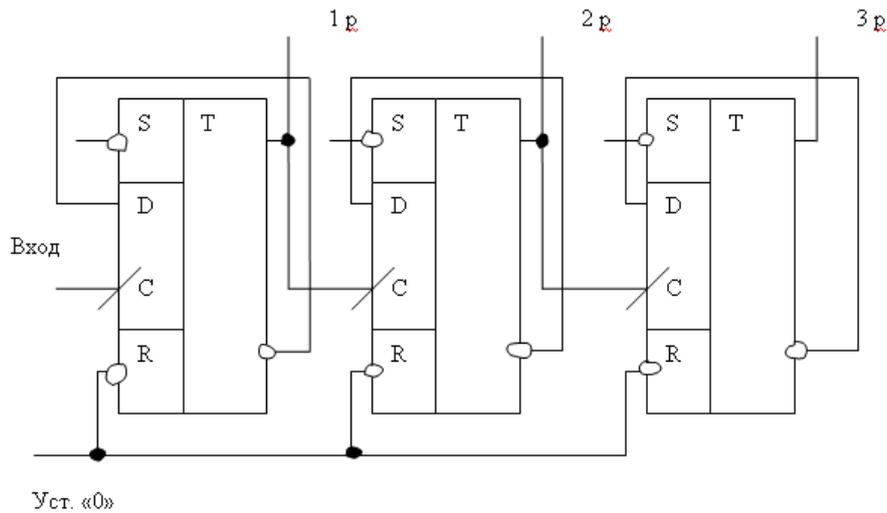


Рисунок 1

1.1.1. Подключить к прямым выходам разрядов (триггеров) счетчика логические пробники (светодиоды).

1.1.2. Подключить вход счетчика к выходу ГОИ.

1.1.3. Обнулить счетчик.

1.1.4. Подавая с ГОИ на вход счетчика импульсы заполнить переключательную таблицу счетчика.

Таблица - 1

Количество импульсов	1p	2p	3p	Двоичное число
0 (после обнуления)				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

1.1.5. Определить по таблице значение К сч. схемы, сравнить с результатом, рассчитанным теоретически.

1.1.6. Определить, каким счетчиком является исследуемая схема, суммирующим или вычитающим?

1.1.7. Записать выводы.

1.2. Составить приведенную ниже схему асинхронного счетчика.

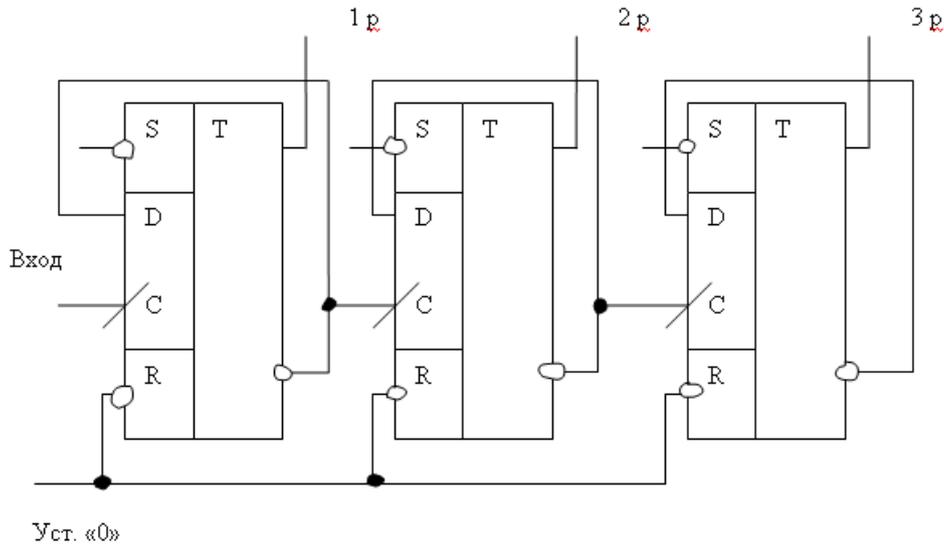


Рисунок - 2

1.2.1. Подключить к прямым выходам разрядов (триггеров) счетчика логические пробники (светодиоды).

1.2.2. Подключить вход счетчика к выходу ГОИ.

1.2.3. Обнулить счетчик.

1.2.4. Подавая с ГОИ на вход счетчика импульсы заполнить переключательную таблицу счетчика.

Таблица - 2

Количество импульсов	1p	2p	3p	Двоичное число
0(после обнуления)				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

1.2.5. Определить по таблице значение К сч. схемы, сравнить с результатом, рассчитанным теоретически.

1.2.6. Определить, каким счетчиком является исследуемая схема, суммирующим или вычитающим?

1.2.7. Записать выводы.

2. Построение и исследование счетчика с заданным коэффициентом пересчета.

2.1. Начертить схему счетчика с  $K_{сч} =$  (определяет преподаватель), используя способ принудительного обнуления.

*р.с. Задание выдается преподавателем накануне выполнения работы.*

2.2. Собрать схему счетчика с указанным  $K_{сч}$ .

2.3. Подключить к выходам разрядов (триггеров) счетчика логические пробники (светодиоды).

2.4. Подключить вход счетчика к выходу ГОИ.

2.5. Обнулить счетчик.

2.6. Подавая с ГОИ на вход счетчика импульсы заполнить переключательную таблицу.

Таблица - 3

Количество импульсов	1р	2р	3р	4р	Двоичное число

2.7. По результатам таблицы определить  $K_{сч}$  и сравнить его с заданным.

2.8. Записать выводы.

*Контрольные вопросы:*

1. Какое устройство называется счетчиком импульсов?
2. Из каких триггеров можно построить счетчик, из каких нельзя?
3. Для чего в исследуемых схемах счетчиков инверсный выход каждого триггера соединен с входом D?
4. Какие типы счетчиков импульсов Вам известны?
5. Чем отличаются синхронные счетчики от асинхронных, достоинства и недостатки?
6. Какие способы получения счетчика с заданным  $K_{сч}$  Вам известны?
7. В чем заключается принципиальная возможность получения реверсивных счетчиков?
8. Применение счетчиков импульсов?
9. Чем счетчик импульсов отличается от делителя частоты?

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.40/62

10. В каком случае счетчик является двоичным, в каком нет?

## **Тема 2.5 Полупроводниковые запоминающие устройства Практическое занятие №5 Изучение микросхем памяти**

*Цель занятия:*

- 1.Закрепление темы Тема 2.5. Полупроводниковые запоминающие устройства
- 2.Получение практических навыков работы с типовыми узлами вычислительной техники

*Общие сведения*

Интегральные микросхемы памяти организованы в виде матрицы ячеек, каждая из которых, в зависимости от разрядности, состоит из одного или более запоминающих элементов (ЗЭ) и имеет свой адрес. Каждый ЗЭ способен хранить один бит информации. При матричной организации ИМС памяти (см. рисунок ниже) реализуется координатный принцип адресации ячеек.

