

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

**Кафедра промышленной электроники**

**В.Л. Савчук**

**ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА СБОРА,  
ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ**

**Учебное методическое пособие  
для студентов направления 11.04.04  
«Электроника и наноэлектроника»**

**2018**

**Савчук В.Л.**

Электронные средства сбора, обработки и отображения информации: учебное методическое пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2018. — 29 с.

© Савчук Виктор Леонидович, 2018

© ТУСУР, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение.....	4
2 Содержание лекционного курса .....	5
3 Методические указания .....	7
4 Контрольные вопросы к разделам 1—2 .....	9
5 Контрольные вопросы к разделам 3—5 .....	10
6 Контрольные вопросы к разделу 6 .....	10
7 Контрольные вопросы к разделу 7 .....	11
8 Индивидуальное задание .....	12
9 Этапы выполнения индивидуального задания .....	14
9.1 Обзор литературы .....	14
9.2 Формирование и конкретизация технического задания .....	15
9.3 Разработка структуры системы сбора и отображения информации .....	17
9.4 Выбор элементной базы, разработка и расчет электрической принципиальной схемы .....	20
10 Контрольные этапы и их максимальный рейтинг .....	20
11 Список рекомендуемой литературы .....	22
Приложение. Пример выполнения индивидуального задания .....	23

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Электронные средства сбора, обработки и отображения информации» относится к вариативной части программы магистратуры и изучается в третьем семестре обучения.

Целью освоения дисциплины является изучение средств отображения информации, представляющих собой сочетание программных и аппаратных средств обмена информацией между человеком и различными электронными устройствами, автоматизированными и вычислительными системами.

Задачами изучения дисциплины является получение знаний по аппаратным и программным способам реализации систем сбора и отображения информации, приобретение навыков проектирования сложных систем на основе комплексного подхода, учитывающего психологические основы восприятия информации человеком, методы формирования информационных моделей, фотометрические и электрические характеристики электронных индикаторов, структуры и режимы устройств управления ими.

Для освоения данной дисциплины необходимы, как предшествующие, «Измерительная техника и датчики», «Методы математического моделирования» которые изучаются в первом семестре и курс «Компьютерные технологии в научных исследованиях», изучаемый во втором семестре.

В результате изучения предшествующих дисциплин студенты должны обладать следующими компетенциями:

- способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере;
- способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
- готовностью оформлять, представлять, докладывать, и аргументировано защищать результаты выполненной работы;
- способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию;
- готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций магистра:

- способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);
- способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);
- готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7).

Данное пособие включает материалы, необходимые для проведения практических занятий и организации самостоятельной работы студентов по дисциплине с учетом действующей рейтинговой системы оценки успеваемости студентов.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

2.1 Назначение и области применения технических средств сбора, обработки и отображения информации.

Содержание курса, его связь с другими дисциплинами. Понятие информации. Информационные системы. Меры количества информации.

2.2 Прием, преобразование и передача информации по каналам связи.

Каналы связи с объектами контроля и управления (проводниковые, кабельные, оптические). Характеристики каналов связи. Помехоустойчивое кодирование. Бесплаузный, манчестерский, квазитроичный и другие сигналы, используемые для передачи данных, схемные решения.

2.3 Общая характеристика средств отображения информации. Классификация.

Общая характеристика и виды систем. Аппаратурные характеристики (информационная емкость, быстродействие и др.).

Классификация и общие характеристики индикаторов. Типы индикаторов. Алфавитно-цифровые индикаторы. Шкальные индикаторы. Жидкие кристаллы. Электролюминесцентные индикаторы. Волоконно-оптические индикаторы.

2.4 Дискретные индикаторы. Устройства управления индикаторами.

Задачи, решаемые устройствами управления индикаторами. Структуры устройств управления (коммутации) большими экранами. Статическая и динамическая индикация.

2.5 Методы и устройства формирования знаковой и графической информации.

Формирование изображений на экране ЭЛТ. Функциональный и растровый метод. Устройства отображения текстовой и графической информации на ЭЛТ. Видеоадаптеры.

2.6 Устройства отображения информации коллективного пользования.

Большие экраны, табло, мнемосхемы. Видеообразователи с ЭЛТ, с промежуточным носителем информации. Лазерные средства отображения информации. Синтезаторы речи.

2.7 Вопросы инженерной психологии.

Психофизиологические требования к системам отображения информации. Эргономические характеристики систем отображения информации. Организация рабочего места оператора.

### 2.8 Лабораторный практикум:

#### Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОПК, ПК
1	2	Исследование кодеров и декодеров последовательных асинхронных систем передачи информации двоичными однополярными сигналами	6	ПК-4 ПК-7
2	2	Исследование частотных модуляторов демодуляторов систем передачи дискретной информации	6	ПК-4 ПК-7
Итого часов			12	

## 2.9 Практические занятия

Тематика практических занятий и формируемые компетенции:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компе-тенции: ОПК,ПК
1.	2	Блочные коды. Синхронный и асинхронный режимы передачи информации. Моделирование беспauseного сигнала и сигнала с паузой	2	ПК-4 ПК-7
2.	2	Формирование биимпульсного, манчестерского и квазитроичного сигналов	1	ПК-3 ПК-7
3.	4	Формирование знаков на индикаторных устройствах. Статические режимы работы	1	ПК-4 ПК-7
4.	5	Формирование знаков на индикаторных устройствах. Динамический режим работы. Расчет схем управления индикаторами	2	ПК-7
5.	6	Структуры устройств управления большими экранами, табло, мнемосхемами. Схемные решения, расчетные соотношения	2	ПК-4 ПК-7
Итого часов			8	

2.8 Формируемые компетенции по разделам дисциплины и видам занятий приведены в таблице.

Разделы дисциплины, виды занятий и формируемые компетенции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб.зан	СРС	Всего час.	Формируемые компетенции
1.	Назначение и области применения средств сбора, обработки и отображения информации	1	-	-	1	2	ОПК-2 ПК-7
2.	Прием, преобразование и передача информации по каналам связи	3	2	12	6	23	ПК-4 ПК-7
3	Общая характеристика средств отображения информации. Классификация	2	-	-	2	4	ПК-4 ПК-7
4.	Дискретные индикаторы. Устройства управления индикаторами	3	2	-	2	7	ПК-4 ПК-7
5	Методы формирования знаковой и графической информации	3	2	-	2	7	ПК-7
6.	Устройства отображения информации коллективного пользования	2	2	-	2	6	ПК-4 ПК-7
7.	Вопросы инженерной психологии	2	-	-	1	3	ПК-7
8.	Индивидуальное задание	-	-	-	20	20	ОПК-2 ПК-3, ПК-7
Итого часов		16	8	12	36	72	

## 2.11. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1	2	3	4	5	6
1	1	Структурное, статистическое и семантическое направления в теории информации.	1	ОПК-2 ПК-7	Контрольная работа
2	2	Подготовка к лабораторным работам, составление отчетов по лабораторным работам.	6	ПК-4 ПК-7	Опрос на лабораторных занятиях
3	3	Статические характеристики СОИ. Динамический диапазон СОИ. Разрешающая способность СОИ	2	ПК-4 ПК-7	Тесты и опрос на практических занятиях
4	4	Активные, пассивные индикаторы. Полупроводниковые индикаторы. Электрофоретические индикаторы	3	ПК-4 ПК-7	Тесты и опрос на практических занятиях
5	5	Формирование знаков на экранах СОИ. Матричный, функциональный, растровый, полиграммный способы формирования знаков	2	ПК-7	Тесты и опрос на практических занятиях
6	6	Видеопреобразователи больших экранов. Лазерные средства отображения информации	2	ПК-4 ПК-7	Контрольная работа
7	7	Инженерная психология и ее роль при разработке СОИ	2	ПК-7	Тесты
8	2, 4-7	Индивидуальное задание	20	ОПК-2 ПК-4 ПК-7	Прием и оценивание задания

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

#### Методические указания к изучению разделов 1—2

При изучении тем разделов 1, 2 необходимо обратить внимание на основные понятия теории информации, различия в структурной, статистической, и семантической мерах информации. Четко знать свойства энтропии для непрерывных сообщений.

