

Лекция 2. Автоблокировка (АБ)

2.1. Принципы построения АБ

2.2. АБ постоянного тока

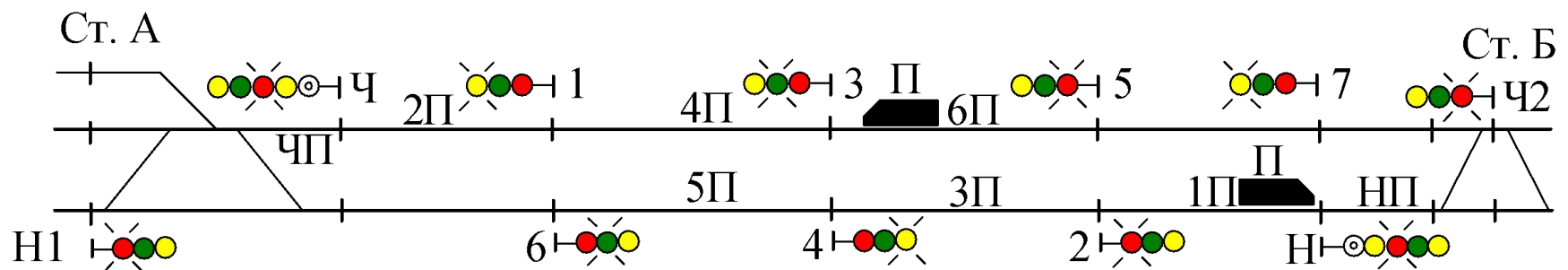
2.3. Дешифратор АБ

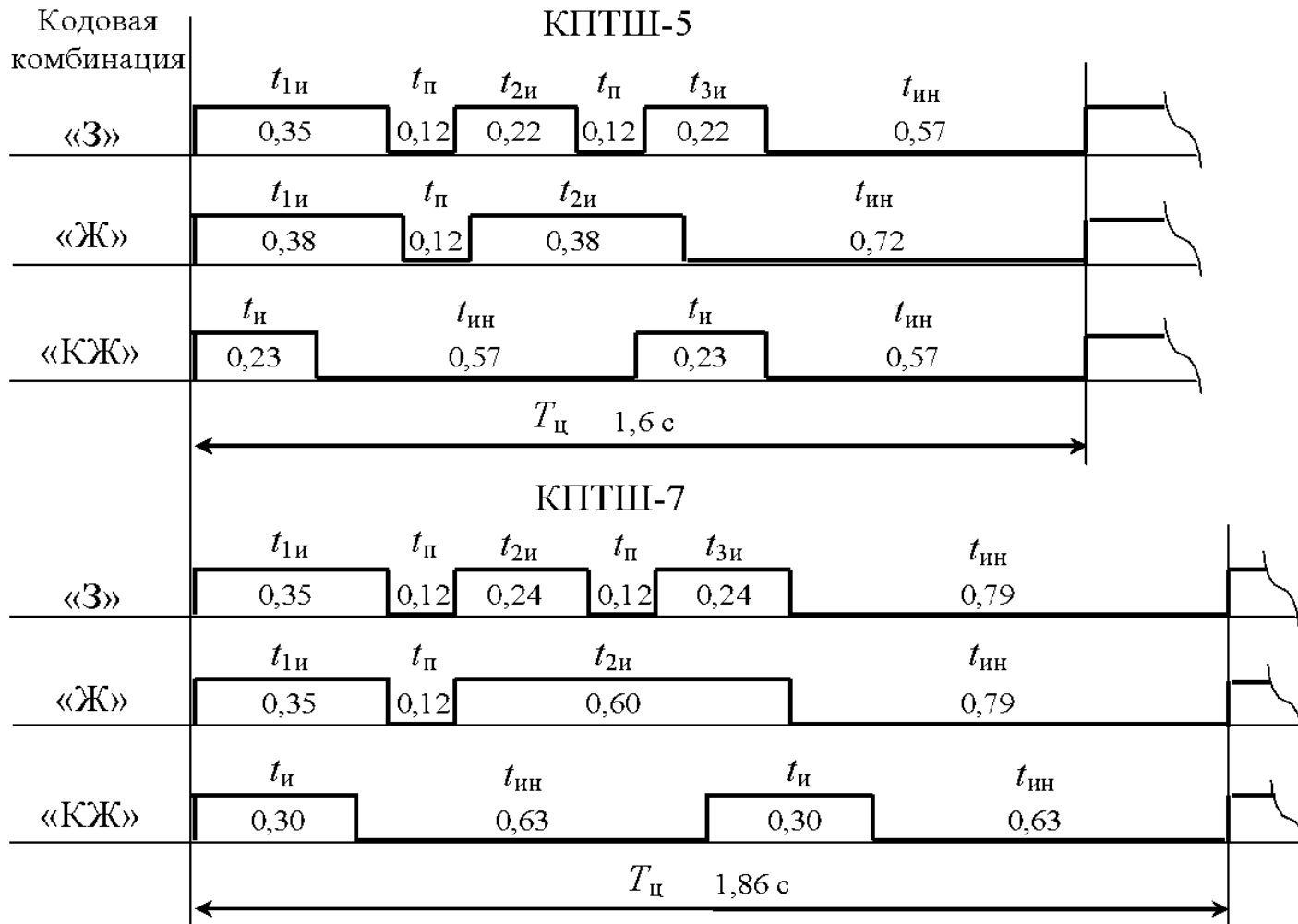
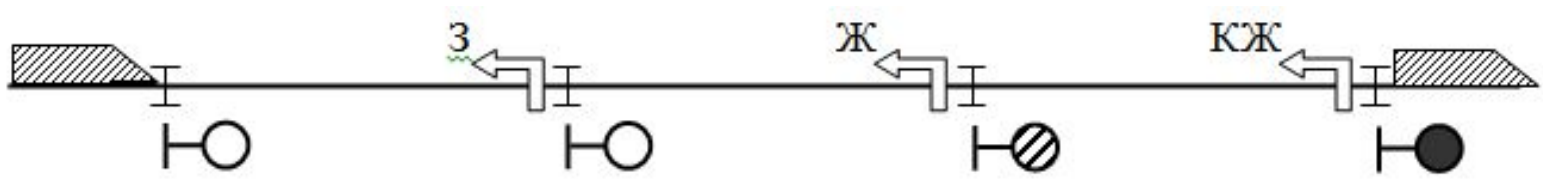
Системы автоблокировки числового кода (ЧКАБ или КАБ)

Автоматическая блокировка (АБ) – система интервального регулирования движением поездов, в которой межстанционный перегон делится на блок-участки, каждый из которых ограждается светофором, действующим в автоматическом режиме.

Отличительными особенностями кодовой АБ являются:

- применение рельсовых цепей числового кода с частотой питания 50 или 25 Гц (в зависимости от вида тяги поездов);
- использование сигнального тока РЦ для передачи информации между сигнальными точками и на локомотив.





Кодовые комбинации, вырабатываемые трансмиттерами типов КПТШ-5 и КПТШ-7

Рассмотрим назначение основных узлов КАБ на примере оборудования 6-й сигнальной установки.