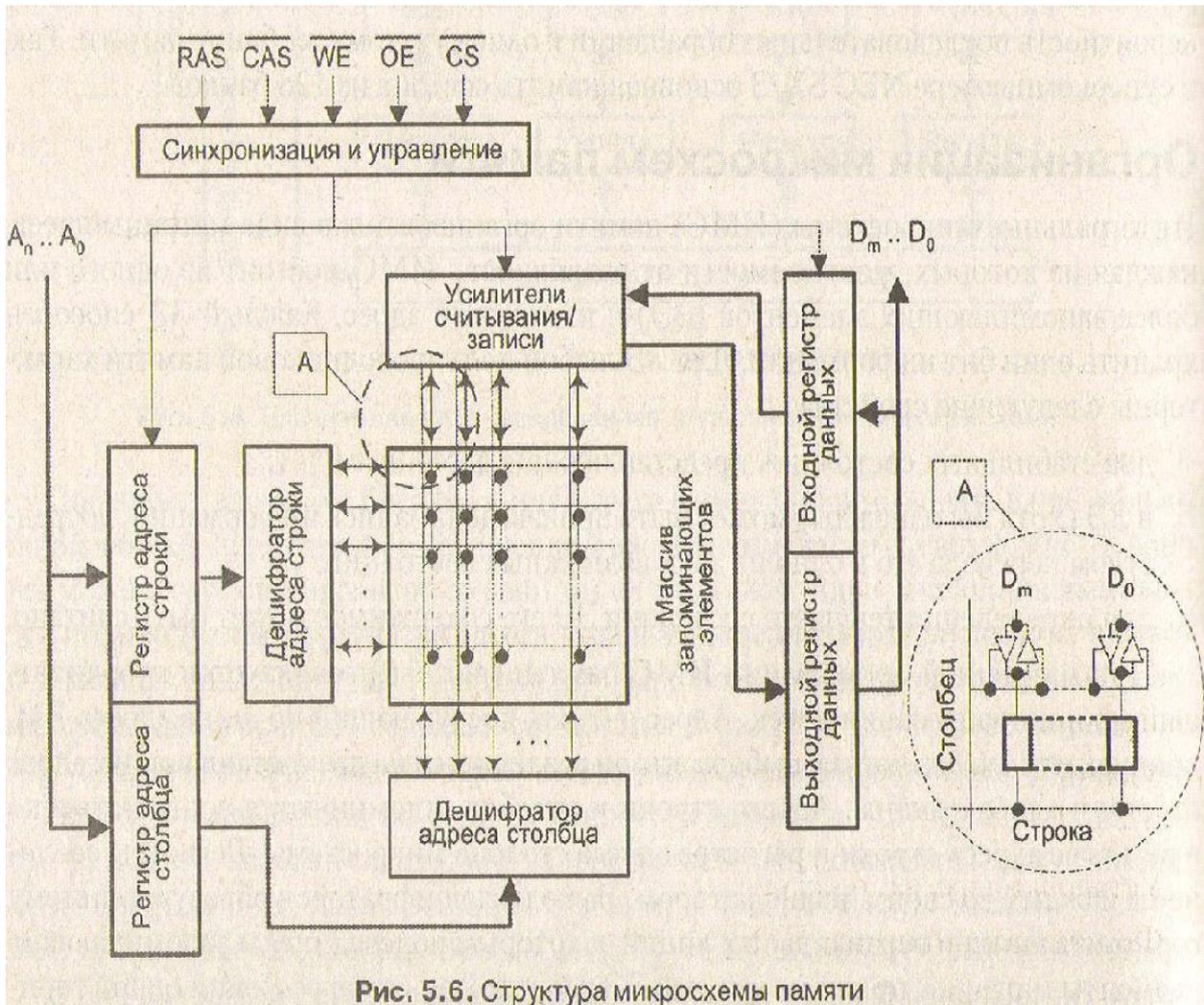


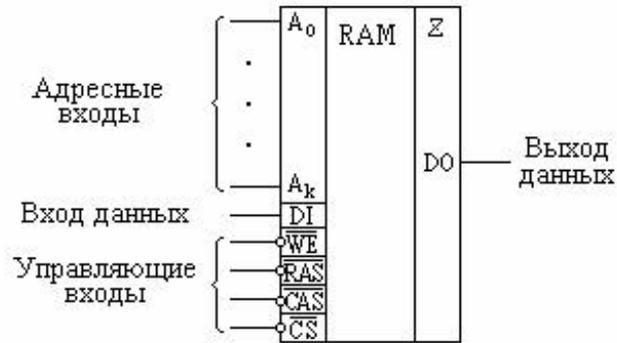
Рис. 5.6. Структура микросхемы памяти

Адрес ячейки, поступающий по шине адреса ЭВМ, пропускается через логику выбора, где он разделяется на две составляющие: адрес строки и адрес столбца. Адреса строки и столбца запоминаются соответственно в регистре адреса строки и регистре адреса столбца микросхемы. Регистры соединяются каждый со своим дешифратором. Выходы дешифраторов образуют систему горизонтальных и вертикальных линий, к которым подсоединены запоминающие элементы матрицы, при этом каждый ЗЭ расположен на пересечении одной горизонтальной и одной вертикальной линии. ЗЭ, объединенные общим горизонтальным проводом, принято называть строкой (**row**). Запоминающие элементы, подключенные к общему вертикальному проводу, называют столбцом (**column**). Фактически вертикальных проводов в микросхеме должно быть, по крайней мере, вдвое больше, чем это требуется для адресации, поскольку к каждому ЗЭ необходимо подключить линию, по которой будет передаваться считываемая и записываемая информация.

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.42/62

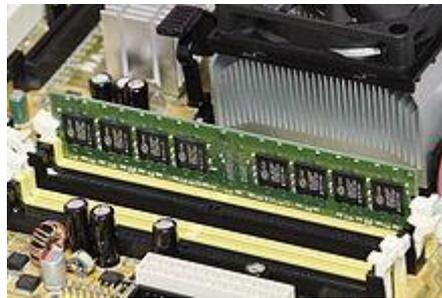
Совокупность запоминающих элементов и логических схем, связанных с выбором строк и столбцов, называют ядром микросхемы памяти. Помимо ядра, в микросхеме имеется еще интерфейсная логика, обеспечивающая взаимодействие ядра с внешним миром. В ее задачи, в частности, входит коммутация нужного столбца на выход при считывании и на вход - при записи. На физическую организацию ядра, как матрицы однобитовых ЗЭ, накладывается логическая организация памяти, под которой понимается разрядность микросхемы, то есть количество линий ввода/вывода. Разрядность микросхемы определяет количество ЗЭ, имеющих один и тот же адрес (такая совокупность запоминающих элементов называется ячейкой), то есть каждый столбец содержит столько разрядов, сколько есть линий ввода/вывода данных. Для уменьшения числа контактов микросхемы адреса строки и столбца в большинстве микросхем подаются через одни и те же контакты последовательно во времени (мультиплексируются) и запоминаются, соответственно, в регистре адреса строки и регистре адреса столбца микросхемы.

