

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Кафедра «Электроснабжение железнодорожного транспорта»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к контрольной работе по дисциплине**

«Автоматизация системы электроснабжения»

для обучающихся по специальности по специальности 23.05.05 (190901.65)

Системы обеспечения движения поездов
специализация «Электроснабжение железных дорог»

Составители: С.А. Окладов
Е.В. Добрынин

Самара 2016

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «автоматизация систем электроснабжения» для студентов специальности 23.05.05 (190901.65) "Системы обеспечения движения поездов" специализации "Электроснабжение железных дорог" очной формы обучения [Текст] / составители : С.А. Окладов, Е.В. Добрынин. – Самара: СамГУПС, 2016. – с.

Утверждены на заседании кафедры _____ г., протокол № ____.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета университета.

В методических указаниях приведены задания и рекомендации к контрольной работе по рассматриваемой дисциплине. Содержатся сведения по основным этапам проектирования приемных и передающих полуккомплектов устройств телемеханики. Рассмотрены условия выбора рационального способа кодирования сообщений, анализ работы устройства на функциональном уровне, анализ работы основных блоков и узлов устройства по временной диаграмме.

Составители: Окладов Сергей Анатольевич, ст. преподаватель
Добрынин Евгений Викторович, доцент, к.т.н.

Рецензенты: к.т.н., профессор СамГУПС Л.С. Лабунский;
к.т.н., доцент СамГУПС Гуменников В.Б.

Редактор:
Компьютерная верстка:

Подписано в печать _____ 2015 г. Формат 60х90 1/16.
Бумага писчая. Печать оперативная. Усл. п.л. 1
Тираж ____ экз. Заказ №

ВВЕДЕНИЕ

Целями освоения дисциплины «Системы телемеханики на железнодорожном транспорте» являются:

- изучение технических требований к аппаратуре и системам управления, функциональное назначение ее подсистем;
- получение практических навыков технического обслуживания и диагностики устройств автоматики, анализ временных диаграмм работы схем, основных блоков и узлов на логических элементах телемеханики;
- реализация анализа и синтеза схем в системах автоматического управления, алгоритма работы автоматизированных систем.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК-4: владением методологией построения автоматизированных систем управления и умением применять ее по отношению к электроустановкам, образующим систему тягового электроснабжения

ПК-6: знанием способов выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, закономерности функционирования электрических сетей и энергосистем, теоретические основы электрической тяги,

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- оборудование устройств автоматики, телемеханики;
- структурные, функциональные, принципиальные схемы систем телемеханики;

Уметь:

- использовать на практике теоретические основы автоматики и телемеханики, принципы построения автоматизированных систем управления устройствами электроснабжения железных дорог;
- разрабатывать технические требования к аппаратуре и системам управления, рационально выбирать и использовать технические средства АСУ электроснабжения. Оценивать их технико-экономическую эффективность.

Владеть:

- навыками анализа и синтеза схем и устройств автоматизированных систем управления;
- навыками составления и реализации алгоритма работы блоков и отдельных узлов систем телемеханического управления; технического обслуживания устройств системной автоматики и телемеханики.
- практическими навыками технического обслуживания устройств автоматики и телемеханики.

Аппаратура автоматики и телемеханики обеспечивают непрерывный контроль и поддержание заданного режима работы основного оборудования системы электроснабжения и тем самым позволяет повысить качество и бесперебойность процесса электроснабжения.

Телемеханическими устройствами называют технические средства, которые преобразовывают и передают информацию на расстояние для управления производственными или технологическими процессами. Их делят на устройства телеуправления (ТУ) и телеконтроля (ТК). Устройства ТК подразделяются на устройства телесигнализации (ТС) и телеизмерения (ТИ).

С помощью устройств телеуправления управляют на расстоянии отдельными объектами, оборудованием или целыми производственными комплектами. Чаще передают двухпозиционные команды «Включить – Отключить».

Устройства телесигнализации предназначены для контроля на расстоянии за состоянием или положением управляемых, а также контролируемых объектов. В основном устройства ТС передают информацию в виде двух позиционных сигналов типа «Включено – Отключено».

Телеуправляемыми объектами обычно управляет энергодиспетчер (ЭЧЦ) из центрального (диспетчерского) пункта. На диспетчерском пункте (ДП) размещают приемопередающую аппаратуру телемеханики – диспетчерский полукомплект (ТС ДП и ТУ ДП). Другие полукомплекты устанавливают непосредственно на контролируемых пунктах (КП), где расположены управляемые и/или контролируемые объекты (ТУ КП, ТС КП, ТИ КП). Связь между аппаратурой диспетчерского и контролируемого пунктов осуществляется через физическую линию связи по выделенным частотным каналам.

В целом, всю работу системы телемеханики в общем виде можно представить в следующем виде (рисунок 1)



Рисунок 1. Обобщающая схема работы системы телемеханики

На **щите сигнализации** отображаются положения всех объектов управления (разъединителей, выключателей - лампочка горит или не горит) и возможные аварии и срабатывания защит. На **панели управления** энергодиспетчер нажатием кнопок выбирает тот объект, которым он хочет управлять. **Диспетчерский комплект** принимает телесигнализацию (ТС) от объектов и выдает телеуправление (ТУ) в линию. **Линия связи** представляет собой линию в магистральном кабеле идущем вдоль железной дороги. **Стойка контролируемого пункта** ставится рядом с объектом управления на линии и преобразует команду диспетчера в электрический сигнал. **Управляемый объект** с помощью электродвигателя или своих внутренних схем выполняет свои функции (переключается, отключается, включается).

В результате выполнения практических работ по дисциплине «Автоматизация систем электроснабжения» обучающийся должен:

научиться владеть методологией построения автоматизированных систем управления и уметь применять ее по отношению к электроустановкам, образующим систему тягового электроснабжения (ПК-4);

овладеть знанием технологии, правил и способов организации технического обслуживания и ремонта устройств автоматики и телемеханики по заданному ресурсу и техническому состоянию (ПК-6).

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1. Содержание

Целью практических занятий является приобретение обучающимися практических навыков по построения и функционирования основных модулей и блоков аппаратуры телемеханики, синтезу схем электронных телемеханических устройств и анализу работы электронных схем методом построения временных диаграмм. Практические занятия реализуются в виде выполнения работ по индивидуальному заданию.

При выполнении практических работ необходимо:

- 1.1 Выбрать наиболее рациональный способ кодирования сообщений.
- 1.2 Составить структурную схему проектируемого устройства, предполагаемыми логическими связями между функциональными блоками.
- 1.3 Разработать функциональную схему заданного полукомплекта устройства телеуправления или телесигнализации
- 1.5 Составить временную диаграмму работы основных блоков проектируемого устройства.
- 1.6 Оформить расчетно-пояснительную записку. В результате выполнения практических работ необходимо представить:
 - 1.6.1 Расчетно-пояснительную записку к контрольной работе работе.
 - 1.6.2 Структурную схему разработанного полукомплекта.
 - 1.6.3 Функциональную схему разработанного полукомплекта.Временную диаграмму работы схемы.

1.2. Исходные данные

Для вариантов, предусматривающих разработку полукомплекта телеуправления (ТУ), последующие данные берутся из таблицы. 1.2, а для вариантов, предусматривающих разработку полукомплектов телесигнализации (ТС), - из таблицы 1.3.

Передача телеуправления осуществляется по одному общему для всех контролируемых пунктов каналу, а передача информации – по индивидуальным каналам, т.е. устройство телеуправления имеет один общий передающий полукомплект и индивидуальные приемные, а устройства телесигнализации – индивидуальные приемные и передающие полукомплекты. Если условиям конкретного варианта требуется управлять только одним контролируемым пунктом, то передающий полукомплект ТУ и соответствующий канал связи следует рассматривать как индивидуальные. Импульсный признак – временной. Кодирование в полукомплектах ТУ осуществляется только на импульсах, а в полукомплектах ТС – или только на импульсах, или одновременно на импульсах и паузах.