Одной из важных динамических характеристик информационных устройств является скорость передачи информации. При изучении следует обратить внимание на зависимость скорости передачи от полосы пропускания канала и погрешности передачи сообщения. Особое внимание следует обратить на рассмотрение различных видов кодов и их характеристик, и наиболее детально на корректирующие коды, обеспечивающие обнаружение и исправление ошибок. Изучить схемы преобразователей кодов.

#### Методические указания к изучению разделов 3—4

В любых средствах отображения информация представляется информационной моделью (ИМ). В ИМ в закодированной форме представляется сущность реальных процессов, явлений, объектов. Кодирование информации осуществляется буквами, условными знаками (символами), геометрическими фигурами и т.д. Набор использу-

мых элементов составляет алфавит информационной модели. Необходимо различать основные типы информационных моделей: буквенно-цифровые, графические, полутонные, комбинированные. Знать основные соотношения, которые необходимо выдерживать (ширина знакоместа, высота, промежутки между знаками), способы формирования знаков — знакомоделирующий и знаковосинтезирующий, их характеристики.

При изучении дискретных индикаторов нужно обратить внимание на то, что по принципу действия все индикаторы можно разделить на две группы: активные и пассивные. Активные индикаторы электрическую энергию непосредственно преобразуют в свет, а пассивные только моделируют внешний световой поток.

#### **Методические указания к изучению раздела 5**

Необходимо четко представлять отличия режимов работы индикаторов (статический и динамический). Знать условия формирования не мелькающего изображения. Поэлементная, построчная, функциональная выборки элементов индикации.

Формирование изображений на экране ЭЛТ. Функциональный и растровый метод. Разновидности растрового метода (полиграммный и микрорастр).

При изучении растрового метода формирования изображений необходимо уяснить, что исходными данными для формирования изображения служат коды отображаемых знаков и их места на экране. Преобразование этой информации в видеосигналы может быть осуществлено двумя путями: программно или аппаратно в устройстве отображения информации. Следует самостоятельно изучить схему формирования видеосигналов при отображении знаковой информации (аппаратный вариант).

#### **Методические указания к изучению раздела 6**

При изучении раздела «Устройства отображения информации коллективного пользования» нужно обратить внимание на то, что наметился существенный разрыв между требованиями, предъявляемыми к экранам на ЭЛТ и уровнем их развития. Основные недостатки устройств отображения информации на ЭЛТ: большая глубина устройств, малые предельные размеры экрана, значительная масса устройств отображения информации.

На устройствах отображения информации коллективного пользования информация группируется, обобщается, причем таким образом, чтобы она наблюдалась всеми операторами, участвующими в процессе управления (центр управления полетами на космодроме, диспетчерская крупного аэропорта и т.п.).

Большие экраны, табло, мнемосхемы. Эти устройства создают соответственно три класса информационных моделей: ситуационные, табличные, специальные. Прозрачные и отражательные экраны. Изучить типы видеопреобразователей для больших экранов.

#### **Методические указания к изучению раздела 7**

Развитие науки и техники по новому ставит вопрос о взаимодействии человека с перспективными техническими средствами. Функции человека в больших системах становятся чрезвычайно разнообразными. Он выступает и как оператор, и как звено связи, объединяющее работу технических средств большой системы, а также как источник, получатель, хранитель и преобразователь информации. Правильное распределение функций между человеком и техническими средствами позволяет построить такую систему более надежной. Надежность работы может быть повышена путем психофизиологического отбора людей, наиболее пригодных к такой деятельности. Практика показала, что необходимо учитывать наряду с техническими параметрами аппаратуры также и психологические, физиологические и антропометрические характеристики человека-оператора.

#### 4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛАМ 1—2

- 4.1 Назовите средство перенесения информации в пространстве или времени.
- 4.2 В какой мере количество информации вычисляется как количество комбинаций элементов?
- 4.3 В какой форме представляются сообщения типа команд управления или выходной информации ЭВМ?
- 4.4 Как называется набор элементов, из которых составляются сообщения?
- 4.5 Какое направление в теории информации рассматривает дискретное строение массивов информации?
- 4.6 Какое направление в теории информации оперирует понятием энтропии?
- 4.7 Какое направление в теории информации учитывает целесообразность, ценность, полезность или существенность информации?
- 4.8 Как называется операция восстановления сообщения по принятому сигналу?
- 4.9 Как называется число символов в кодовой комбинации?
- 4.10 Как называется число ненулевых символов в кодовой комбинации?
- 4.11 Как в комбинаторной мере определяется количество информации?
- 4.12 Дайте определение кодовому расстоянию.
- 4.13 Чему равно минимальное кодовое расстояние в безызбыточном коде?
- 4.14 Какое минимальное кодовое расстояние должен иметь избыточный код, чтобы он мог исправить одиночные ошибки?
- 4.15 Какое минимальное кодовое расстояние должен иметь избыточный код, чтобы он мог исправить ошибки двойной кратности?
- 4.16 Как называется кодирование, обеспечивающее заданную достоверность при передаче или хранении информации путем внесения избыточности?
- 4.17 При высокой избыточности источника сообщения и малых помехах в канале связи какой кодер целесообразно ввести в структуру устройства передачи информации?
- 4.18 При малой избыточности источника сообщений и высоком уровне помех в канале связи какой кодер целесообразно ввести в структуру устройства передачи информации?
- 4.19 Назовите наиболее эффективные системы счисления для систем передачи информации.
- 4.20 Перечислите известные вам взвешенные коды.
- 4.21 Какую обнаруживающую способность имеет код с простой проверкой на четность?
- 4.22 Перечислите основные параметры кодов.
- 4.23 Переведите комбинацию двоичного кода 1110 в код Грея.
- 4.24 При высокой избыточности источника сообщений и высоком уровне помех в канале связи какой кодер целесообразно ввести в структуру устройства передачи информации?
- 4.25 В чем отличие синхронного и асинхронного режима обмена данными?
- 4.26 Каким уровнем формируются стартовые и стоповые биты в асинхронном режиме обмена?
- 4.27 На какие каналы связи (на физическом уровне) ориентированы системы сбора информации?
- 4.28 Какие разряды регистра состояния отводятся для формирования сигнала готовности устройства?

- 4.29 Какие форматы передаваемых данных используются в сетях сбора информации?
- 4.30 В чем отличие параллельного и последовательного интерфейсов?
- 4.31 Какие линии связи рекомендуется использовать в локальных сетях при скорости передачи до 9600 бит/с?
- 4.32 Перечислите основные достоинства волоконно-оптических линий связи.
- 4.33 Какие сигналы используются для передачи информации по физическому каналу?

## 5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛАМ 3—5

- 5.1 Как называется свойство СОИ передавать мелкие детали?
- 5.2 Какой бывает контраст? Что такое контрастность?
- 5.3 Какова максимальная разрешающая способность СОИ (через угловое расстояние)?
- 5.4 Как называются символы, используемые для отображения трехмерной информации?
- 5.5 К какой группе символов относят символику тонографии?
- 5.6 Что определяют инженерно-психофизиологические параметры СОИ?
- 5.7 Какая группа параметров характеризует объем, форму, значимость отображаемой информации?
- 5.8 Какая группа параметров характеризует сложность и качество СОИ?
- 5.9 При каком значении углового размера символов обеспечивается точное считывание информации?
- 5.10 Какие параметры определяют видимость знаков на экранах СОИ?
- 5.11 Перечислите основные методы формирования знаков на экране ЭЛТ.
- 5.12 При каком заполнении экрана целесообразно использовать координатный способ формирования изображений?
- 5.13 Как называется режим индикации, когда элементы, образующие индикаторное поле, включаются в разные части периода кадра?
- 5.14 Какому режиму статической индикации соответствует скважность более единицы?
- 5.15 В каком методе формирования знаков на ЭЛТ закон отклонения луча и управления подсветом является индивидуальным для каждого знака?
- 5.16 Какая разрядность кода знакогенератора СОИ на ЭЛТ при размере матрицы 5x7?
- 5.17 Основное достоинство функционального метода формирования знаков на экране ЭЛТ?
- 5.18 Как называется режим индикации, когда состояние индикаторов меняется только при обновлении воспроизводимой информации?
- 5.19 Какому режиму статической индикации соответствует скважность, равная единице?
- 5.20 Перечислите известные Вам способы выборки элементов экрана при динамическом режиме индикации.

## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ 6

- 6.1 Какие принципы положены в основу построения мнемосхем?
- 6.2 Какие параметры характеризуют качество отражательных экранов?

6.3 Какой способ формирования информационных моделей используется в табло и мнемосхемах?

6.4 Могут или нет видеопреобразователи с масляной пленкой обеспечивать отображение на большом экране телевизионных передач?

6.5 На каком свойстве кристаллов основан способ двоичного электрооптического управления?

6.6 Какой способ формирования информационных моделей позволяет создать модели трех классов (ситуационные, табличные, специальные)?

6.7 Как называют мнемосхемы, представляющие собой единый пространственно-сосредоточенный комплекс?

6.8 Какие параметры характеризуют качество просветных экранов?

6.9 Как называют мнемосхему, отображающую рассредоточенную систему, включающую технологические агрегаты, объекты, комплексы?

6.10 Информационные модели какого класса создаются табло коллективного пользования?

6.11 Как называется устройство, осуществляющее развертку луча в лазерных СОИ?

6.12 Что характеризует отношение числа пассивных элементов к активным на мнемосхеме?

6.13 Что такое форманта? Дайте определение.

6.14 В основу какого метода синтеза речи положено предположение, что сложное речевое сообщение можно получить путем простого соединения элементов речи?

6.15 Какой метод синтеза речи допускает неограниченный словарь?

6.16 С какой целью в структуру синтезатора речи вводят дельта-модулятор?

6.17 Основной недостаток метода синтеза речи с использованием дельта-модуляции исходного речевого сигнала?

6.18 Какой метод синтеза речи наиболее часто применяют при производстве говорящих игрушек и почему?

6.19 Какие способы сжатия сигнала используются в синтезаторах речи?

6.20 Какой метод синтеза речи требует наиболее высокой скорости обмена с управляющей ЭВМ?

## 7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ 7

7.1 При каком значении углового размера символов обеспечивается точное считывание сложных знаков?

7.2 В каких цветах предпочтительнее выполнять статическую информацию в устройствах отображения информации?

7.3 При каком значении углового размера символов обеспечивается точное считывание информации?

7.4 Рекомендуемое количество градаций при цветовом кодировании информации?

7.5 К каким участкам спектра наиболее чувствительны глаза человека?

7.6 Какие параметры устройств отображения информации определяют создание комфортных условий для работы оператора?

7.7 Какие инженерно-психофизические параметры устройств отображения информации вы знаете?

7.8 Как определяется прямой и обратный контраст?

7.9 В каких единицах измеряется разрешающая способность?

- 7.10 Что определяют инженерно-психофизиологические параметры СОИ?
- 7.11 Рекомендуемые для зрительной работы величины контраста?
- 7.12 Поясните суть принципа «акцент к элементам контроля и управления»?

## 8 ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Индивидуальное задание, выполняемое студентом самостоятельно, включает разработку кодирующих и декодирующих устройств систем сбора и передачи информации. Для ускорения процесса разработки и проверки работоспособности проектируемых устройств используется пакет программ моделирования электронных схем Asimes. Работа включает в себя разработку принципиальной схемы кодирующего или декодирующего устройства, описание алгоритма его работы, оценку основных параметров.

Часть вариантов индивидуального задания предусматривает разработку структуры устройства отображения информации или устройства ввода информации в ЭВМ. Работа включает в себя выбор и обоснование структурной схемы устройства, описание алгоритма его работы, оценку основных параметров разработанного устройства (быстродействие, помехоустойчивость, эффективность и т.п.).

### Варианты индивидуальных заданий

1. Разработать кодер однополярного двоичного беспрепятственного сигнала (БВН) с проверкой на четность. Формат входного двоичного параллельного кода — 8 бит. Входные и выходные сигналы совместимы с ТТЛ. Режим работы — асинхронный, скорость передачи 2400 бит/с.

2. Разработать кодер биполярного двоичного беспрепятственного сигнала с проверкой на четность. Формат входной двоичной последовательности — 8 бит. Входные сигналы совместимы с ТТЛ. Выходное напряжение кодера не менее 12 В на нагрузке 240 Ом. Скорость передачи 4800 бит/с, режим работы асинхронный.

3. Разработать декодер двуполярного двоичного беспрепятственного сигнала с проверкой на четность. Формат информационной части кода — 8 бит. Режим асинхронный с одним стартовым и стоповым битом.

4. Разработать преобразователь двоичного натурального кода в код Грея. Формат кода — 8 бит.

5. Разработать преобразователь кода Грея в натуральный двоичный код. Формат кода — 8 бит.

6. Разработать формирователь двоичного сигнала с паузой. Формат кода — 8 бит, режим работы асинхронный. Скорость передачи 1200 бит/с. Входные сигналы совместимы с ТТЛ. Выходное напряжение не менее 12 В на нагрузке 240 Ом.

7. Разработать формирователь биимпульсного сигнала. Формат входной двоичной последовательности — 8 бит. Входные сигналы совместимы с ТТЛ. Выходное напряжение не менее 12 В на нагрузке 240 Ом.

8. Разработать декодер биимпульсного сигнала. Формат информационной части кода — 8 бит. Контроль на четность не предусмотрен. Режим работы — асинхронный. Амплитуда входного сигнала 12 В. Выходные сигналы совместимы с ТТЛ.

9. Разработать формирователь квазитрочного сигнала. Входной сигнал — последовательный двоичный восьмиразрядный однополярный БВН код. Выходной сигнал — напряжение 12 В на нагрузке 240 Ом. Режим асинхронный, скорость передачи 1200 бит/с.

10. Разработать декодер квазитроичного сигнала. Формат входной последовательности — 8 бит. Контроль по четности не предусмотрен. Входная информация — параллельный однополярный БВН код. Скорость передачи данных — 2400 бит/с.

11. Разработать преобразователь квазитроичного сигнала в последовательный однополярный БВН код. Выходной сигнал совместим с ТТЛ. Обеспечить гальваническую развязку линии связи.

12. Разработать формирователь манчестерского сигнала. Входная последовательность — двоичный однополярный БВН код форматом 8 бит. Уровень выходного сигнала не менее 12 В на нагрузке 240 Ом.

13. Разработать преобразователь манчестерского сигнала в однополярный двоичный 8-разрядный БВН код. Уровень входных сигналов не более  $\pm 12$  В, выходных — совместим с ТТЛ.

14. Разработать формирователь избыточного кода 3 из 7. Входной сигнал — параллельный 5-разрядный двоичный код, совместимый с ТТЛ. Выходной сигнал также совместим с ТТЛ.

15. Разработать преобразователь последовательного избыточного кода 3 из 7 в параллельный двоичный 5-разрядный код. Входной и выходной сигналы совместимы с ТТЛ.

16. Разработать формирователь беспauseного сигнала для кодера канала, работающего на токовую петлю протяженностью 100 м. Волновое сопротивление линии связи — 300 Ом. Обеспечить гальваническую развязку источника сигнала. Токовая петля — 20 мА. Сигнал в линии связи беспauseный, однополярный. Схема — активный передатчик, напряжение питания — 12 В. Входной сигнал двоичный униполярный, ТТЛ-уровень.

17. Разработать приемник беспauseного однополярного сигнала. Приемник — пассивный. Линия связи с волновым сопротивлением 300 Ом. Сигнал в линии — однополярный (токовая петля 20 мА). Предусмотреть гальваническую развязку линии связи. Выходной сигнал униполярный, совместимый с ТТЛ.

18. Разработать формирователь манчестерского сигнала с pauseй. Входной сигнал — однополярный восьмиразрядный БВН код ТТЛ уровня. Амплитуда выходного сигнала 12 В на нагрузке 300 Ом.

19. Разработать приемник манчестерского сигнала с pauseй. Формат 8 бит. Амплитуда входного сигнала 12 В. Выходной сигнал совместим с ТТЛ.