Мультиплексирование обычно реализуется внешней логикой. Для синхронизации процессов фиксации и обработки адресной информации адрес строки (RA) сопровождается сигналом RAS (RowAddressStrobe - строб строки), а адрес столбца (CA) - сигналом CAS (ColumnAddressStrobe - строб столбца). Чтобы стробирование было надежным, эти сигналы подаются с задержкой, достаточной для завершения переходных процессов на шине адреса  $j/l$  в адресных цепях микросхемы. Сигнал выбора микросхемы CS (CrystalSelect) разрешает работу схемы и используется для выбора определенной микросхемы в системах, состоящих из нескольких микросхем. Вход WE (WriteEnable - разрешение записи) определяет вид выполняемой операции (считывание или запись). На все время, пока микросхемы памяти не используют шину данных, информационные выходы микросхемы переводятся в третье (высоко импедансное) состояние. Управление переключением в третье состояние обеспечивается сигналом OE (OutputEnable - разрешение выдачи выходных сигналов). Этот сигнал активизируется при выполнении операции чтения. На рисунке (см. рисунок ниже) представлено изображение ОЗУ на принципиальных схемах (символическое обозначение ОЗУ).



Символическое обозначение ОЗУ

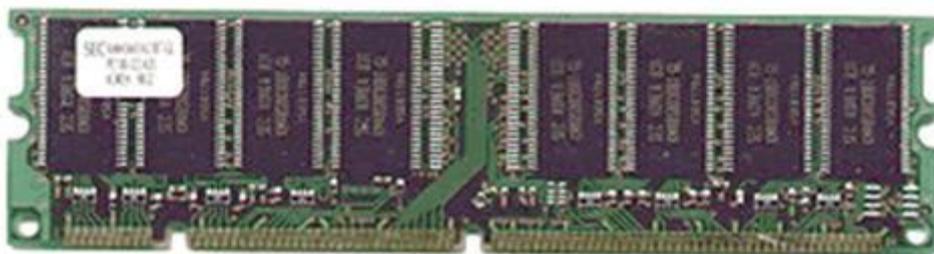
Ниже показан внешний вид некоторых типов модулей оперативной памяти



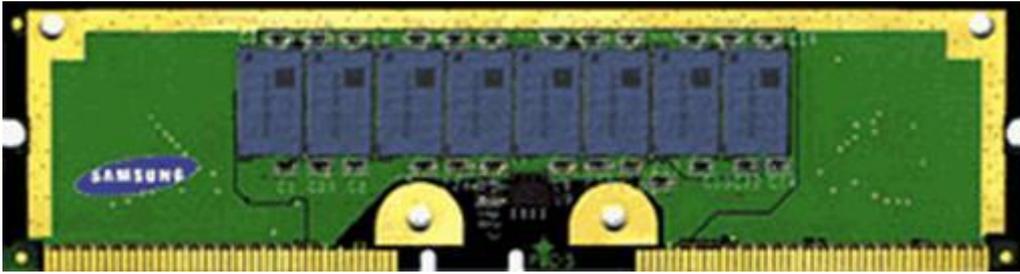
Модуль оперативной памяти DRAM, вставленный в материнскую плату



Модуль памяти Registered DIMM



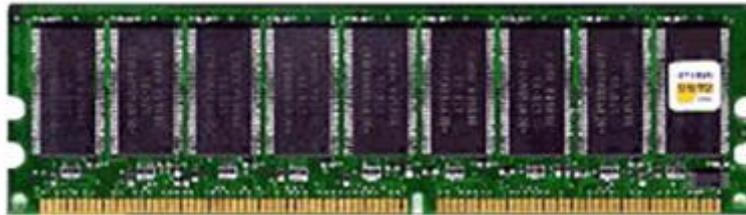
## Стандартный модуль памяти SDRAM PC100



Модуль памяти DRDRAM



Модуль памяти SO-DIMM



Модуль памяти DDR DIMM

*Ход работы:*

1. Начертить в отчёте структурную схему микросхемы памяти. Объяснить назначение элементов. Выписать обозначение и назначение управляющих сигналов.
2. Извлечь из материнской платы модуль оперативной памяти.
3. Определить тип модуля оперативной памяти, основные параметры - записать в отчёте.
4. Взять у преподавателя микросхемы и модули памяти. Записать в отчёте всё, что вы можете о них сказать.
5. Оформить отчёт, сделав выводы о проделанной работе.

*Контрольные вопросы:*

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.45/62

1. К какому типу памяти относится ОЗУ (оперативное запоминающее устройство)? В чём её особенности?
2. Дайте понятие регенерации. В чём её необходимость?
3. Назовите виды микросхем ОЗУ. Сравните их между собой.
4. Сравните надёжность микросхем ОЗУ в зависимости от степени интеграции.
5. Что обозначает разрядность шины памяти?
6. Дайте понятие банка памяти.
7. За счёт чего компьютер распознаёт модули памяти?
8. В чём назначение металлических экранов, закрывающих модули памяти с обеих сторон?
9. Что обозначают тактовая частота и пропускная способность модуля памяти? Как влияют на ЭВМ их величины?
10. Объясните назначение КЭШ в модулях памяти. Какие требования предъявляются к КЭШ? Чем достигается их выполнение?
11. Назовите преимущества и недостатки Direct Rambus DRAM.
12. Из чего состоит ячейка памяти? Как обеспечивается доступ к ней?

**РАЗДЕЛ 3 МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ**  
**Тема 3.1 Микропроцессорные системы**  
**Практическое занятие №6 Изучение системных плат ПК**

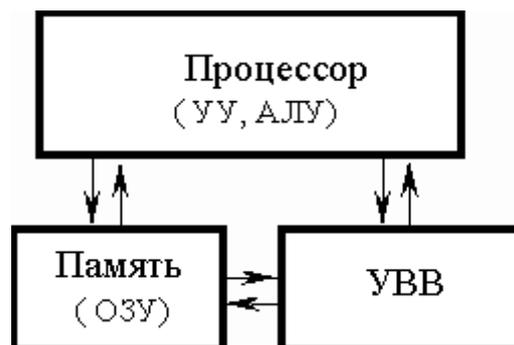
*Цель занятия:*

1. Закрепление темы 3.1. Микропроцессорные системы
2. Получение практических навыков работы с типовыми узлами вычислительной техники

*Общие сведения*

**Основные принципы построения ЭВМ** были сформулированы американским учёным Джоном фон Нейманом в 40-х годах 20 века:

1. Любую ЭВМ образуют три основных компонента: процессор, память и устройства ввода-вывода (УВВ).



2. Информация, с которой работает ЭВМ делится на два типа:

- набор команд по обработке (программы);
- данные подлежащие обработке.