Таблица 1.1

Основные параметры полукомплекта

Последняя цифра логина	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вид устройства	телесигнализация				телеуправление					
Полукомплект	Приемный ТС ДП		Передающий ТС КП		Приемный ТУ КП			Передающий ТУ ДП		
Число контролируемых пунктов	-	-	-	-	6	2	1	6	2	1
Пропускная способность канала связи, имп/с	20	20	20	20	25	23	20	25	23	20

Таблица 1.2

Основные параметры сообщения ТУ

Последняя цифра логина	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число объектов управления на каждом пункте	6	8	10	12	14	6	8	10	12	14
Число серий при передаче приказа	Двукратная передача					Однократная передача				
Максимальное допустимое время передачи, с	2,8	3,2	3,2	3,2	3,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,7

Таблица 1.3

Основные параметры сообщения ТС

Последняя цифра логина	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число объектов телесигнализации	10	12	26	20	5	6	10	12	13	14
Максимальное допустимое время передачи, с	1,6	1,6	2,2	2,1	1	1,1	1,2	1,2	1,7	1,8

1.3. Рекомендуемый порядок выполнения контрольной работы

Выполнение практических работ рекомендуется вести в такой последовательности:

- 1) Выбрать и обосновать наиболее рациональный способ кодирования сообщений (команд или извещений) с учетом требований к емкости телемеханического устройства и времени передачи сообщений.
- 2) Составить структурную (блочную) схему проектируемого устройства с предполагаемыми логическими связями между функциональными блоками.
- 3) На основе блочной схемы подобрать необходимый комплект типовых модулей для схемной реализации всех основных функциональных узлов устройства.
- 4) Выполнить эскизный набросок временной диаграммы, характеризующий работу схемных узлов, и тем самым проанализировать правильность построения схемы и наличие всех необходимых связей между ее элементами.
- 5) На основании результатов проведенного анализа откорректировать ранее составленную схему, если это необходимо.
- 6) Выполнить расчеты, предусмотренные заданием.
- 7) Вычертить функциональную схему проектируемого устройства, а также временную диаграмму работы всего устройства.
- 8) Составить пояснительную записку к контрольной работе.

1.4. Оформление контрольной работы

Пояснительная записка контрольной работы должна содержать: оглавление, исходные данные, расчётно-текстовую и графическую части, перечень использованных источников.

Рисунки следует приводить на листах стандартных размеров, и на них обязательно должны быть ссылки в тексте. Функциональная схема блока заданного полукомплекта телемеханики выполняется на листе чертёжной бумаги А3 (А4) с использованием программных средств систем автоматизированного проектирования /4/.

2. РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМЫ ПОЛУКОМПЛЕКТА ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

2.1. Выбор рационального способа кодирования телемеханических сигналов.

Выбор способа кодирования телемеханических сигналов зависит от выполняемых устройством функций (телеуправление или телесигнализация), допустимого времени передачи сообщений и требуемой информационной емкости устройства. При этом желательно, чтобы количество элементов телемеханического сигнала более или менее удачно согласовывалось с числом позиций распределительных блоков устройства.

В электронных системах ТУ и ТС в качестве распределителей, как правило, используются двоичные счетчики с матричными дешифраторами их состояний. С принципиальной точки зрения такие распределители можно выполнить на любое число состояний, но наиболее просты и надежны схемные решения, когда это число является степенью 2 (например, 8, 16, 32, 64 и т. д.).

Не все позиции распределителя могут быть использованы для передачи сообщений. Исходная позиция всегда используется для приведения приемного полукомплекта ТУ или ТС в состояние готовности к приему очередного сообщения, и ещё одна или две, обычно последние, позиции используются для разграничения циклов передачи и контроля синхронно-синфазной работы распределителей. Поэтому число элементов телемеханического сигнала при выбранном способе кодообразования должно быть меньше полного числа позиций распределителя на две или три единицы.

От принятого способа кодирования существенно зависит степень сложности отдельных функциональных блоков телемеханического устройства. Поэтому следует по возможности выбирать простейший вариант кодирования, при котором удовлетворяются технические требования, оговоренные в задании.

Соответственно могут рассматриваться следующие виды избирания (метод кодирования):

- а) прямое распределительное;
- б) групповое распределительное двухступенчатое (выбор операции — выбор объекта);
- в) групповое распределительное трехступенчатое (выбор операции — выбор группы — выбор объекта);
- г) избирание кодами на одно сочетание;
- д) смешанные виды избирания.

Кодирование приказа (ТУ) и извещения (ТС) в системе телемеханического управления осуществляется согласно протоколу передачи данных, принятому в данной системе телемеханики (ТМ) и представляет собой свод строго регламентированных правил обмена информации (способ кодирования, метод кодирования, информационная емкость, последовательность передаваемых данных в серии, частота сигналов).

Кодирование команд в устройствах ТУ. Во всех случаях предполагается, что при кодировании используется широтный импульсный признак и телемеханические сигналы представляют определенные сочетания коротких и длинных импульсов. При кодировании сообщений ТУ (приказа) используется многоступенчатое избирание. Каждый приказ представляет собой строгую последовательность служебных и информационных импульсов. В системе ТУ приказ начинается со служебного длинного импульса НП — начало передачи. Далее следует последовательность информационных импульсов, количество которых зависит от информационной емкости системы ТМ: число контролируемых пунктов (КП); число групп управления; тип операции; число

объектов управления. Окончание передачи сопровождается посылкой в канал связи сверхдлинного служебного импульса СДИ (фазирующий импульс) - контрольного элемента кода, регламентирующего окончание кодовой серии. В зависимости от способа образования и фиксации, сверхдлинного импульса на это расходуется одна или две позиции распределителя.



Рисунок 2. Кодирование приказа на импульсах в системе ТУ

В современных устройствах ТУ-ТС узлы кодирования обеспечивают соотношение между длинными и короткими импульсами, равное 7. Если паузы между импульсами используются лишь для разграничения активных элементов сигнала и имеют ту же длительность что и короткие импульсы, то период, составленный из длинного импульса и последующей паузы, будет в 4 раза больше периода, состоящего из короткого импульса и паузы. Сверхдлинный импульс, присутствующий в каждом телемеханическом сигнале, эквивалентен пятнадцати коротким импульсам. Период, состоящий из сверхдлинного импульса и последующей паузы, будет в 8 раз больше периода, состоящего из короткого импульса и паузы.

Учитывая изложенное, время передачи телемеханического сигнала при однократной передаче приказа можно определить по формуле:

$$T = \frac{n_k + 4(n_d + 3)}{C}, \quad (2.1)$$

где n_k — число коротких импульсов в составе кода;

n_d - число длинных импульсов, не считая служебных;

C — скорость передачи в имп/с, ограничиваемая свойствами канала связи;

4 — коэффициент соотношения длительности длинного и короткого импульсов;

3 — коэффициент количества служебных импульсов в приказе (НП, ФИ).

При двукратной передаче приказа полное время передачи будет, очевидно, в 2 раза больше, чем определяемое по формуле (2.1).

В приведенном примере (рис. 2) приказ организует обращение к первому КП с регламентацией произвести операцию включения объекта управления № 2 (всего 10).

Совершенно не обязательно, чтобы все без исключения рабочие позиции распределителя были использованы для реализации того или иного метода избирания. Несколько позиций могут оказаться «лишними», а, следовательно, будут соответствовать передаче холостых тактовых импульсов. Возражения против такого решения могут возникнуть только в тех случаях, когда более полное использование этого же распределителя позволяет применить более простой вариант избирания.