20. Разработать формирователь манчестерского сигнала с двумя pauseями. Входной сигнал — однополярный восьмиразрядный БВН код ТТЛ уровня. Амплитуда выходного сигнала 12 В на нагрузке 300 Ом.

21. Разработать приемник манчестерского сигнала с двумя pauseями. Входной сигнал с амплитудой 12 В, выходной — униполярный двоичный код ТТЛ уровня. Скорость передачи 1200 бит/с.

22. Разработать приемник двоичного сигнала с pauseй. Формат кода — 8 бит. Режим работы асинхронный. Скорость передачи 1200 бит/с. Амплитуда входного сигнала 12 В, выходные сигналы совместимы с ТТЛ.

23. Разработать кодер 8-разрядного телеграфного интерфейса. Предусмотреть контроль на четность. Режим передачи данных стартстопный. Скорость передачи данных — 4800 бит/с. Обеспечить согласование с линией связи.

24. Разработать устройство отображения графической информации на газоразрядной индикаторной панели типа ИГПП-32/32. Выбрать режим индикации. Привести структурную схему блока управления.

24. Разработать знакогенератор СОИ.

Число знаков — 10. Тип знаков — цифры арабские. Способ формирования знаков — микрорастр.

25. Разработать знакогенератор СОИ. Тип знаков — русский алфавит. Способ формирования знаков — точечный (матрица 5x7). Способ формирования изображения полный телевизионный растр.

26. Разработать знакогенератор СОИ. Тип знаков — латинский алфавит. Способ формирования знаков — точечный (матрица 5x7). Способ формирования полный телевизионный растр.

27. Разработать устройство приема информации от удаленной функциональной клавиатуры. Режим старт-стопный. Сигнал в линии с паузой. Линия связи витая пара длиной до 100 м.

28. Разработать функциональную схему ОЗУ экрана для устройства отображения алфавитно-цифровой информации. Число знакомест 64x32. Интерфейс последовательный.

29. Разработать структурную и принципиальную схемы ОЗУ большого информационного табло (бегущая строка) магазинного типа (8 бит x 24) по типу — первый пришел, первый вышел.

30. Разработать устройство приема информации от удаленной функциональной клавиатуры. Режим старт-стопный. Токовая петля 20 мА. Линия связи — витая пара длиной до 100 м.

## **9 ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ**

### **9.1 Обзор литературы**

Проектирование нового устройства, как правило, проводится на базе прототипа. Кроме изучения материалов (технические характеристики, техническое описание и т.п.) прототипа, проводится патентный поиск, изучение технической литературы, анализ математических моделей на ЭВМ.

Изучение технической и патентной литературы позволяет выявить новые решения, применение которых может повысить качество новой разработки. Патентный поиск нужен для оценки патентной чистоты новых решений и выявления предполагаемых изобретений.

Работа над индивидуальным заданием ведется обычно в одиночку, без опыта проектирования, поэтому студенту необходимо в полной мере использовать единственно доступный ему источник информации — техническую литературу. Уже вначале проектирования необходимо синтезировать структурную схему устройства, которая может быть реализована разными способами. Качество структурной схемы можно понимать как меру ее близости к некоторой неизвестной оптимальной схеме. Неудачный выбор структуры потребует в дальнейшем ее изменения, что сопряжено с потерей времени. Поэтому, начиная работу над заданием, необходимо подобрать литературу, изучить ее и сделать обзор.

Обзор представляет собой краткий литературно обработанный конспект. Он обычно начинается введением, в котором дается определение проектируемого устройства, указывается область применения и задачи, решаемые с его помощью. Обзор может содержать классификацию устройств, сжатое изложение принципов их действия, особенностей, достоинств и недостатков. Как правило, в обзоре приводят структурные и функциональные схемы, но в необходимых случаях дают и фрагменты принципиальных схем.

Обстоятельная работа над обзором значительно расширяет кругозор и является залогом успешного выполнения задания. Средний объем обзора 4—10 с. После написания обзора можно приступить к анализу ТЗ, его конкретизации и синтезу структурной схемы проектируемого устройства или системы.

## 9.2 Формирование и конкретизация технического задания

Задание обычно формулируется в краткой форме. Оно описывает объект проектирования с точки зрения заказчика или потребителя. Часто задание характеризует данную систему как подсистему или часть другой системы более высокого иерархического уровня. Данные технического задания обычно называют внешними параметрами [5]. На внешние параметры накладывают ограничения, определяющие требуемые по техническому заданию значения параметров или области допустимых изменений. Например, скорость передачи информации равна 9600 бит/с, вероятность ошибки — не более  $10^{-4}$ .

Математически ограничения на внешние параметры записываются системой равенств и неравенств вида

$$y_1 = a, \quad y_2 \leq b, \quad y_3 \geq c, \dots$$

В более сложных случаях ограничения на внешние параметры включают зависимости между ними и представляются в виде функциональных равенств и неравенств следующего общего вида

$$y_{yi}(y) = 0; \quad y_{yj}(y) \leq 0.$$

Левые части неравенств представляют собой функции многих переменных.

Совокупность всех ограничений на внешние параметры обозначим  $\hat{O}_y$ .

Эта совокупность ограничений определяет допустимое множество внешних параметров  $Y$ , так что любой допустимый (согласно требованиям технического задания) вектор внешних параметров принадлежит  $Y$ , т.е. можно записать:

$$y_{\hat{a}\hat{i}} \in Y.$$

Внутренние параметры описывают систему с точки зрения разработчика. Типичными внутренними параметрами являются длительность посылки сигнала, избыточность, длина кода (разрядность), тип применяемых элементов (элементная база) и т.д.

На внутренние параметры также как и на внешние, накладываются ограничения, которые в простых случаях представляются в виде равенств и неравенств. Например, длительность посылки 1 мс, ток в линии связи не менее 20 мА, целочисленность длины кода и т.д.

В общем случае ограничения на внутренние параметры записываются в виде функциональных равенств и неравенств:

$$y_{xi}(x) = 0, \quad y_{xj}(x) \leq 0,$$

совокупность которых,  $\hat{O}_\delta$  определяет допустимое множество (пространство) внутренних параметров  $X$ ; допустимы только такие векторы внутренних параметров  $x_{\hat{a}\hat{i}}$ , которые удовлетворяют системе  $\hat{O}_x$ :

$$x_{\hat{a}\hat{i}} \in X.$$

В рамках конкретизации технического задания внешние и внутренние параметры системы должны быть выражены численно; при этом они могут принимать как непрерывное, так и дискретное множество значений.

Строгой границы между внутренними и внешними параметрами не существует. В частности, некоторые параметры системы могут быть одновременно и внутренними и внешними. При этом необходимо учитывать, что параметры и ограничения на них, как правило, непосредственно перечисляются и задаются в техническом задании, а состав и значения внутренних параметров подлежат определению в процессе конкретизации технического задания.

Ограничения, накладываемые на внутренние параметры можно разделить условно на две группы (рисунок 9.1): первая группа ограничений относится к методу проектирования, вторая — к способам изготовления, результату проектирования.

С математической точки зрения внутренние параметры играют роль независимых переменных задачи проектирования и однозначно определяют значения внешних, которые, в свою очередь, определяют эффективность разрабатываемой системы.