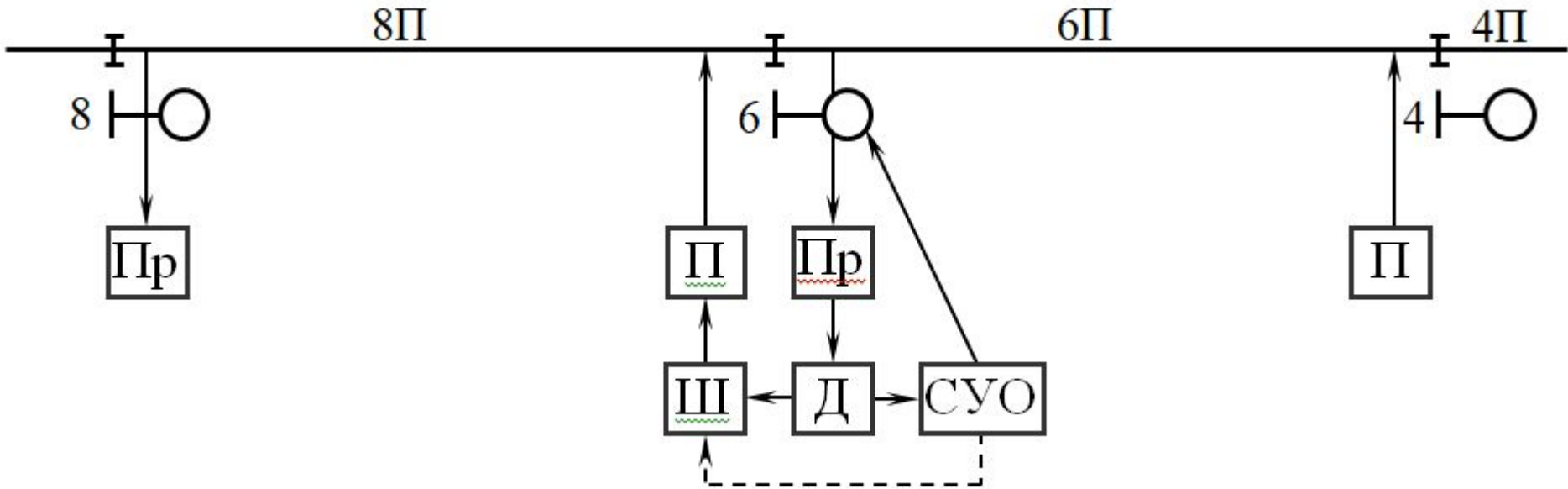


Рис. 1.1. Структурная схема кодовой автоблокировки:

Пр – приемник; Д – дешифратор; СУО – схема управления огнями светофора; Ш – шифратор; П - передатчик