В некоторых случаях может оказаться, что намеченный вариант избирания не удастся реализовать из-за нехватки только одной рабочей позиции у распределителя. Однако если первоначально предполагался вариант образования сверхдлинного импульса путем слияния двух длинных, то имеется реальная возможность его изменить и в дальнейшем считать, что этот импульс будет образовываться в одной последней

позиции распределителя. Тем самым число служебных позиций снижается с трех до двух, следовательно, одна позиция высвобождается и может быть использована как рабочая. Такое решение в известной мере предопределяет будущую схему узла образования фазирующего импульса.

Длительность приказа может быть сокращена путем устранения из приказа служебного импульса НП, при этом в формуле расчета длительности приказа коэффициент 3 меняется на 2. Данный способ эффективен при незначительной длительности приказа вследствие малого количества объектов управления. При значительном количестве телеуправляемых объектов для сокращения длительности приказа применяют групповой метод представления объектов.

После того как будет установлен конкретный вариант кодирования сообщений, следует по выражению (2.1) проверить фактическое время передачи и убедиться, что оно не превышает допустимого. Окончательно выбранный протокол следует проиллюстрировать рисунком, отражающим один из возможных вариантов состояния сигналов кода и снабженным надписями, поясняющими назначение служебных и информационных импульсов кодовой серии.

Кодирование извещений в устройствах ТС. При проектировании устройств ТС КП и ТС ДП вопрос о методе кодирования в протоколе передачи данных решается однозначно. Поскольку электронные устройства ТС работают непрерывно при постоянно возобновляемых циклах передач, то наиболее приемлемым методом является прямое распределительное избирание, при котором обеспечивается идентичность циклов. Поэтому вопрос о выборе способа кодирования сводится к выявлению возможности кодирования только на импульсах (рис.3 а) или кодирования на импульсах и паузах (рис. 3 б).

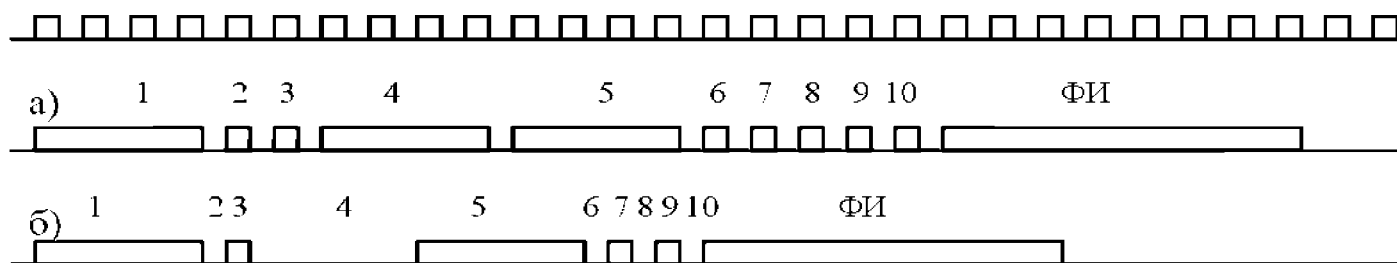


Рисунок 3. Кодирование приказа ТС на импульсах (а)
и на импульсах и паузах (б)

Так как в обычных условиях на КП большинство объектов находится во включенном состоянии, то длинные элементы телемеханического сигнала целесообразно использовать для сообщений «отключено». При определении числа длинных элементов следует принять, что наиболее вероятное количество отключенных объектов на КП составляет 25% от общего числа (полученное значение округляется до большего целого).

Если фазирующий импульс будет образовываться в одной последней позиции распределителя, то требуемое число позиций в обоих случаях сократится на единицу.

Проверку возможности кодирования извещения ТС только на импульсах можно произвести, пользуясь выражением (2.1).

Если этот метод кодирования не обеспечивает приемлемого результата в отношении допустимого времени передачи, то следует принять вариант кодирования на импульсах и паузах, позволяющий применить распределители соответственно на меньшее число позиций. Время передачи сообщений в этом случае:

$$T = \frac{0.5[n_{ки} + n_{кп} + 7(n_{ди} + n_{дп})] + 8}{C}, \quad (2.2)$$

где $n_{ки}$ — соответственно число коротких импульсов и пауз в составе кода;
 $n_{ди}$ и $n_{дп}$ — соответственно число длинных импульсов и пауз.

2.2. Составление структурной схемы проектируемого устройства ТУ – ТС

Целью данного раздела является формирование четких представлений о взаимных связях элементов будущей принципиальной схемы и облегчение ее последующего составления.

На структурной схеме условными обозначениями показываются все основные узлы и функциональные блоки устройства, а также существующие между ними логические связи. В конкретной схеме некоторые узлы и блоки могут отсутствовать или объединяться.

В устройствах телемеханики различают приемные и передающие устройства ТУ и ТС /1/.

Передающее устройство ТС КП (рис. 4) устанавливается на контролируемом пункте и передает в диспетчерский пункт кодовую серию (извещение) о текущем состоянии объектов управления (ОУ) типа «Включено – Отключено».

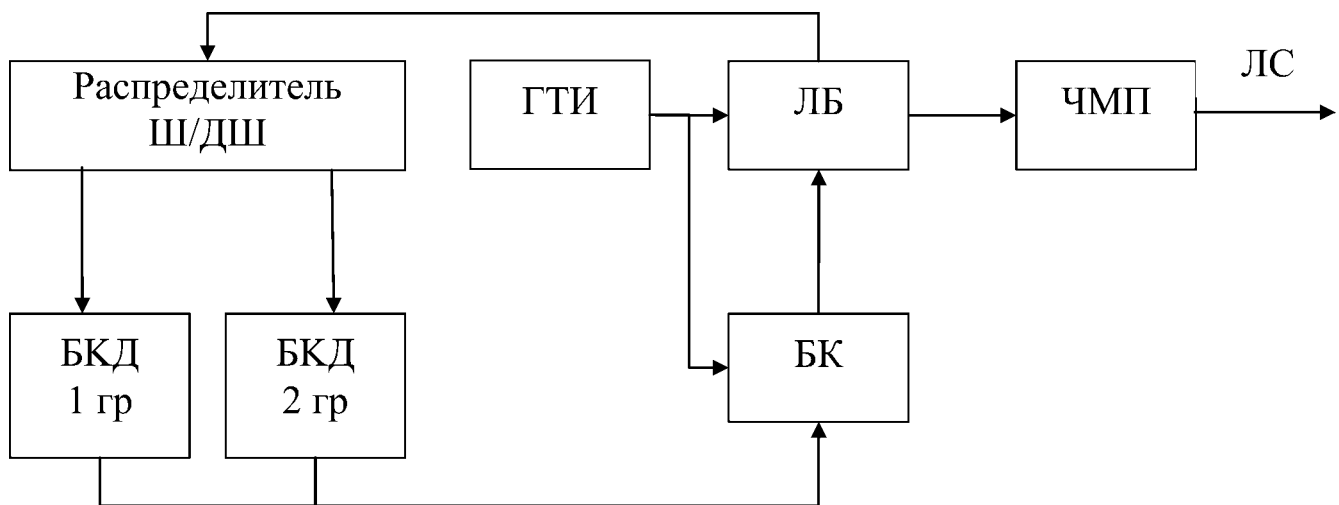


Рисунок 4. Структурная схема передающего устройства ТС КП

Как правило, состояние ОУ контролируется релейными контактами самих объектов либо контактными элементами реле. Таким образом, одним из основных блоков структурной схемы передающего устройства ТС КП является **блок контактов-датчиков (БКД)**.

При кодировании на импульсах и паузах БКД разбивают на две группы контактов-датчиков, кодирование состояний которых в дальнейшем будет осуществляться соответственно на импульсах и паузах.