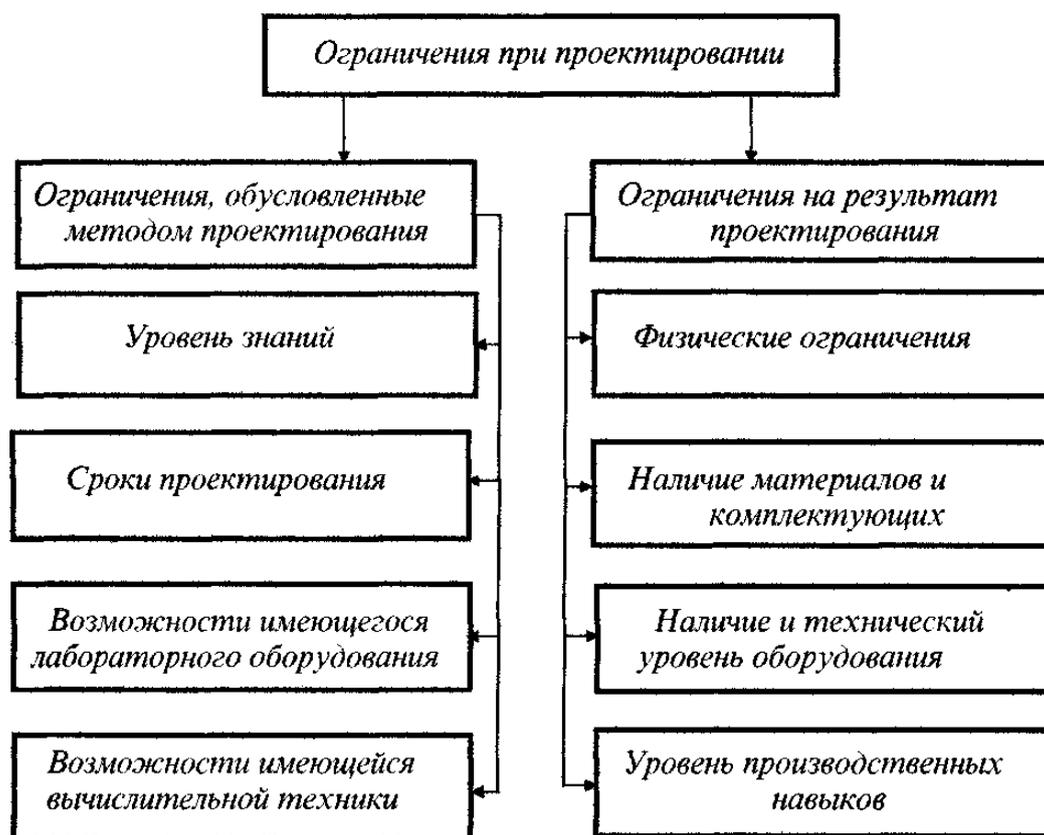


Рисунок 9.1 — Ограничения на внутренние параметры

Внешние и внутренние параметры каждой системы связаны определенными зависимостями. Представим каждый из внешних параметров проектируемой системы в виде функции ее внутренних параметров



ная и информационная. Деление системы на части не может быть однозначным, так как выделение границ между частями всегда субъективно [5].

Выбор того или иного принципа выделения составных частей должен удовлетворять следующим основным условиям:

- 1) обеспечение их максимальной автономности;
- 2) координация их действий общей цели функционирования;
- 3) совместимость отдельных частей (информационная, программная, техническая).

Временная иерархия. Признак деления — интервал времени от момента поступления информации о состоянии объекта контроля и управления до выдачи управляющего воздействия. Чем больше интервал, тем выше ранг элемента. Управление может быть в реальном времени, с интервалом сутки, декада, месяц, квартал и т.д.

Управляющий интервал выбирается не произвольно, а исходя из критериев, определяющих устойчивость и эффективность функционирования всей системы. По этому виду иерархии можно выделить следующие уровни управления: квартальный, месячный, сменно-суточный, реальное время.

Пространственная иерархия. Признаком деления здесь является площадь, занимаемая объектом. Чем больше площадь объекта, тем выше его ранг (рисунок 9.2).

Функциональная иерархия. В основе функциональной иерархии лежит функциональная зависимость элементов системы. Такое разделение является субъективным, так как трудно выделить границы между элементами системы (рисунок 9.3).

Ситуационная иерархия. Деление на уровни здесь производится в зависимости от эффекта, вызываемого той или иной ситуацией, например, от ущерба, вызываемого в результате аварии, или выхода из строя оборудования (аварийная ситуация).

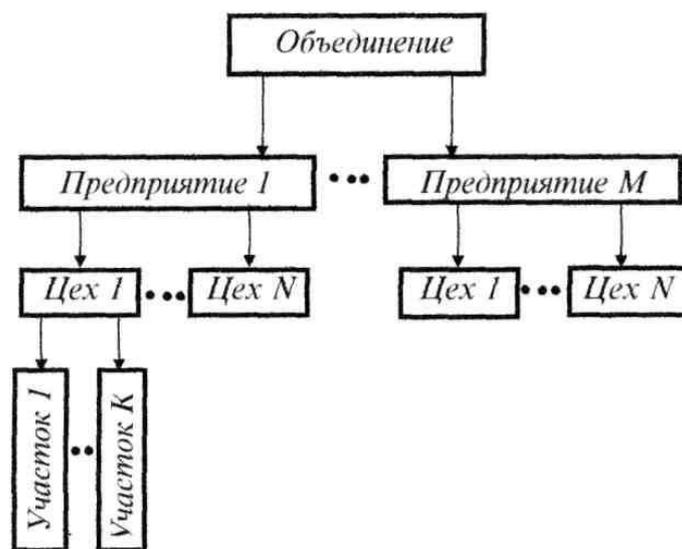


Рисунок 9.2 — Пространственная иерархия

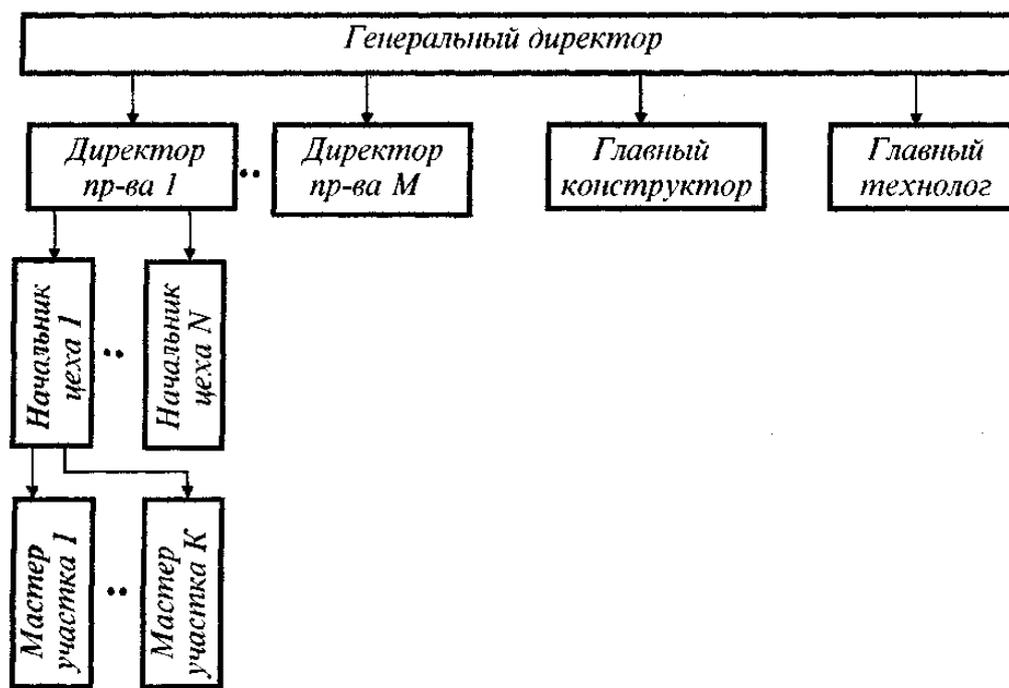


Рисунок 9.3 — Функциональная иерархия

Информационная иерархия. Этот вид иерархии является очень существенным в связи с возросшим значением информации для управления. В основе деления лежат оперативность и обновляемость информации. Через эти характеристики прослеживается иерархия информации по уровням управления объектом. На первом уровне хранится и обрабатывается часто повторяющаяся информация, необходимая для повседневной деятельности, т.е. оперативного управления. В качестве объекта могут выступать станки, агрегаты, роботы-манипуляторы, обслуживающие станки и другое технологическое оборудование. Технические средства, используемые на этом уровне — устройства автоматизации и вычислительной техники (микропроцессоры, микро-ЭВМ). Типичный пример — станок с ЧПУ.

Второй уровень включает комплексы оборудования и станков, объединенных единым технологическим процессом, а также транспортные системы и склады заготовок. На этом уровне решаются задачи распределения плановых заданий между единицами оборудования, обеспечение инструментом, заготовками. Информационная основа — объемные и календарные планы, описания технологических процессов, нормативная информация, программы для станков с ЧПУ и роботов-манипуляторов и информация о состоянии станков и другого оборудования.