3. И команды, и данные вводятся в память (ОЗУ) – **принцип хранимой программы.**

4. Руководит обработкой процессор, устройство управления (УУ) которого выбирает команды из ОЗУ и организует их выполнение, а арифметико-логическое устройство (АЛУ) проводит арифметические и логические операции над данными.

5. С процессором и ОЗУ связаны устройства ввода-вывода (УВВ).

Архитектура современных персональных компьютеров основана на **магистрально-модульном принципе.** Информационная связь между устройствами компьютера осуществляется через **системную шину** (другое название - системная магистраль).

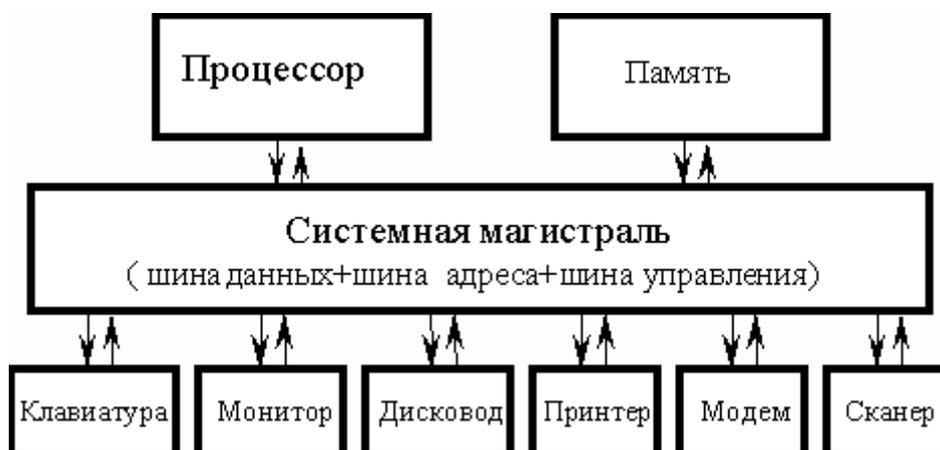
Шина - это кабель, состоящий из множества проводников. По одной группе проводников - **шине данных** передается обрабатываемая информация, по другой - **шине адреса** - адреса памяти или внешних устройств, к которым обращается процессор. Третья часть магистрали - **шина управления**, по ней передаются управляющие сигналы (например, сигнал готовности устройства к работе, сигнал к началу работы устройства и др).

Системная шина характеризуется **тактовой частотой и разрядностью.** Количество одновременно передаваемых по шине бит называется **разрядностью шины.** **Тактовая частота** характеризует число элементарных операций по передаче данных в 1 секунду. Разрядность шины измеряется в битах, тактовая частота – в мегагерцах.

Всякая информация, передаваемая от процессора к другим устройствам по шине данных, сопровождается **адресом**, передаваемым по адресной шине. Это

может быть адрес ячейки памяти или адрес периферийного устройства. Необходимо, чтобы разрядность шины позволила передать адрес ячейки памяти. Таким образом, разрядностью шины ограничивается объем оперативной памяти ЭВМ, он не может быть больше чем  $2^n$ , где  $n$  – разрядность шины. Важно, чтобы производительности всех подсоединённых к шине устройств были согласованы. Неразумно иметь быстрый процессор и медленную память или быстрый процессор и память, но медленный винчестер.

Ниже представлена схема устройства компьютера, построенного по магистральному принципу:



В современных ЭВМ реализован **принцип открытой архитектуры**, позволяющий пользователю самому комплектовать нужную ему конфигурацию компьютера и производить при необходимости её модернизацию. **Конфигурацией** компьютера называют фактический набор компонентов ЭВМ, которые составляют компьютер. Принцип открытой архитектуры позволяет менять состав устройств ЭВМ. К информационной магистрали могут подключаться дополнительные периферийные устройства, одни модели устройств могут заменяться на другие.

Аппаратное подключение периферийного устройства к магистрали на физическом уровне осуществляется через специальный блок - контроллер (другие названия - адаптер, плата, карта). Для установки контроллеров на материнской плате имеются специальные разъёмы - **слоты**.

Программное управление работой периферийного устройства производится через программу - **драйвер**, которая является компонентой операционной системы. Так как существует огромное количество разнообразных устройств, которые могут

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.48/62

быть установлены в компьютер, то обычно к каждому устройству поставляется драйвер, взаимодействующий непосредственно с этим устройством.

Связь компьютера с внешними устройствами осуществляется через **порты** – специальные разъёмы на задней панели компьютера. Различают **последовательные** и **параллельные** порты. Последовательные (COM – порты) служат для подключения манипуляторов, модема и передают небольшие объёмы информации на большие расстояния. Параллельные (LPT - порты) служат для подключения принтеров, сканеров и передают большие объёмы информации на небольшие расстояния. В последнее время широкое распространение получили последовательные универсальные порты (USB), к которым можно подключать различные устройства.

Минимальная конфигурация компьютера включает в себя: системный блок, монитор, клавиатуру и мышь.

**Системный блок** – основная часть компьютера. Он состоит из металлического корпуса, в котором располагаются основные компоненты компьютера. С ним соединены кабелями клавиатура, мышь и монитор. Внутри системного блока расположены:

- **материнская плата**, на которой находятся микропроцессор, системная шина, оперативная память, коммуникационные разъёмы, микросхемы управления различными компонентами компьютера, счётчик времени, системы индикации и защиты;
- **микропроцессор**, который выполняет все поступающие команды, производит вычисления и управляет работой всех компонентов компьютера;
- **оперативная память**, предназначенная для временного хранения программ и данных;
- **системная шина**, осуществляющая информационную связь между устройствами компьютера;
- **блок питания**, преобразующий электропитание сети в постоянный ток низкого напряжения, подаваемый на электронные схемы компьютера;
- **вентиляторы** для охлаждения греющихся элементов;
- **устройства внешней памяти**, к которым относятся накопители на гибких и жестких магнитных дисках, дисковод для компакт-дисков CD-ROM, предназначенные для длительного хранения информации.

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.49/62

Аппаратной основой системного блока является материнская плата - самостоятельный элемент, который управляет внутренними связями и с помощью системы прерываний взаимодействует с внешними устройствами. На материнской плате расположены все важнейшие микросхемы.

#### *Ход работы*

1. Открыть корпус системного блока, освободить крепление системной (материнской) платы и вынуть плату из системного блока.

2. На системной (материнской) плате найти центральный процессор (ЦП). В отчёте схематически изобразить ЦП на системной (материнской) плате, описать его тип и основные характеристики.

3. На системной (материнской) плате найти основные микросхемы. В отчёте схематически изобразить найденные микросхемы на системной (материнской) плате и описать их назначение.

4. Найти на системной (материнской) плате все разъёмы, слоты и в отчёте кратко описать их типы и назначение. Указать их место на плате (пп. 2-3).