Для опроса контактов-датчиков используется устройство, получившее название **блок распределитель (БР)**. Данное устройство осуществляет преобразование последовательности импульсов, поступающих с **генератора тактовых импульсов (ГТИ)** в параллельный код последовательного опроса контактов-датчиков с целью оценки их состояния (замкнуто, разомкнуто).

В состав БР входит счетчик распределителя (СР) и устройство шифрации/дешифрации (декодер), выходные цепи которого подключены к контактам-датчикам 1-ой или 2-ой группы БКД.

Логический блок (ЛБ) реализует логику управления блоками и узлов полукомплекта в зависимости от режима работы устройства.

Основным назначением передающего полукомплекта ТС КП является организация опроса контактов-датчиков, оценка их текущего состояния, формирование и передача на диспетчерский полукомплект ТС ДП кодовой серии, состоящей из длинных и коротких импульсов сформированных в зависимости от состояния контактов-датчиков.

Полукомплект ТС КП может работать в двух режимах: режим циклического опроса контактов-датчиков; режим кодообразования (формирование длинных импульсов).

В режиме циклического опроса контактов-датчиков БР тактируется последовательностью импульсов, поступающих с ГТИ – разрешение ЛБ. В момент опроса разомкнутого контакта-датчика (ОУ включен) через ЛБ в линии связи формируется короткий импульс равный по длительности импульсу ГТИ. Производится опрос следующего контакта-датчика и т. д.

В случае замкнутого состояния контакта-датчика (ОУ отключен) ЛБ формирует сигнал запрета на дальнейший опрос контактов-датчиков БР и схема переходит в режим кодообразования. С целью формирования длинных и сверхдлинного импульсов, в передающем полукомплекте предусмотрен **блок кодирования БК** задачей которого организовать фронт, длительность и срез длинного импульса в кодовой серии.

В режиме циклического опроса БК не активен, т.е. имеет статус ожидания результата опроса следующего контакта-датчика.

Передающее устройство ТУ ДП устанавливается на ДП, формирует и передает на КП кодовую серию в виде приказа, содержащую в себе алгоритм управления объектами на заданном КП.

Состав структурной схемы передающего устройства ТУ ДП практически идентичен передающему устройству ТС КП за исключением того, что блоки БКД 1 и БКД 2 заменяются на блок пульта управления (ПУ), кнопками которого управляет энергодиспетчер, а устройство шифрации/дешифрации БР представляет собой шифратор выбора пункта, группы, операции и объекта управления, расположенные в ПУ. В остальном назначение блоков и узлов полукомплекта предназначенных для формирования приказа аналогичен передающему полукомплекту ТС КП.

Приемное устройство ТС ДП (рис. 5) предназначено для приема и обработки импульсов извещения ТС с последующей визуализацией состояния объектов ТС КП на щите сигнализации ДП.

В состав полукомплекта входят следующие основные узлы и блоки: **частотно-модулируемый приемник (ЧМПр)**; **линейный триггер (ЛТ)**; **блок синхронизации (БС)**; **блок контроля и защиты (БКЗ)**; **запоминающее устройство (ЗУ)**; **устройство управления (УУ)**; **щит сигнализации**.

Из ЧМПр импульсы через поступают на ЛТ предназначен для формирования крутых фронтов и срезов кодовой серии. БС предназначен для совмещения тактовых импульсов ГТИ, обеспечивающих синхронную работу блоков полукомплекта. С БС кодовая серия, состоящая из длинных и коротких импульсов и пауз, поступает в блок распределитель с устройством шифрации/дешифрации. Назначение распределителя состоит в преобразовании последовательности импульсов в параллельный код, позволяющий опросить или адресоваться к тому или иному элементу сигнализации. На первом этапе осуществляется преобразование в двоичный параллельный код типа 2-4-8; на втором этапе – посредством устройства шифрации/дешифрации двоичный код

преобразуется в параллельный код последовательного опроса элементов индикации щита сигнализации.

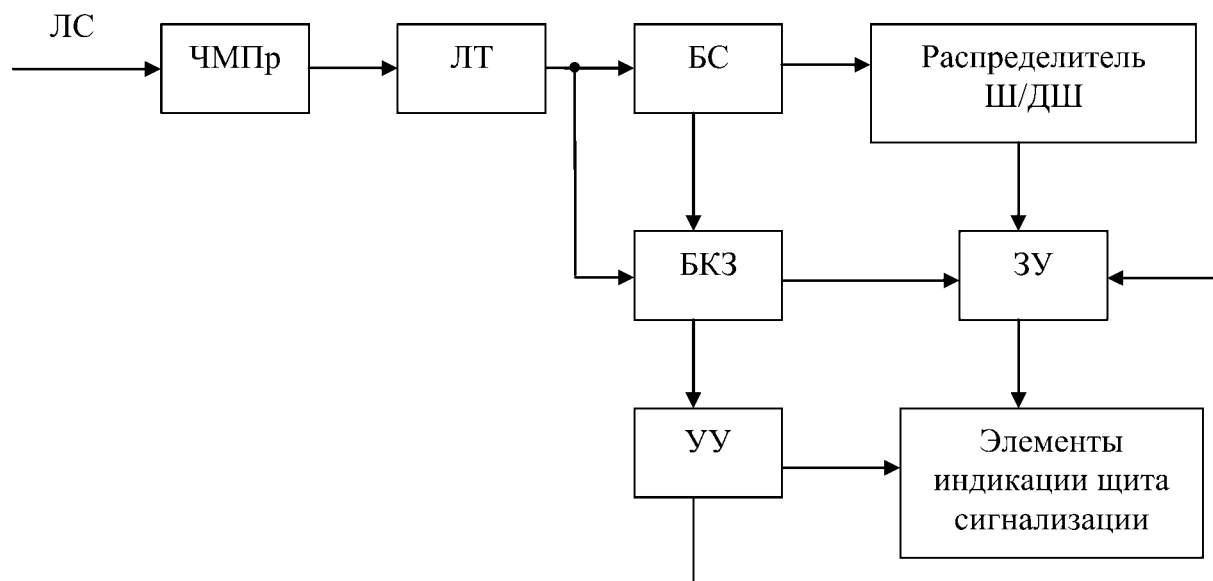


Рисунок 5 Структурная схема приемного устройства ТС ДП

Запоминающее устройство (ЗУ), подключенное к выходам распределителя, а своими выходами к входу сигнального табло, предназначено для хранения информации о текущем включенном элементе в течение тактовой серии, при отсутствии тактовой серии на ЛС - до момента прихода новой серии (опроса).

Блок контроля и защиты (БКЗ) реализует функцию защиты кодовой серии от рассинхронизации и защиты от искажения импульсов и пауз.

В режиме защиты от рассинхронизации БКЗ реагирует на отсутствие в принимаемой серии ТС сверхдлинного импульса СДИ.

В режиме защиты от искажения импульсов и пауз БКЗ реагирует на появление в середине серии любого импульса или паузы, продолжительность которого превышает длинный элемент серии ТС. При этом БКЗ блокирует ЗУ на считывание данных, а содержащаяся в принимаемой серии ТС информация не может быть воспроизведена на элементах индикации щита сигнализации.

УУ анализирует длительность импульса текущего извещения и при идентификации в кодовой серии длинного импульса выдает на блок ЗУ разрешающий сигнал на запоминание принимаемой информации.

Щит сигнализации предназначен для визуализации текущей информации о состоянии объектов КП посредством включения, отключения соответствующих элементов индикации, и выполнен в виде мозаичного щита отражающего схему энергодиспетчерского круга (всех объектов ТУ и ТС на контролируемых пунктах).

Приемное устройство ТУ КП (рис. 6). Назначение его состоит в приеме и обработке приказов, поступающих с диспетчерского полукомплекта с целью управления (включить, отключить) объектов на КП.