Третий уровень. Здесь решаются задачи организационно-экономического управления. Автоматизированное проектирование изделий и подготовка производства.

Техническое обеспечение данного уровня — ЭВМ, связанные с нижними уровнями через локальную вычислительную сеть. Информационная поддержка через базу данных (сведения о технологии, нормативах и т.п.).

Структура разрабатываемой системы представляется в виде структурной схемы. Структурная схема концентрирует в себе наиболее важное и существенное о составе, структуре и функциях разрабатываемой системы или устройства.

На структурной схеме изображают в виде прямоугольников все основные функциональные части разрабатываемой системы и основные связи между ними.

Если разрабатываемая система состоит из ряда последовательно соединенных подсистем, то синтез ее начинают с подсистемы, выход которой является выходом всей системы. Такой порядок объясняется тем, что главным всегда являются требования к выходным параметрам системы (они известны из ТЗ). В процессе синтеза данной подсистемы будут сформированы требования к ее входным параметрам, которые в то же время являются выходными параметрами для подсистемы, соединенной с ее входом. Теперь возможен синтез этой подсистемы. Таким образом, синтез последовательно соединенных подсистем производится от выхода системы к ее входу.

#### **9.4 Выбор элементной базы, разработка и расчет электрической принципиальной схемы**

После разработки структурной схемы устройства производится выбор элементной базы. Сначала решается, какие функциональные части разрабатываемой схемы могут быть построены на интегральных микросхемах (ИМС), а какие на дискретных. Данный этап завершается выбором используемых серий ИМС и типа дискретных элементов. Основанием к выбору элементной базы служат технические требования по точности, быстродействию, надежности и помехоустойчивости устройства, сформулированные на этапе выбора и обоснования структурной схемы. Элементную базу для большинства устройств рекомендуется выбирать или одной серии ИМС, или же несколько серий, но требующих наименьшего числа схем согласования между собой по уровням напряжений, токов и т.п.

Выбранная элементная база дает основание для разработки и составления полной электрической принципиальной схемы устройства. Выбор конкретных ИМС и дискретных элементов производится при полном расчете параметров принципиальной схемы. Обычно синтез и расчет электрической принципиальной схемы устройства ведется в той же последовательности, какая была принята для структурной схемы.

Разработка принципиальных электрических схем всегда содержит определенные элементы творчества и требует умелого применения элементарных электрических цепей и типовых функциональных узлов, оптимальной компоновки их в единую схему с учетом удовлетворения предъявляемых к схемам требований, а также возможного упрощения и минимизации схем.

Расчет принципиальной схемы сводится к последовательному расчету функциональных элементов, из которых синтезировано устройство со стороны выхода, т.е. с конца. Выходной функциональный элемент — единственный, для расчета которого в ТЗ сформулированы достаточные требования. Необходимые для расчета дополнительные данные — значения входных и внешних для данного элемента параметров — разработчик устанавливает сам, стремясь оптимизировать режим работы устройства.

Простота и экономичность проектируемых схем обеспечивается применением стандартных типовых узлов, сокращением до минимума числа элементов в схеме и ограничением их номенклатуры.

### **10 КОНТРОЛЬНЫЕ ЭТАПЫ И ИХ МАКСИМАЛЬНЫЙ РЕЙТИНГ**

Для оценивания знаний и умений студентов применяется традиционная система зачетов. Зачет по дисциплине предусматривает выполнение лабораторных работ, индивидуального задания, прохождение тестового контроля на лекциях и на практических занятиях. Для получения зачета по дисциплине студент должен:

— самостоятельно выполнить лабораторные работы, предусмотренные программой;

— сдать отчет по установленной форме преподавателю, ведущему лабораторные работы, отчет должен быть принят преподавателем;

— сдать преподавателю и защитить в той или иной форме (доклад перед группой или беседа с преподавателем) индивидуальное задание на заданную тему. При оценке выполненных студентом работ используются таблицы 10.1, 10.2, 10.3.

Зачет выставляется преподавателем, ведущим практические занятия.

Таблица 10.1 — Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл за 1КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	3	3	3	9
Тестовый контроль на лекциях	4	4	4	12
Контрольные работы на практических занятиях	9	9	9	27
Лабораторные работы	–	5	15	20
Индивидуальные задания	–	–	20	20
Компонент своевременности	4	4	4	12
Итого максимум за период	20	25	55	100
Нарастающим итогом	20	45	100	100

Предельный срок выполнения индивидуального задания приурочен к зачетной неделе.

Таблица 10.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
Сумма баллов $\geq 20$	5
$16 \leq$ Сумма баллов $< 20$	4
$13 \leq$ Сумма баллов $< 16$	3
Сумма баллов $< 13$	2

Таблица 10.3 — Пересчет итоговой суммы баллов в международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов учитывает успешно сданный экзам- замен	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	<b>90—100</b>	A (отлично)
4 (хорошо)	<b>85—89</b>	B (очень хорошо)
	<b>75—84</b>	C (хорошо)
	<b>70—74</b>	D (удовлетворительно)
<b>65—69</b>		
3 (удовлетворительно)	<b>60—64</b>	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	<b>Ниже 60 баллов</b>	F (неудовлетворительно)

## 11 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеджанов, Р.А. Физические основы получения информации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.А. Ахмеджанов, А.И. Чередов. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2013. — 210 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58886> — Загл. с экрана.
2. Алейников А.Ф., Гричин В.А., Даненко М.П. Датчики. Перспективные направления развития. — Новосибирск: НГТУ, 2001. — 174с.
3. Будылдина, Н.В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Н.В. Будылдина, В.П. Шувалов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 342 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94554> — Загл. с экрана.
4. Зверева, Е.Н. Сборник примеров и задач по основам теории информации и кодирования сообщений [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Е.Н. Зверева, Е.Г. Лебедево. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 76 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71068> — Загл. с экрана.
5. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие (А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев); Под ред. А.С. Клюева 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1990.
6. Савчук В. Л. Электронные средства сбора, обработки и отображения информации. Электронный учебник / В. Л. Савчук. – Томск : ТУСУР, 2010. – 114 с. — Режим доступа: <http://www.ie.tusur.ru/books/COI/index.htm>
7. Савчук В.Л., Терешков А.М. Электронные средства сбора, обработки и отображения информации. Исследование кодеров и декодеров последовательных асинхронных систем передачи информации двоичными однополярными сигналами : Руководство к выполнению лабораторной работы для студентов направления «Электроника и микроэлектроника» – Томск : ТУСУР, 2018. - 14 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ie.tusur.ru/content.php?id=414> (дата обращения 20.01.2018).
8. Савчук В.Л., Терешков А.М. Электронные средства сбора, обработки и отображения информации. Исследование частотных модуляторов-демодуляторов систем передачи дискретной информации : Руководство к выполнению лабораторной работы для студентов направления «Электроника и микроэлектроника» – Томск : ТУСУР, 2018. - 18 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ie.tusur.ru/content.php?id=414> (дата обращения 20.01.2018).
9. Смоляров А.М. Системы отображения информации и инженерная психология. — М.: ВШ, 1982.
10. Микропроцессорные системы: Учебное пособие для вузов / Е.К. Александров и др.; Под общ. ред. Д.В. Пузанкова. — СПб.: Политехника, 2002. — 935 с.: ил. ISBN 5-7325-0516-4.
11. Яблонский Ф.М., Троицкий Ю.В. Средства отображения информации: Учебник для вузов спец. «Промышленная электроника» — М.: Высшая школа, 1995. — 200с.

## 12 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Электронно-библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс]. – URL: <https://lanbook.com> (дата обращения 12.04.2018).
2. Система моделирования электронных схем «Asimes». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ie.tusur.ru/content.php?id=490> (дата обращения 12.04.2018).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

#### 1 Техническое задание

Разработать устройство защиты от ошибок (УЗО) с матричным кодированием. Входная информация представлена в коде КОИ-7. Привести структурную схему УЗО и исходный текст программного модуля формирования блока данных.