5. Найти на системной (материнской) плате интерфейсные разъёмы. В отчёте перечислить разъёмы и отметить их назначение.

6. Оформить отчёт.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Какое место в ЭВМ занимает ЦП? Какие функции он выполняет? Назовите его компоненты и их назначение.

2. В чём назначение системной шины?

3. Что вы понимаете под разрядностью шины? Чем она определяется? В каких единицах измеряется? Связаны ли (если связаны, то как?) разрядность шины и объём ОЗУ?

4. Назовите чипсеты системной платы. Какую роль они играют в работе ПК?

5. Что характеризует тактовая частота системной шины? В каких единицах она измеряется?

6. Что входит в понятие «интерфейс»? Назовите интерфейсные разъёмы на системной плате.

### **Практическое занятие №7 Изучение блоков и деталей ЭВМ**

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.50/62

*Цель занятия:*

1.Закрепление темы 3.1. Микропроцессорные системы

2.Получение практических навыков работы с типовыми узлами вычислительной техники

*Общие сведения*

**Системный блок** – основная часть компьютера. Он состоит из металлического корпуса, в котором располагаются основные компоненты компьютера. С ним соединены кабелями клавиатура, мышь и монитор. Внутри системного блока расположены:

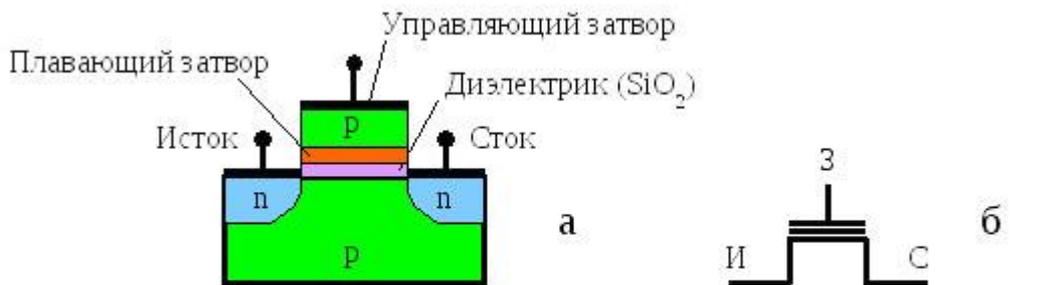
- **микропроцессор**, который выполняет все поступающие команды, производит вычисления и управляет работой всех компонентов компьютера;
- **оперативная память**, предназначенная для временного хранения программ и данных;
- **системная шина**, осуществляющая информационную связь между устройствами компьютера;
- **материнская плата**, на которой находятся микропроцессор, системная шина, оперативная память, коммуникационные разъемы, микросхемы управления различными компонентами компьютера, счётчик времени, системы индикации и защиты;
- **блок питания**, преобразующий электропитание сети в постоянный ток низкого напряжения, подаваемый на электронные схемы компьютера;
- **вентиляторы** для охлаждения греющихся элементов;
- **устройства внешней памяти**, к которым относятся накопители на гибких и жестких магнитных дисках, дисковод для компакт-дисков CD-ROM, предназначенные для длительного хранения информации;

FLASH память. Флеш память хранит информацию в массиве «ячеек», каждая из которых традиционно хранит по одному биту информации. Каждая ячейка - это транзистор с плавающим затвором. Более новые устройства (иногда их еще называют многозарядными устройствами) могут содержать более 1 бит в ячейке, используя два или больше уровне электрических зарядов, расположенных при плавающем затворе ячейки. А если на плавающий затвор поместить избыточный отрицательный заряд (электрон) и подать положительное напряжение на управляющий затвор, то он компенсирует создаваемое управляющим затвором

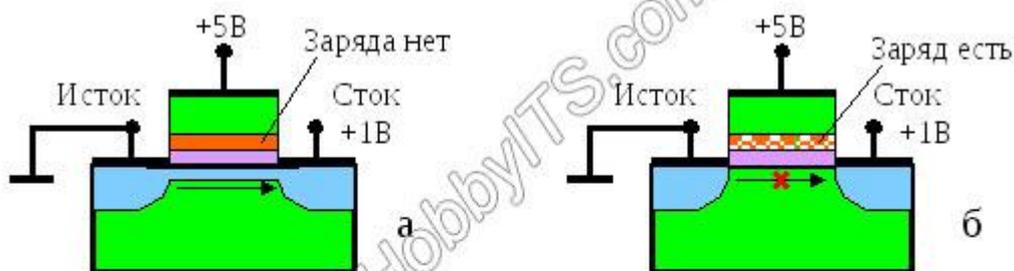
электрическое поле и не даст образовываться каналу проводимости, а значит транзистор будет находиться в закрытом состоянии.

Наличие или отсутствие заряда на плавающем затворе точно определяет состояние открыт или закрыт транзистор, когда подается одно и тоже положительное напряжение на управляющий затвор. Если мы будем рассматривать подачу напряжения на управляющий затвор, как инициализацию ячейки памяти, то по тому, какое напряжение между истоком и стоком можно судить о наличии или отсутствии заряда на плавающем затворе.

Таким образом, получается своеобразная элементарная ячейка памяти, способная сохранять один информационный бит. Ко всему этому очень важно, чтобы заряд на плавающем затворе мог сохраняться там долго, как при инициализации ячейки памяти, так и при отсутствии напряжения на управляющем затворе. Только в этом случае ячейка памяти будет энергонезависимой.



**Структура полевого транзистора с плавающим затвором (а) и его обозначение на электрических схемах (б).**



**Чтение логического «ноля» (а) и логической «единицы» (б) из ячейки памяти на основе полевого транзистора с плавающим затвором.**

Чтобы удалить заряд с плавающего затвора (выполнить стирания ячейки памяти) на управляющий затвор подается высокое отрицательное напряжение (около 9 В), а на область истока подается положительное напряжение. Это приводит

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.52/62

к тому, что электроны туннелируют из области плавающего затвора в область истока. Таким образом, происходит квантовое туннелирование Фаулера - Нордгейма (Fowler - Nordheim).

#### *Ход работы*

1. Открыть системный блок.
2. Перечислить в отчёте устройства, закреплённые внутри системного блока, отметить тип, основные параметры, дать краткую характеристику.
3. Закрыть системный блок, закрепить крепления.
4. По пунктам 2-3 оформить отчёт.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Назовите конструктивные элементы системного блока.
2. Что такое адрес ячейки памяти ЭВМ?
3. Что такое адресное пространство ЭВМ, чем определяются его размеры?
4. Процессор ЭВМ, его компоненты и их назначение.
5. Для чего в процессоре нужно устройство управления?
6. Что собой представляет шина компьютера? Каковы функции общей шины (магистральной)?
7. Какую функцию выполняют контроллеры?
8. Как конструктивно выполнены современные микропроцессоры?
9. Что собой представляет гибкий диск?
10. В чём суть магнитного кодирования двоичной информации?
11. Как работают накопители на гибких магнитных дисках и накопители на жёстких магнитных дисках?
12. Каковы достоинства и недостатки накопителей на компакт-дисках?