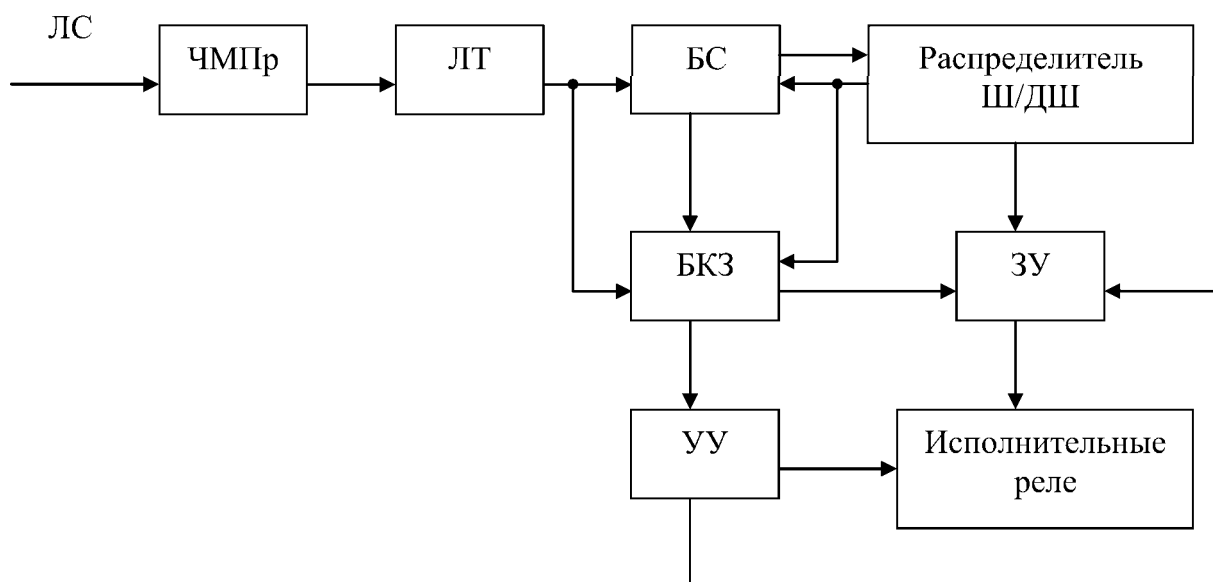


Рисунок 6. Структурная схема приемного устройства ТУ КП

Состав приемного устройства ТУ КП аналогичен составу структурной схемы ТС за исключением того, что щит сигнализации заменяется на блок исполнительных реле (ИР), которые непосредственно управляют объектами на КП.

В полукомплекте ТУ КП БКЗ производит проверку правильности и точности совпадения принимаемого с ДП приказа на переключение. Оценка качества приказа основана на принципе совпадения передаваемых кодовых комбинаций при двукратной передаче приказа.

При сбойной (некачественной) серии БКЗ выдает сигнал на ЗУ о запрете запоминания текущего приказа (кодовой серии). В случае отсутствия запрета, происходит считывание информации из ЗУ и срабатывание исполнительного реле. В остальном функциональное назначение блоков остается прежним.

2.3. Разработка функциональной схемы заданного полукомплекта устройства ТУ – ТС

Функциональная схема какого-либо устройства раскрывает содержание схемы на функциональном уровне, т.е. описывает работу блоков структурной схемы на уровне функций.

Распределитель осуществляет временное и пространственное разделение импульсов тока. Наиболее часто в системах ТУ-ТС используется пространственно-временное разделение. Блок распределителя состоит из счетчика (СР), осуществляющего преобразование последовательности импульсов, поступающие с ГТИ в параллельный код. Счетчик реализуется на базе триггеров включенных в схему счетного режима, т.е. реализует функцию счета по модулю 2. Количество триггеров в распределителе определяется в соответствии с выражением:

$$N=2^m-1, \quad (2.3)$$

где N – число позиций распределителя равное числу импульсов (включая служебные) в заданной кодовой серии;

m – разрядность счетчика (количество триггеров, необходимое для реализации двоичного кода).

В соответствии с тактовыми импульсами, поступающими на вход двоичного счетчика – на выходах реализуется двоичный параллельный код 2-4-8 (рис. 7).

Основной задачей распределителя является организация последовательного опроса исполнительных элементов. Непосредственно кодом 2-4-8 произвести опрос не представляется возможным, в связи с этим в блок распределителя включается устройство шифратора/дешифратора, посредством которого осуществляется преобразование кода 2-4-8 в параллельный код последовательного опроса исполнительных элементов. Каждому опрашиваемому элементу присваивается параллельный код в соответствии с составляемой таблицей истинности (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Таблица истинности для передающего устройства ТС с кодовой серией из семи импульсов и количеством триггеров (СР) – 3

№	Состояние прямых выходов триггеров Счетчика распределителя			Выходы дешифратора распределителя							ФИ
				Контакты-датчики							
t	Q ₃	Q ₂	Q ₁	KD1	KD2	KD3	KD4	KD5	KD6		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	
3	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
5	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
6	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	

Рисунок 7. Реализация двоичного параллельного кода

Для повышения быстродействия осуществляется на базе логических элементов «И». принцип разводки каждой из схем «И» основан на подключении входов схем «И» к выходам триггеров, работающих в счетном режиме (счетчик). Число логических элементов равно числу выходов реализуемого дешифратора.

Формирование длинного импульса реализуется БК в режиме кодообразования. БК состоит из следующих функциональных узлов: сумматора «ИЛИ», объединяющего выходы опрашиваемых исполнительных элементов; триггера-флага; счетчика, состоящего из триггеров задержки; дешифраторов «И1», «И2», управляющего сбросом триггера-флага Тф.

БК работает следующим образом: на момент опроса замкнутого контакта-датчика сумматор «ИЛИ» устанавливает Тф в единицу. БК активируется, т.е. переходит в режим кодообразования. ЛБ через схему «И3» выдает сигнал запрета на опрос следующего контакта. ЛБ через схему «И4» сбрасывает счетчик БК (Тз1, Тз2, Тз3). Тф формирует в линии связи фронт длинного импульса. В период времени работы счетчика БК, который производит подсчет четырех импульсов ГТИ, в линии связи удерживается активное состояние Тф, тем самым формируется длительность длинного импульса. На момент прихода четвертого импульса ГТИ (двоичный код 100) срабатывает схема «И1» дешифратора БК, организуя сигнал сброса Тф. В линии связи формируется срез длинного импульса. ЛБ снимает сигнал запрета на работу БР и устройство продолжает работать в режиме циклического опроса следующих контактов-датчиков. В

случае разомкнутого контакта-датчика БК не активируется и в линию связи формируется короткий импульс, равный импульсу ГТИ.

Схема «И₂» дешифратора БК предназначена для организации сброса Тф на момент работы БК в режиме кодообразования СДИ. Инвертор БК блокирует схему «И₁» в режиме формирования СДИ и счетчик БК производит подсчет восьми импульсов ГТИ.

При формировании кодовой серии на импульсах и паузах (прил.2) следует помнить, что блок шифрации/дешифрации будет состоять из двух устройств шифратора/дешифратора. Первый – для опроса БКД 1, кодирование текущего состояния которых осуществляется на импульсах и второй – для опроса БКД 2 на паузах. Разводка первого и второго шифратора/дешифратора одинакова. Различие будет состоять в том, что в момент прохождения импульса (логическая 1) с ГТИ на вход «уст» счетчика-распределителя, устанавливается разрешающий сигнал на опрос БКД 1 (кодирование на импульсах), одновременно выставляется запрет через инвертор на опрос БКД 2 (кодирование на паузах) и наоборот, при прохождении с ГТИ паузы (логический 0), разрешающий сигнал выдается на опрос БКД 2. Наличие двух Тф объясняется тем, что при опросе БКД 1 и установки Тф1 в единицу производится формирование длинного импульса (счет четырех импульсов ГТИ на Тз1, Тз2, Тз3) и выдача его в ЛС.