#### 2 Введение

Матричный код является итерированным кодом и образуется последовательным применением двух или трех кодов. Информационные символы располагаются в виде матрицы или таблицы. Каждая строка таблицы кодируется выбранным кодом и дополняется проверочными элементами (первая итерация). Затем каждый столбец кодируется тем же либо другим кодом (вторая итерация). Возможны последующие итерации кодирования элементов, например, по диагоналям матрицы [5.2].

#### 3 Разработка структурной схемы УЗО и программного модуля

Устройство защиты от ошибок использует матричный способ кодирования с защитами по четности.

Кодирование выполняется, как показано на рис. 1. Формируется контрольный восьмой бит К по четности в каждой комбинации. Этим обеспечивается четность числа единиц в блоке данных по горизонтали. Одноименные биты в комбинациях блока суммируются по модулю 2, и формируется дополнительная проверочная комбинация блоков К1—К7, которая дополняется по четности проверочным битом К8 (проверка проверок). Матричный код с проверками на четность позволяет исправлять однократные и обнаруживать многие многократные ошибки. Ошибочный элемент находится на пересечении строки и столбца, в которых имеется нарушение по четности.

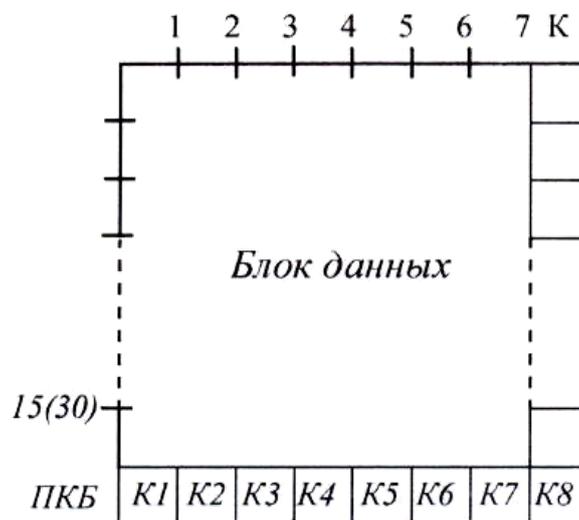


Рис. 1

Устройство защиты от ошибок реализовано аппаратно-программным способом. Простые операции реализуют аппаратным способом, который обеспечивает высокое быстродействие, сложные функции выполняются программным способом. Контрольный бит четности по строкам формируется с помощью адаптера (последовательного интерфейса) KP580 BB51. Контрольная комбинация четности по столбцам формируется программно.

Структурная схема аппаратно-программного обеспечения, относящегося к передающей части УЗО, и его окружение приведены на рис. 2.

Передача информации между модулями схемы показана утолщенными стрелками, а тонкие стрелки означают связи по управлению, т.е. вызовы программных модулей.

Схема функционирует следующим образом. После включения питания или сигнала сброса работает программа начального запуска. Формируются необходимые структуры данных, инициализируются переменные и интерфейс, в том числе программируется передатчик последовательного интерфейса K580 BB51 в режиме стартовой передачи семи информационных элементов и дополнения их до четности восьмым битом.

Далее работает управляющая программа — диспетчер. Он выбирает необходимые программные модули и запускает их с требуемой периодичностью. При возникновении пауз в работе программных модулей, например при ожидании готовности внешних устройств, они прерывают свою работу и возвращают управление диспетчеру, который запускает следующий программный модуль. После отработки других модулей диспетчер вновь возвращается к данному модулю и запускает его с прерванного места. Таким образом обеспечивается многопрограммная обработка передаваемой информации в реальном масштабе времени. В данном случае диспетчер периодически запускает программные модули формирования блока данных и передачи блока в канал связи. Первый модуль формирует блок данных в буфере передачи. При формировании блока подсчитывается контрольная сумма по модулю 2 и помещается в конец блока в качестве проверочной комбинации (ПК). Для упрощения здесь не рассматривается формирование служебных символов — начала текста, конца блока. Во время формирования блока данных вызывается программа приема одного символа от источника.

Программный модуль передачи блока данных в канал связи выбирает символы из буфера передачи и вызывает подпрограмму передачи символа. Последняя записывает символ в последовательный интерфейс модуля сопряжения с телеграфным устройством преобразования сигналов (УПС ТГ).

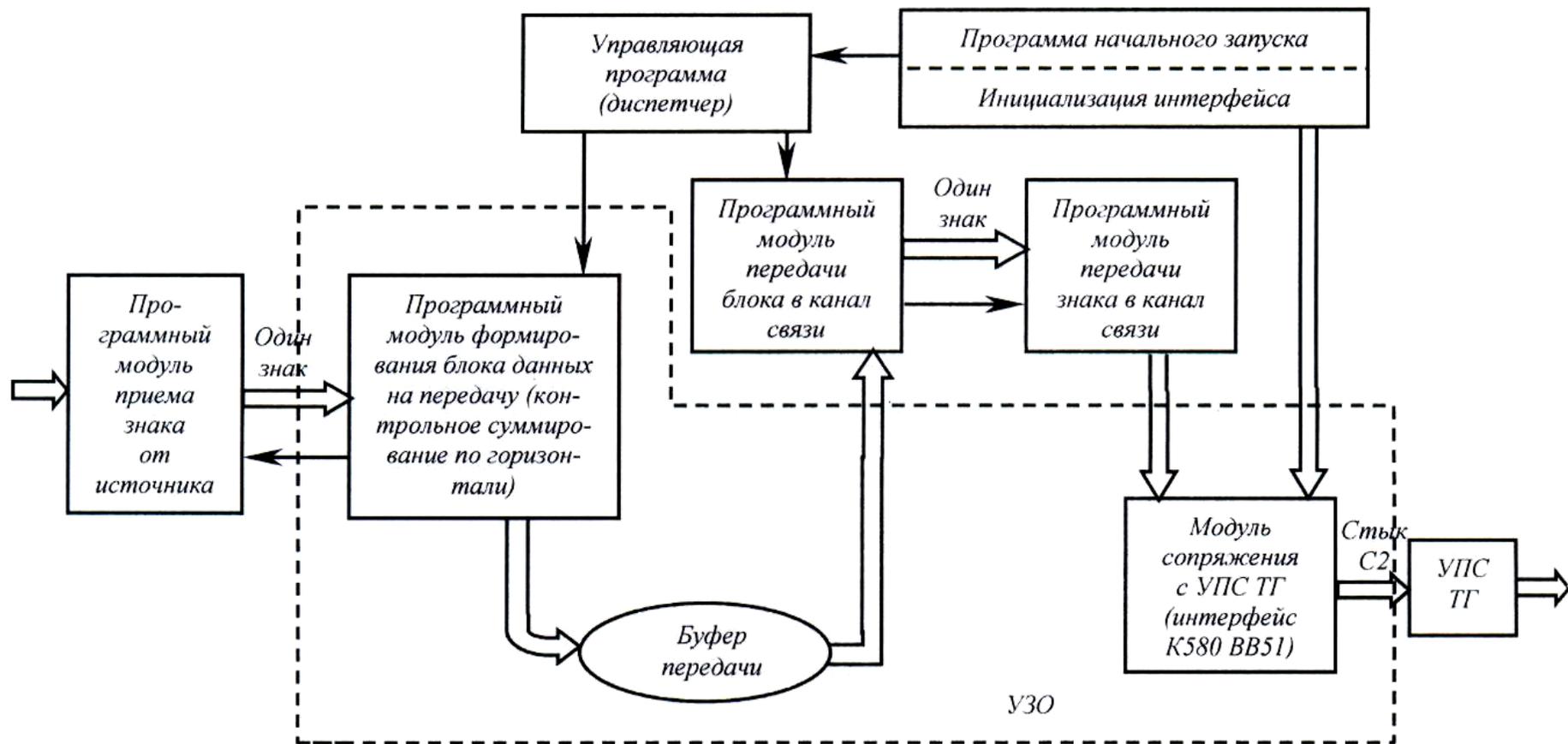


Рис. 2

Модуль сопряжения с УПС ТГ реализован аппаратным способом, содержит БИС К580 ВВ51 ППИ и выполняет функции преобразования параллельного кода в последовательный, формирования проверочного бита (четность по строкам) и выдачи элементов стартовой комбинации в УПС ТГ через стык С2.