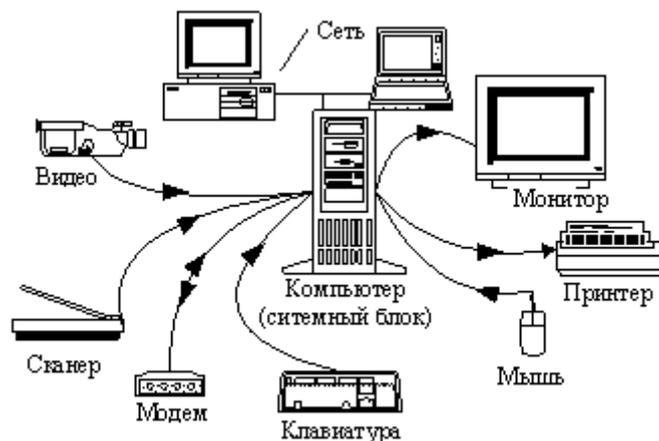
### **Практическое занятие №8 Изучение периферийных устройств ЭВМ**

#### *Цель занятия:*

1. Закрепление темы 3.1. Микропроцессорные системы
2. Получение практических навыков работы с устройствами вычислительной техники

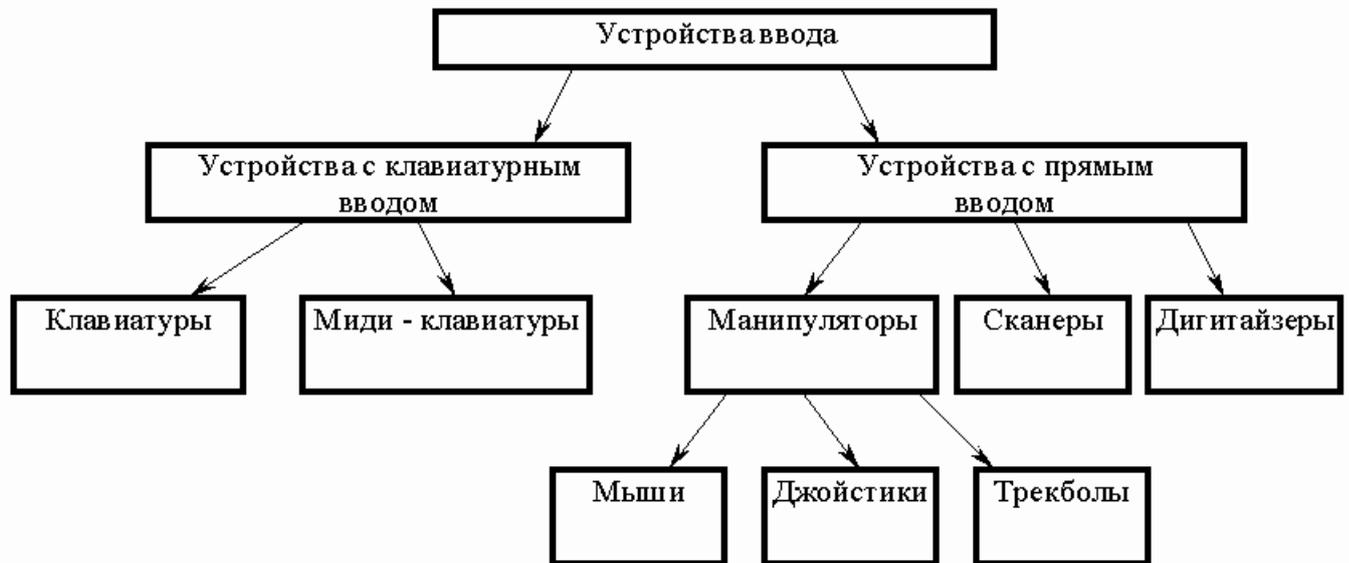
#### *Общие сведения*

Компьютер обменивается информацией с внешним миром с помощью **периферийных устройств**. Только благодаря периферийным устройствам человек может взаимодействовать с компьютером, а также со всеми подключенными к нему устройствами. Любое подключенное периферийное устройство в каждый момент времени может быть или занято выполнением порученной ему работы или пребывать в ожидании нового задания. Влияние скорости работы периферийных устройств на эффективность работы с компьютером не меньше, чем скорость работы его центрального процессора. Скорость работы внешних устройств от быстродействия процессора не зависит. Наиболее распространенные периферийные устройства приведены на рисунке:



Периферийные устройства делятся на устройства ввода и устройства вывода. Устройства ввода преобразуют информацию в форму понятную машине, после чего компьютер может ее обрабатывать и запоминать. **Устройства вывода** переводят информацию из машинного представления в образы, понятные человеку.

Ниже приведена классификация устройств ввода:



Самым известным устройством ввода информации является **клавиатура** (keyboard) – это стандартное устройство, предназначенное для ручного ввода информации. Работой клавиатуры управляет контроллер клавиатуры, расположенный на материнской плате и подключаемый к ней через разъем на задней панели компьютера. При нажатии пользователем клавиши на клавиатуре, контроллер клавиатуры преобразует код нажатой клавиши в соответствующую последовательность битов и передает их компьютеру. Отображение символов, набранных на клавиатуре, на экране компьютера называется эхом. Обычная современная клавиатура имеет, как правило, 101-104 клавиши, среди которых выделяют алфавитно-цифровые клавиши, необходимые для ввода текста, клавиши управления курсором и ряд специальных и управляющих клавиш. Существуют беспроводные модели клавиатуры, в них связь клавиатуры с компьютером осуществляется посредством инфракрасных лучей.

Наиболее важными характеристиками клавиатуры являются чувствительность ее клавиш к нажатию, мягкость хода клавиш и расстояние между клавишами. На долговечность клавиатуры определяется количеством нажатий, которые она рассчитана выдержать. Клавиатура проектируется таким образом, чтобы каждая клавиша выдерживала 30-50 миллионов нажатий.

К **манипуляторам** относят устройства, преобразующие движения руки пользователя в управляющую информацию для компьютера. Среди манипуляторов выделяют **мыши, трекболы, джойстики**.

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.55/62

**Мышь** предназначена для выбора и перемещения графических объектов экрана монитора компьютера. Для этого используется указатель, перемещением которого по экрану управляет мышь. Мышь позволяет существенно сократить работу человека с клавиатурой при управлении курсором и вводе команд. Особенно эффективно мышь используется при работе графическими редакторами, издательскими системами, играми. Современные операционные системы также активно используют мышь для управляющих команд.

У мыши могут быть одна, две или три клавиши. Между двумя крайними клавишами современных мышей часто располагают **скрол**. Это дополнительное устройство в виде колесика, которое позволяет осуществлять прокрутку документов вверх-вниз и другие дополнительные функции.