При опросе БКД 2 и установки Тф2 в единицу производится счет четырех пауз ГТИ и выдача в ЛС длинной паузы за счет прохождения через логический элемент «И» «логического 0», установившегося на момент времени работы Тз1, Тз2, Тз3 на инверсном выходе Тф2. В остальном, работа других блоков аналогична. Дальнейшая работа блока распределителя будет определяться наличием активных сигналов (инверсные выходы Тф1, Тф2 и импульса с ГТИ) ---на входе элемента «И» ЛБ.

Согласно структурной схеме приемного полукомплекта ТУ КП, ТС ДП (прил.3, 4) функциональные элементы представляют собой следующий набор: триггера, логические элементы «И», «ИЛИ» и исполнительные элементы.

Линейный триггер ЛТ представляет собой устройство с высоким коэффициентом усиления, который устанавливается после ЧМП и предназначен для формирования крутых фронтов и срезов импульсной последовательности, поступающие с ЧМП. Далее сигнал поступает на блок распределителя БР. Производится обращение к ячейки памяти №1 (Тзу1). Параллельно через схему «И₃» БС активируется УУ. Устройство управления в случае принятия длинного импульса с ЛС посредством счетчика УУ идентифицирует длинный импульс и через схему «И₁» дешифратора УУ выдает сигнал разрешения на открытие выходов исполнительной части дешифратора с сохранением в ячейки памяти текущей информации. Ячейки памяти Тзу1....Тзу6 выполняют функцию оперативного запоминающего устройства ОЗУ (временная память) и служат буфером перед записью информации в основную память элементов индикации щита сигнализации.

Информация на щите сигнализации поменяет свой текущий статус только в случае регистрации $\frac{3}{4}$ части СДИ схемой «И₅» дешифратора УУ. В случае искажения кода срабатывает БКЗ, запрещая считывать информацию из ОЗУ. Через схему «И₄» производится сброс ОЗУ и подготовка его к принятию следующей информационной посылки.

В ТУ КП исполнение приказа должно произойти только в случае, когда в принимаемой серии отсутствуют искажения (регистрация $\frac{3}{4}$ части СДИ) – наличие сигнала на разрешение чтение команды (схема «И₅»). При искажении кода срабатывает БКЗ, запрещая реализацию команды на исполнительных реле управления объектами.

В завершении кодовой серии, т.е. при наличии СДИ, схема «И₄» осуществляет сброс ОЗУ и СР, подготавливая устройство к приему новой кодовой серии.

2.4. Построение временной диаграммы работы основных блоков заданного устройства ТУ – ТС

Временные диаграммы на практике строятся для проверки правильности построения схемы и ее работоспособности. В контрольной работе временная диаграмма служит в целях самопроверки, в ходе построения которой могут обнаружиться недостатки схемы, устраняемые последующей корректировкой.

Временная диаграмма должна достаточно полно отражать динамику работы отдельных блоков и узлов полуконспекта при заданном режиме.

Это, однако, не означает необходимость иллюстрировать на диаграмме все импульсные процессы, происходящие внутри функциональных блоков, поскольку некоторые блоки строятся по заранее известному и многократно проверенному на практике стандарту. Для показа импульсов на всех выходах распределителя потребовалось бы большое число строк. Для иллюстрации работы распределителя в целом следует под строкой, отражающей импульсы на счетном входе, провести размерную линию и разметить на ней интервалы пребывания распределителя в различных позициях, при этом каждой позиции распределителя соответствует свой выход дешифратора со своим уровнем по амплитуде.

Работа счетных схем в блоке кодирования и фиксации импульсных признаков (T_{ϕ}) иллюстрируется так же, как и работа распределителя, но с показом всех выходных сигналов.

Масштаб времени на диаграмме может быть выбран произвольно при достаточной его четкости и должен соблюдаться на всем протяжении диаграммы. Масштаб напряжений практически не соблюдается, перепады напряжений, и амплитуды импульсов на выходах формирователей повсеместно показываются одинаковыми.

За нулевой уровень напряжения на диаграмме условно принимается потенциал эмиттерных цепей транзисторов, входящих в схемы триггеров, инверторов, линий задержки и т. п. Соответственно, потенциал коллектора открытого транзистора считается, нулевым, а закрытого — отрицательным. Положительные потенциалы в выходных и внутренних цепях некоторых блоков могут возникать лишь за счет присутствия в их схемах реактивных элементов. Линия нулевого потенциала в строке диаграммы обозначается как ось абсцисс графика.

При построении временной диаграммы желательно размещать в непосредственной близости друг от друга графики напряжений в цепях взаимосвязанных элементов, так как в этом случае легче анализируются связи функциональных узлов. Однако часто такую последовательность выдержать трудно или невозможно при взаимных связях, охватывающих сразу несколько элементов. Тогда целесообразно соединить тонкой вертикалью одновременно образующиеся перепады напряжений или фронты импульсов. Короткие импульсы острой экспоненциальной формы изображают упрощенно в виде утолщенной вертикальной черты в пределах данной строки диаграммы.

Общее количество строк зависит от типа полуконспекта и режима, для которого строится диаграмма. Ниже в качестве примера дается ориентировочный перечень элементов диаграммы, для которых целесообразно выделять самостоятельные строки на диаграмме, применительно к случаю, когда анализируется работа приемного устройства ТС ДП для индикации шести элементов светового табло (прил.8).

1. Принимаемый импульсный код (напряжение на одном из входов линейного триггера ЛТ).

2. Выход первого инвертора — усилителя сигналов ЛТ — счетный вход

распределителя (прямой код в сопоставлении с сигналами от триггера задержки ТЗ).

3. Выход местного генератора тактовых импульсов.

4. Прямые выходы триггеров счетчика распределителя Т1, Т2 и ТЗ.

5. Выходы блока распределителя в различных позициях, при этом каждой позиции распределителя соответствует свой выход дешифратора со своим уровнем по амплитуде.

6. Прямые выходы триггеров задержки Тз1, Тз2 и Тз3 - выходы формирователей счета длинного и сверхдлинного сигнала.