Данная БИС программируется на передачу семи информационных элементов с проверкой на четность.

Исходный текст программного модуля формирования блока данных длиной 16 символов (15 информационных и один проверочный) имеет вид:

```

;Формирование блока данных в буфере передачи
;Вызовы: подпрограмма PRM
;Выходы: Блок данных в буфере передачи BUFPD
;
BLOCD:  PUSH      PSW          ;сохранить содержимое регистров
        PUSH      B
        PUSH      H
        PUSH      D
        MVI      B,0EH        ;организация счетчика на 15
        LXI      H,BUFPD      ;адрес буфера передачи
        LXI      D,BUFPD+0FH  ;адрес ячейки ПК
        XRA
        STAX     D            ;обнулить ячейку ПК
BL1:    MOV      A,B          ;в аккумуляторе содержимое счетчика
        CPI      0           ;сравнить счетчик с нулем
        JZ       BL2         ;если в счетчике нуль, то переход
        CALL    PRM          ;подпрограмма приема символа
                                ;от источника
        MOV      M,A          ;запись символа в буфер передачи
        MOV      C,A          ;сохранить символ
        LDAX    D            ;читать ПК
        XRA      C           ;сложить по модулю 2 ПК и принятый
                                ;символ
        STAX    D            ;записать новое значение ПК
        DCR     B            ;уменьшить счетчик на 1
        INX     H            ;установить адрес следующей ячейки
        JMP     BL1          ;буфера передачи
BL2:    POP      D            ;восстановить содержимое регистров
        POP      H
        POP      B
        POP      PSW
        RET

```

Программный модуль выполняет следующие функции. Содержимое регистров, используемых в модуле, сохраняется в стеке, в регистре В организуется счетчик на 15 по числу информационных символов, в регистровую пару HL заносится начальный адрес буфера передачи, а в регистровую пару DE заносится адрес ячейки буфера, где будет храниться проверочная комбинация блока (ПК). Эта ячейка обнуляется.

Далее следует циклическая часть программного модуля. Анализируется счетчик на равенство нулю, и если формирование блока не закончено, то начинается выполнение тела цикла вызовом подпрограммы приема символа от источника. В этой подпро-

грамме возможно ожидание, пока источник не готов. Тогда управление передается диспетчеру. Через некоторое время диспетчер вызовет подпрограмму для ее продолжения. Когда источник готов к выдаче, символ принимается и при возврате через аккумулятор передается в модуль BLOCD.

На следующем шаге символ записывается в буфер передачи адресу, хранящемуся в паре регистров HL, и складывается по модулю 2 с ПК. Далее увеличивается текущий адрес буфера в паре регистров HL, уменьшается содержимое счетчика и цикл повторяется, пока содержимое счетчика на 15 не станет равным нулю. Программа завершается восстановлением содержимого регистров. В буфере передачи сформирован блок данных на 15 комбинаций и с одной проверочной комбинацией.

Исходный текст программного модуля передачи блока данных из буфера передачи в канал связи имеет вид

```

;Передача блока данных в канал связи
;Вызовы: подпрограмма PRD1
;Вход: Передаваемый блок в буфере передачи BUFPD
;
PRDBL:  PUSH   PSW           ;сохранить содержимое регистров
        PUSH   B
        PUSH   H
        MVI   B,0FH       ;организация счетчика на 16
        LXI   H,BUFPD     ;адрес буфера передачи
PR1:    MOV    A,B         ;в аккумуляторе содержимое счетчика
        CPI   0H          ;сравнить счетчик с нулем
        JZ    PR2         ;если счетчик равен нулю, то выход
        MOY   C,M         ;выбрать символ буфера передачи
        CALL  PRD1        ;вызов подпрограммы передачи
                               ;символа в канал связи
        DCR   B           ;уменьшить счетчик на единицу
        INX   H           ;установить адрес следующей ячейки
                               ;буфера передачи
        JMP   PR1
PR2:    POP   H           ;восстановить содержимое регистров
        POP   B
        POP   PSW
        RET

```

Программный модуль выполняет следующие функции. Содержимое регистров сохраняется в стеке, в регистре В организуется счетчик на 16, и далее организована циклическая часть модуля.

Содержимое счетчика пересылается в аккумулятор и сравнивается с нулем. Если передача блока не закончена, то выбирается очередной символ из буфера передачи по адресу, хранящемуся в паре регистров HL, и вызывается подпрограмма передачи одного символа в канал связи PRD1. Далее содержимое счетчика уменьшается на 1 и увеличивается адрес ячейки буфера передачи. Цикл повторяется, пока содержимое счетчика не станет равным нулю. Тогда восстанавливается содержимое регистров и программа PRDBL завершается.

Исходный текст подпрограммы передачи одного символа в канал связи имеет вид:

```

;Подпрограмма передачи символа в канал связи
;Вызовы: DISP – программа диспетчера
;Входы: Передаваемый символ в регистр С
;Вывод: Запись символа в интерфейс ВВ51
;
PRD1:  PUSH      PSW          ;сохранение содержимого аккумулятора
PI:    CALL      DISP        ;вызов диспетчера
       IN        OC1H        ;читать слово состояния интерфейса
       RRC
       JNC       PI          ;если передатчик интерфейса не готов,
                               то переход на паузу и повторное
                               чтение
       MOV       A,C         ;в аккумуляторе передаваемый символ
       OUT      OC0H        ;записать символ в интерфейс для
                               передачи в канал связи
       POP      PSW         ;восстановить содержимое аккумулятора
       RET

```

Вначале сохраняется в стеке содержимое регистров. Данная подпрограмма изменяет только содержимое аккумулятора. Достаточно использовать одну команду PUSH. Затем для небольшой паузы управление передается диспетчеру. После возвращения из программы диспетчера читается содержимое слова состояния последовательного интерфейса.

«Единица» в разряде D $\emptyset$  слова состояния свидетельствует о готовности регистра передачи к записи в него очередного символа. Для проверки значения этого разряда слово состояния сдвигается вправо и разряд D $\emptyset$  переносится в триггер признака переноса С. Если передатчик не готов, то выполняется переход на вызов диспетчера для небольшой паузы. Диспетчер запустит другие программные модули и через некоторое время возвратит управление подпрограмме PRD1 в точку чтения состояния готовности передатчика.

Такой процесс «активного» ожидания (в это время выполняются другие программы) продолжается, пока передатчик ВВ51 передает предыдущий символ в канал связи. Когда передатчик готов к работе, символ переписывается из регистра С в аккумулятор, записывается в регистр передачи интерфейса ВВ51, восстанавливается содержимое аккумулятора и подпрограмма завершается. Последовательный интерфейс ВВ51 передает записанный символ последовательным кодом в канал связи. На кодирование затрачиваются в программах четыре команды на 105 элементов, всего 0,04 опер./эл. Матричное кодирование эффективно при реализации его программным способом.

#### 4 Заключение

Выполнение функций кодирования и декодирования вычислительными или управляющими процессорами открывает новые возможности анализа данных, их преобразования, формирования защищенных от помех кодовых последовательностей и накладывает новые требования на выбор методов кодирования. Необходимы коды, эффективные и в канале связи при аппаратной реализации, и в ЭВМ при программной реализации. Введенную избыточность используют для повышения достоверности при передаче по каналу связи и при обработке данных в ЭВМ. При этом код должен быть простым в использовании его человеком.

## 5 Литература

5.1 Ахмеджанов, Р.А. Физические основы получения информации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.А. Ахмеджанов, А.И. Чередов. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2013. — 210 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58886> — Загл. с экрана.

5.2 Зверева, Е.Н. Сборник примеров и задач по основам теории информации и кодирования сообщений [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Е.Н. Зверева, Е.Г. Лебедько. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 76 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71068> — Загл. с экрана.

5.3 Микропроцессорные системы: Учебное пособие для вузов / Е.К. Александров и др.; Под общ. ред. Д.В. Пузанкова. — СПб.: Политехника, 2002. — 935 с.: ил. ISBN 5-7325-0516-4.