Мышь состоит из пластикового корпуса, сверху находятся кнопки, соединенные с микропереключателями. Внутри корпуса находится обрезиненный металлический шарик, нижняя часть которого соприкасается с поверхностью стола или специального коврика для мыши, который увеличивает сцепление шарика с поверхностью. При движении манипулятора шарик вращается и передает движение на соединенные с ним датчики продольного и поперечного перемещения. Датчики преобразуют движения шарика в соответствующие импульсы, которые передаются по проводам мыши в системный блок на управляющий контроллер. Контроллер передает обработанные сигналы операционной системе, которая перемещает графический указатель по экрану. В беспроводной мыши данные передаются с помощью инфракрасных лучей. Существуют оптические мыши, в них функции датчика движения выполняют приемники лазерных лучей, отраженных от поверхности стола.

**Трекбол** по функциям близок мыши, но шарик в нем больших размеров, и перемещение указателя осуществляется вращением этого шарика руками. Трекбол удобен тем, что его не требуется перемещать по поверхности стола, которого может не быть в наличии. Поэтому, по сравнению с мышью, он занимает на столе меньше места. Большинство переносных компьютеров оснащаются встроенным трекболом.

**Джойстик** представляет собой основание с подвижной рукояткой, которая может наклоняться в продольном и поперечном направлениях. Рукоятка и основание снабжаются кнопками. Внутри джойстика расположены датчики, преобразующие угол и направление наклона рукоятки в соответствующие сигналы, передаваемые

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.56/62

операционной системе. В соответствии с этими сигналами осуществляется перемещение и управление графических объектов на экране.

**Дигитайзер** – это устройство для ввода графических данных, таких как чертежи, схемы, планы и т.п. Он состоит из планшета, соединенного с ним визира или специального карандаша. Перемещая карандаш по планшету, пользователь рисует изображение, которое выводится на экран.

**Сканер** – устройство ввода графических изображений в компьютер. В сканер закладывается лист бумаги с изображением. Устройство считывает его и пересылает компьютеру в цифровом виде. Во время сканирования вдоль листа с изображением плавно перемещается мощная лампа и линейка с множеством расположенных на ней в ряд светочувствительных элементов. Обычно в качестве светочувствительных элементов используют фотодиоды. Каждый светочувствительный элемент вырабатывает сигнал, пропорциональный яркости отраженного света от участка бумаги, расположенного напротив него. Яркость отраженного луча меняется из-за того, что светлые места сканируемого изображения отражают гораздо лучше, чем темные, покрытые краской. В цветных сканерах расположено три группы светочувствительных элементов, обрабатывающих соответственно красные, зеленые и синие цвета. Таким образом, каждая точка изображения кодируется как сочетание сигналов, вырабатываемых светочувствительными элементами красной, зеленой и синей групп. Закодированный таким образом сигнал передается на контроллер сканера в системный блок.

Различают **сканеры ручные, протягивающие и планшетные**. В ручных сканерах пользователь сам ведет сканер по поверхности изображения или текста. Протягивающие сканеры предназначены для сканирования изображений на листах только определенного формата. Протягивающее устройство таких сканеров последовательно перемещает все участки сканируемого листа над неподвижной светочувствительной матрицей. Наибольшее распространение получили планшетные сканеры, которые позволяют сканировать листы бумаги, книги и другие объекты, содержащие изображения. Такие сканеры состоят из пластикового корпуса, закрываемого крышкой. Верхняя поверхность корпуса выполняется из оптически прозрачного материала, на который кладется сканируемое изображение. После этого изображение закрывается крышкой и производится сканирование. В процессе сканирования под стеклом перемещается лампа со светочувствительной матрицей.

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.57/62

Главные характеристики сканеров - это скорость считывания, которая выражается количеством сканируемых страниц в минуту (pagesperminute - ppm), и разрешающая способность, выражаемая числом точек получаемого изображения на дюйм оригинала (dotsperinch - dpi).

После ввода пользователем исходных данных компьютер должен их обработать в соответствии с заданной программой и вывести результаты в форме, удобной для восприятия пользователем или для использования другими автоматическими устройствам посредством **устройств вывода**.

Выводимая информация может отображаться в графическом виде, для этого используются **мониторы, принтеры** или **плоттеры**. Информация может также воспроизводиться в виде звуков с помощью **акустических колонок** или **головных телефонов**, регистрироваться в виде тактильных ощущений в технологии виртуальной реальности, распространяться в виде управляющих сигналов устройства автоматики, передаваться в виде электрических сигналов по сети.

**Монитор (дисплей)** является основным устройством вывода графической информации. **По размеру диагонали** экрана выделяют мониторы 14-дюймовые, 15-дюймовые, 17-дюймовые, 19-дюймовые, 21-дюймовые. Чем больше диагональ монитора, тем он дороже. **По цветности** мониторы бывают монохромные и цветные. Любое изображение на экране монитора образуется из светящихся разными цветами точек, называемых пикселями (это название происходит от PICture CELL - элемент картинки). **Пиксель** – это самый мелкий элемент, который может быть отображен на экране. Чем качественнее монитор, тем меньше размер пикселей, тем четче и контрастнее изображение, тем легче прочесть самый мелкий текст, а значит, и меньше напряжение глаз. **По принципу действия** мониторы подразделяются на **мониторы с электронно-лучевой трубкой** (CatodeRayTube - CRT) и **жидкокристаллические** - (LiquidCrystalDisplay - LCD).

В мониторах с электронно-лучевой трубкой изображение формируется с помощью зерен люминофора – вещества, которое светится под воздействием электронного луча. Различают три типа люминофоров в соответствии с цветами их свечения: красный, зеленый и синий. Цвет каждой точки экрана определяется смешением свечения трех разноцветных точек (триады), отвечающих за данный пиксель. Яркость соответствующего цвета меняется в зависимости от мощности электронного пучка, попавшего в соответствующую точку. Электронный пучок формируется с помощью электронной пушки. Электронная пушка состоит из

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.58/62

нагреваемого при прохождении электрического тока проводника с высоким удельным электрическим сопротивлением, эмитирующего электроны покрытия, фокусирующей и отклоняющей системы.

При прохождении электрического тока через нагревательный элемент электронной пушки, эмитирующее покрытие, нагреваясь, начинает испускать электроны. Под действием ускоряющего напряжения электроны разгоняются и достигают поверхности экрана, покрытой люминофором, который начинает светиться. Управление пучком электронов осуществляется отклоняющей и фокусирующей системой, которые состоят из набора катушек и пластин, воздействующих на электронный пучок с помощью магнитного и электрического полей. В соответствии с сигналами развертки, подаваемыми на электронную пушку, электронный луч побегает по каждой строчке экрана, последовательно высвечивая соответствующие точки люминофора. Дойдя до последней точки, луч возвращается к началу экрана. Таким образом, в течение определенного периода времени изображение перерисовывается. Частоту смены изображений определяет частота горизонтальной синхронизации. Это один из наиболее важных параметров монитора, определяющих степень его вредного воздействия на глаза. В настоящее время гигиенически допустимый минимум частоты горизонтальной синхронизации составляет 80 Гц, у профессиональных мониторов она составляет 150 Гц.