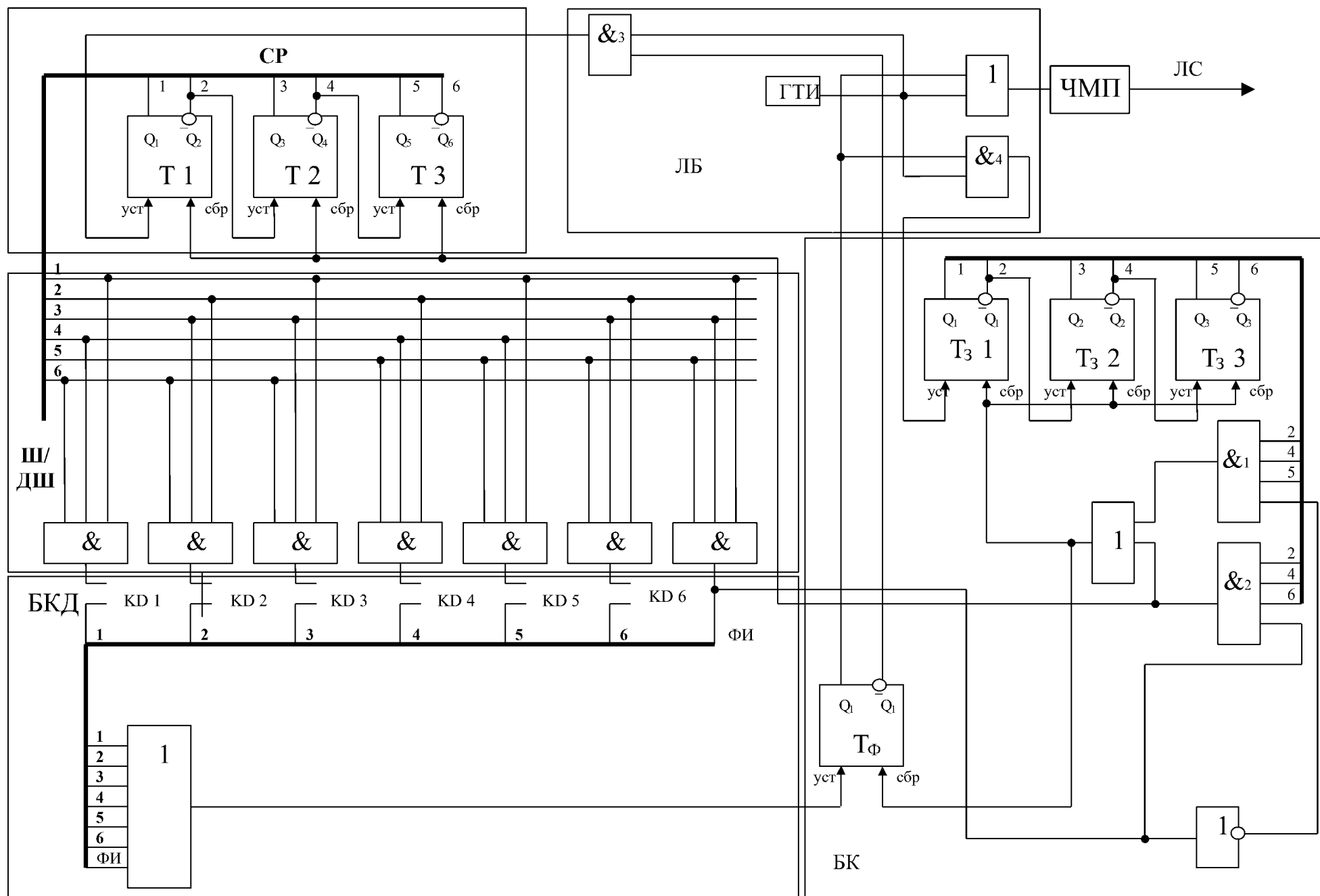
7. Прямой выход T_{ϕ} в зависимости от длины импульса.

Приведенный примерный перечень элементов временной диаграммы может быть расширен, сокращён или изменен в зависимости от структуры конкретной схемы разрабатываемого полукомплекта.

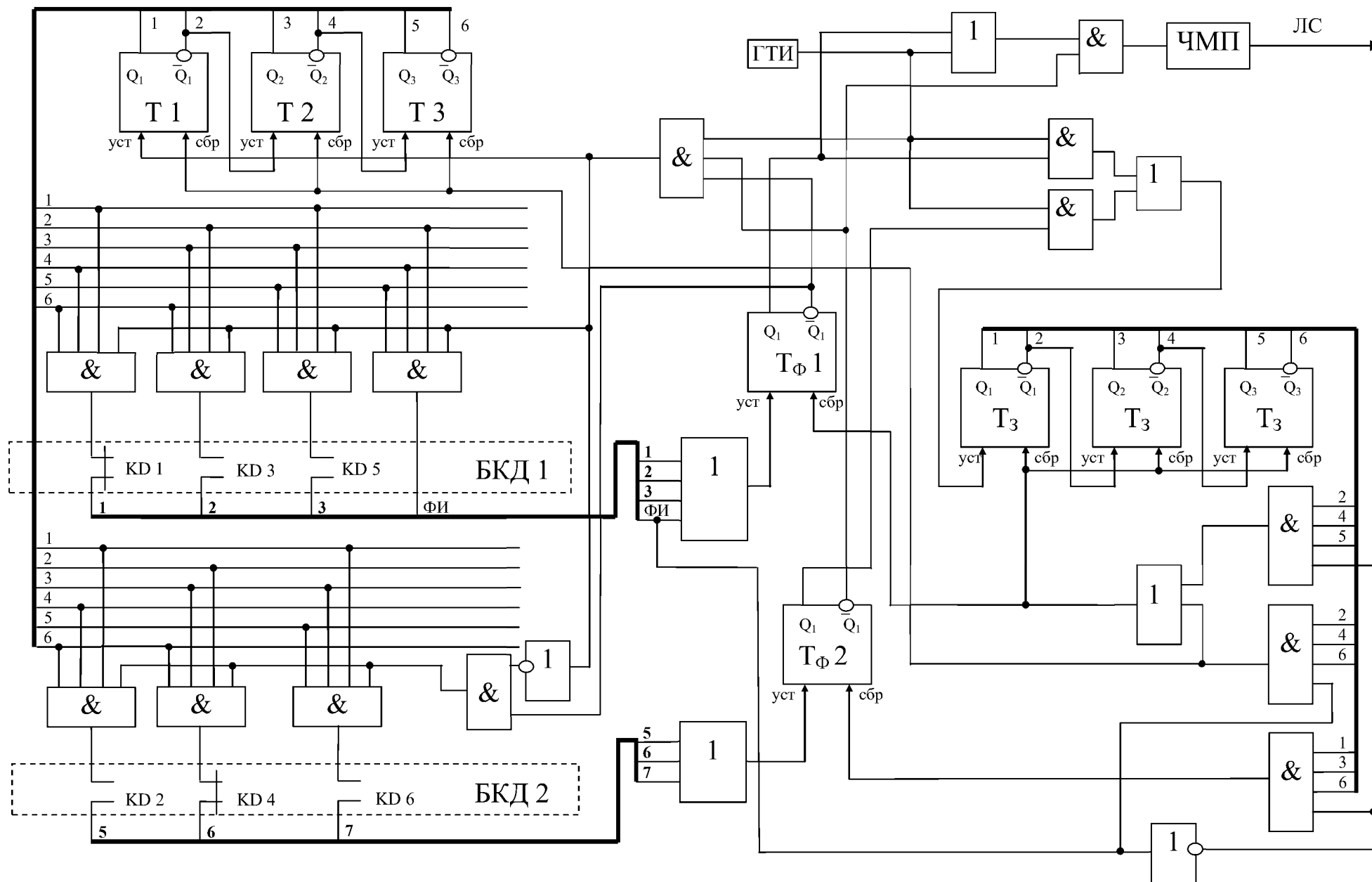
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухопрудский А.С. Автоматизация систем электроснабжения / А.С. Сухопрудский и др.. – М.: Транспорт, 1990. – 359 с.
2. Бирюков С.А. Цифровые устройства на МОП – интегральных микросхемах / С.А. Бирюков. – М.: Радио и связь, 1990. – 128 с.
3. Нефедов А.В. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Том 2: Справочник / А.В. Нефедов. – М.: РадиоСофт, 2000. – 260 с.
4. Сапожников, В. В. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст] : учебник для вузов ж.-д. трансп. / В. В. Сапожников, Ю. А. Кравцов, Вл. В. Сапожников ; под ред. В. В. Сапожникова ; рек. Упр. учеб. завед. и прав. обеспеч. Федер. агентства ж.-д. трансп. - М. : УМЦ по образов. на ж.-д. трансп., 2008. - 394 с.

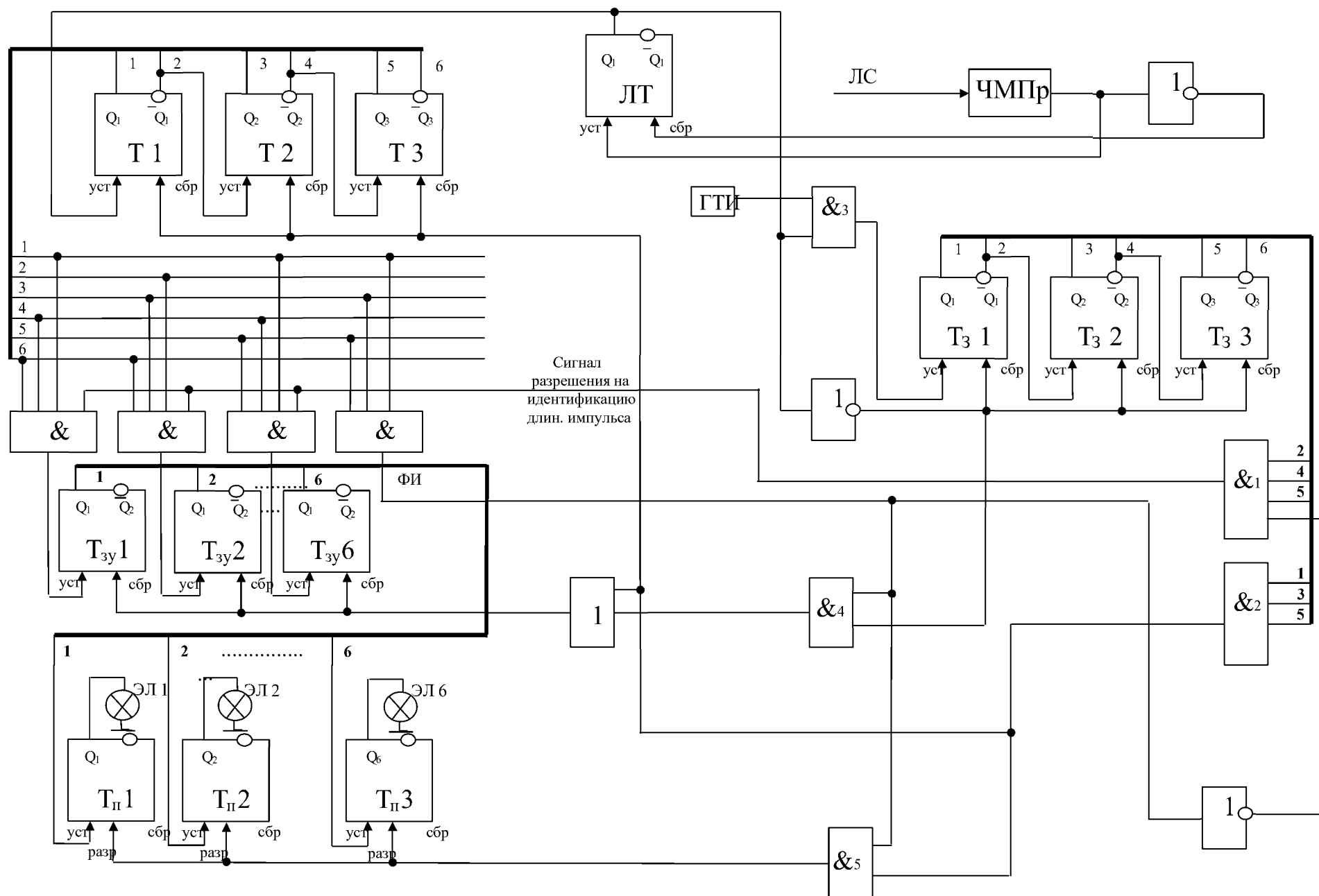
Функциональная схема передающего полукомплекта ТС КП (ТУ ДП) на импульсах



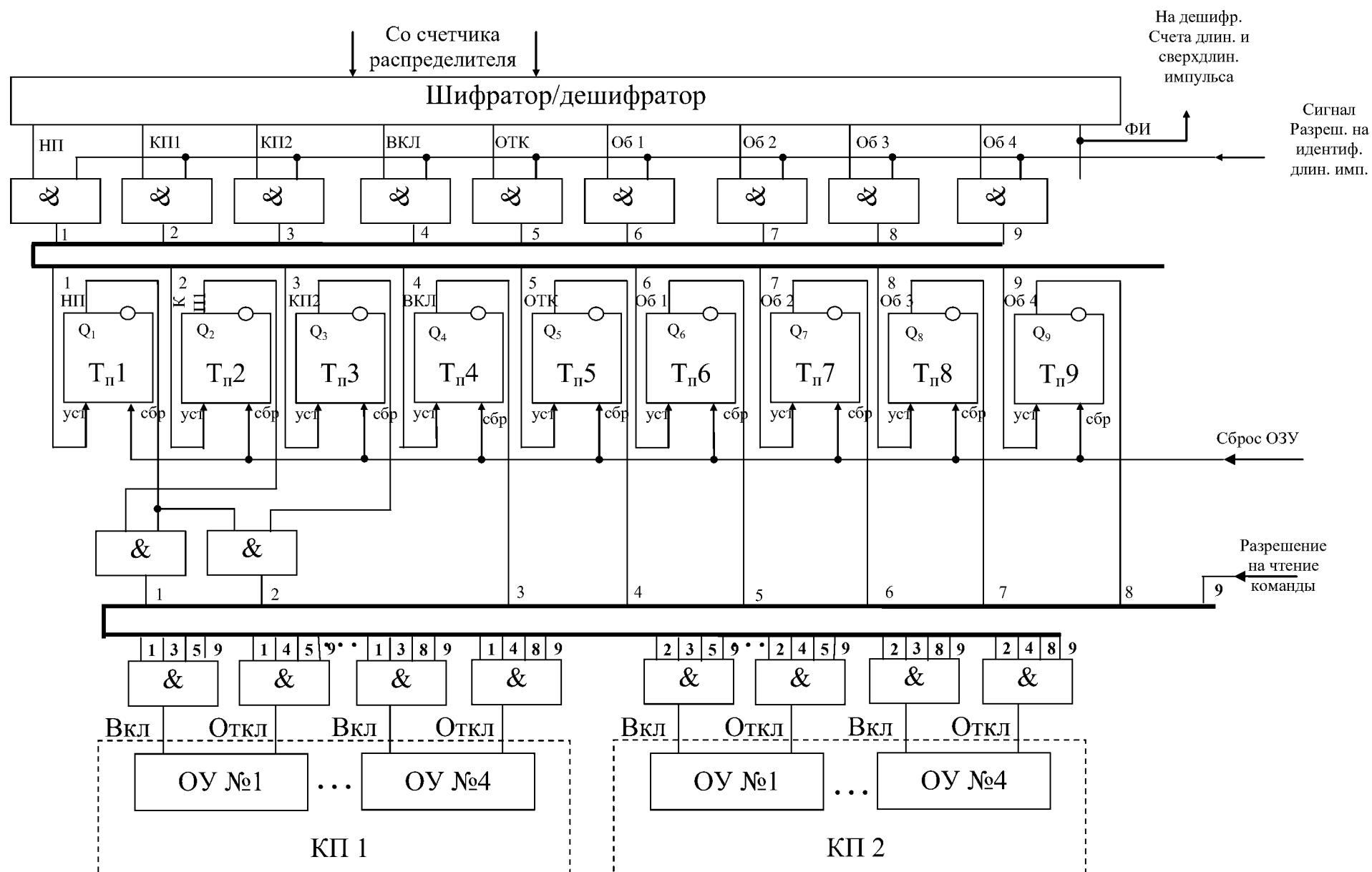
Функциональная схема передающего полукомплекта ТС (ТУ) на импульсах и паузах



Функциональная схема приемного полукомплекта ТС



Фрагмент функциональной схемы приемного полукомплекта ТУ



Временная диаграмма для передающего полукомплекта ТС