Современные мониторы с электронно-лучевой трубкой имеют специальное антибликовое покрытие, уменьшающее отраженный свет окон и осветительных приборов. Кроме того, монитор покрывают антистатическим покрытием и пленкой, защищающей от электромагнитного излучения. Дополнительно на монитор можно установить защитный экран, который необходимо подсоединить к заземляющему проводу, что также защитит от электромагнитного излучения и бликов. Уровни излучения мониторов нормируются в соответствии со стандартами LR, MPR и MPR-II.

Жидкокристаллические мониторы имеют меньшие размеры, потребляют меньше электроэнергии, обеспечивают более четкое статическое изображение. В них отсутствуют типичные для мониторов с электронно-лучевой трубкой искажения. Принцип отображения на жидкокристаллических мониторах основан на поляризации света. Источником излучения здесь служат лампы подсветки, расположенные по краям жидкокристаллической матрицы. Свет от источника света однородным потоком проходит через слой жидких кристаллов. В зависимости от того, в каком

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.59/62

состоянии находится кристалл, проходящий луч света либо поляризуется, либо не поляризуется. Далее свет проходит через специальное покрытие, которое пропускает свет только определенной поляризации. Там же происходит окраска лучей в нужную цветовую палитру. Жидкокристаллические мониторы практически не производят вредного для человека излучения.

Для получения копий изображения на бумаге применяют **принтеры**, которые классифицируются:

- **по способу получения изображения:** матричные, струйные, лазерные;
- **по способу формирования изображения:** последовательные, строчные, страничные;
- **по способу печати:** ударные, безударные;
- **по цветности:** чёрно-белые, цветные.

Наиболее распространены принтеры матричные, лазерные и струйные принтеры. **Матричные принтеры** схожи по принципу действия с печатной машинкой. Печатающая головка перемещается в поперечном направлении и формирует изображение из множества точек, ударяя иголками по красящей ленте. Красящая лента перемещается через печатающую головку с помощью микроэлектродвигателя. Соответствующие точки в месте удара иголок отпечатываются на бумаге, расположенной под красящей лентой. Бумага перемещается в продольном направлении после формирования каждой строчки изображения. Полиграфическое качество изображения, получаемого с помощью матричных принтеров низкое и они шумны во время работы. Основное достоинство матричных принтеров - низкая цена расходных материалов и невысокие требования к качеству бумаги.

**Струйный принтер** относится к безударным принтерам. Изображение в нем формируется с помощью чернил, которые распыляются через капилляры печатающей головки.

**Лазерный принтер** также относится к безударным принтерам. Он формирует изображение постранично. Первоначально изображение создается на фото барабане, который предварительно электризуется статическим электричеством. Луч лазера в соответствии с изображением снимает статический заряд на белых участках рисунка. Затем на барабан наносится специальное красящее вещество – **тонер**, который прилипает к фото барабану на участках с неснятым статическим

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.60/62

зарядом. Затем тонер переносится на бумагу и нагревается. Частицы тонера плавятся и прилипают к бумаге.

Для ускорения работы, принтеры имеют собственную память, в которой они хранят образ информации, подготовленной к печати.

К основным характеристикам принтеров можно относиться:

- ширина каретки, которая обычно соответствует бумажному формату А3 или А4;

- скорость печати, измеряемая количеством листов, печатаемым в минуту

- качество печати, определяемое разрешающей способностью принтера - количеством точек на дюйм линейного изображения. Чем разрешение выше, тем лучше качество печати.

- расход материалов: лазерным принтером - порошка, струйным принтером - чернил, матричным принтером - красящих лент.

**Плоттер (графопостроитель)** – это устройство для отображения векторных изображений на бумаге, кальке, пленке и других подобных материалах. Плоттеры снабжаются сменными пишущими узлами, которые могут перемещаться вдоль бумаги в продольном и поперечном направлениях. В пишущий узел могут вставляться цветные перья или ножи для резки бумаги. Графопостроители могут быть миниатюрными, и могут быть настолько большими, что на них можно вычертить кузов автомобиля или деталь самолета в натуральную величину.

#### *Ход работы*

1.Перечислить в отчёте периферийные приборы, находящиеся на рабочем столе.

2.Подключить периферийные приборы (п.1) к системному блоку.

3.В отчете дать краткую характеристику периферийных приборов, описать интерфейсы и ПО.

4.Оформить отчёт.

#### *Контрольные вопросы:*

1.Дайте понятие драйвера в ПО компьютера. Чем является драйвер для подключаемого к ПК устройству?

2. Перечислите устройства ввода информации.

3. Перечислите устройства вывода информации.

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.61/62

4.Какие типы видеоплат используются в современных компьютерах?

5.Назовите главные компоненты и основные управляющие клавиши клавиатуры.

6. Перечислите основные компоненты видеосистемы компьютера.

7. Как формируется изображение на экране цветного монитора?

8. Как устроены жидкокристаллические мониторы? Проведите сравнение таких мониторов с мониторами, построенными на основе ЭЛТ.

9. Опишите работу матричных, лазерных и струйных принтеров.

10. Чем работа плоттера отличается от работы принтера?

11. Опишите способ передачи информации посредством модема.

12. Перечислите основные виды манипуляторов и опишите принципы их работы

МО-11 02 03-ОП.04.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	С.62/62

### Используемые источники литературы

Виды источников	Наименование рекомендуемых учебных изданий
<b>Основные</b>	Соколова, В. В. Вычислительная техника и информационные технологии. Разработка мобильных приложений : учебное пособие для вузов / В. В. Соколова. - Москва : Юрайт, 2022. - 175 on-line. - (Высшее образование).
	Пятибратов, А. П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. П. Пятибратов ; ред. Л. П. Гудыно. - М. : КноРус, 2019
	Шевченко, В. П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Шевченко. - М. : КноРус, 2019.
<b>Дополнительные,</b>	Т.Л.Партыка, И.И.Попов «Вычислительная техника» Москва: Форум, 2010г
<b>Электронные образовательные ресурсы</b>	1. ЭБС «Book.ru», <a href="https://www.book.ru">https://www.book.ru</a> 2. ЭБС «ЮРАЙТ» <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a> 3. ЭБС «Академия», <a href="https://www.academia-moscow.ru">https://www.academia-moscow.ru</a> 4. Издательство «Лань», <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> 5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», <a href="https://www.biblioclub.ru">https://www.biblioclub.ru</a>
<b>Периодические издания</b>	Журнал «Радио»; Журнал «Эксплуатация морского транспорта»; Журнал «Морские вести России»; Журнал «Морской Флот»; Журнал «Стандарты и качество». Научно-технический сборник российского морского регистра судоходства.