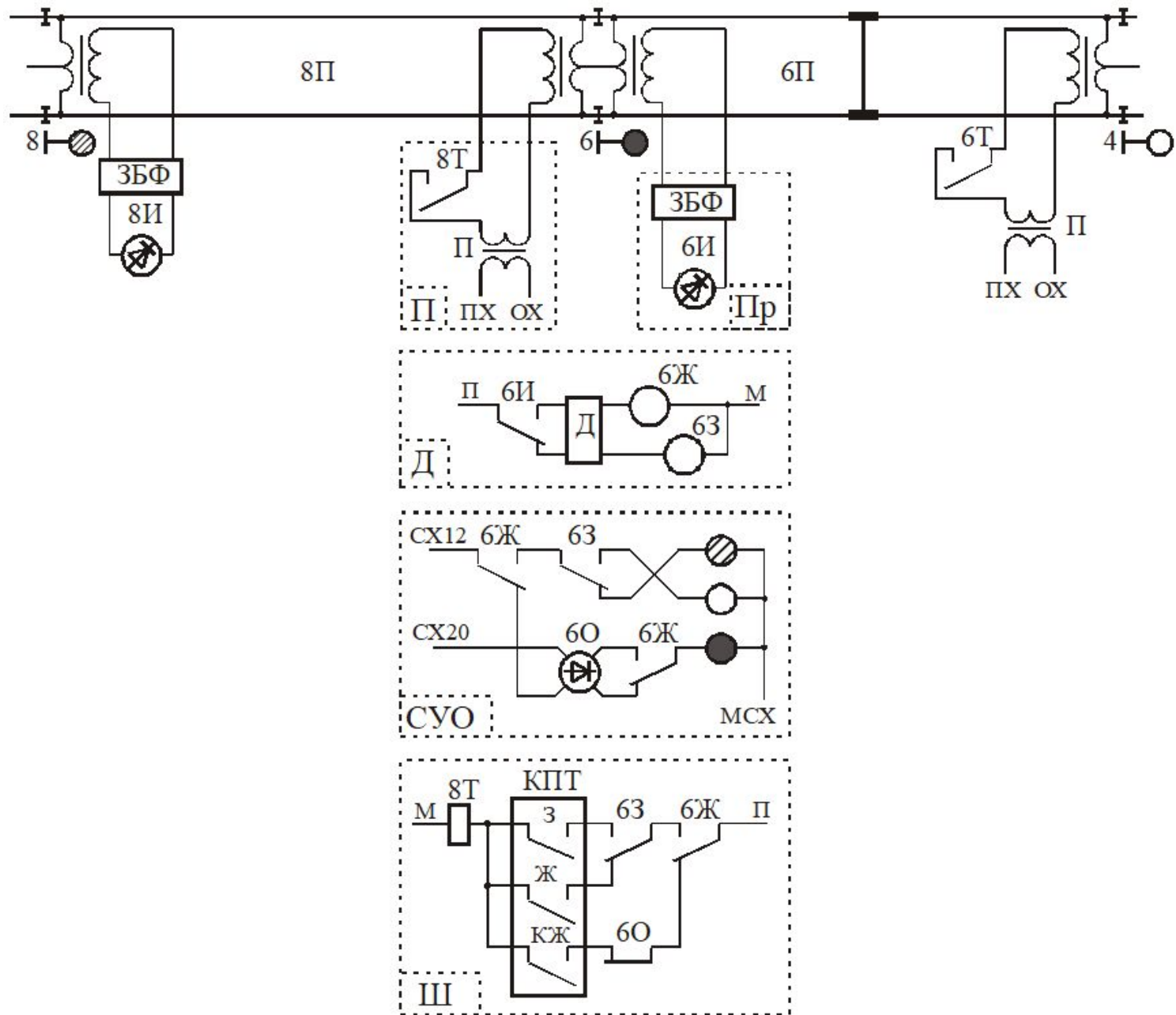


Рис. 1.2. Кодовая автоблокировка (упрощенная схема)

В реальных схемах кодовой автоблокировки введены дополнительные элементы, которые решают следующие задачи:

- ускорение фиксации вступления поезда на ограждаемый БУ;
- контроль исправности основных нитей всех ламп светофора;
- исключение более разрешающего показания светофора при пробое изолирующих стыков;
- организация увязки с переездными и станционными устройствами;
- перестройка схем при смене направления движения;
- увязка между светофорами по линейным цепям и выбор кодового сигнала и его включение с релейного конца РЦ при установленном направлении движения по неправильному пути;
- контроль наличия основного питания сигнальной установки и автоматическое переключение на резервное питание при отключении основного;
- исключение опасных отказов при заедании якоря сигнального реле Ж;
- организация защитных участков при движении поезда по неправильному пути

Алгоритм работы кодовой автоблокировки

	Состояние впередилежащих <u>блок-участков</u>	Работа приборов						
		6И	6Ж	6З	Св.6	6О	8Т	Св.8
1	Занят	↓	↓	↓	<u>Кр</u>	↑	↑↓ <u>кж</u>	<u>Ж</u>
2	Свободен один	↑↓ <u>кж</u>	↑	↓	<u>Ж</u>	↑	↑↓ <u>ж</u>	<u>З</u>
3	Свободно два	↑↓ <u>ж</u>	↑	↑	<u>З</u>	↑	↑↓ <u>з</u>	<u>З</u>
4	Свободно более двух	↑↓ <u>з</u>	↑	↑	<u>З</u>	↑	↑↓ <u>з</u>	<u>З</u>
5	<u>Занят</u> (перегорела лампа <u>кр.</u> огня)	↓	↓	↓	Кр	↓	↓	<u>Кр</u>
6	Занят (пробой ИС)	↑↓ <u>кж</u>	↓	↓	<u>Кр</u>	↑	↑↓ <u>кж</u>	<u>Ж</u>

Недостатки кодовой АБ:

1. Недостатки по функциональным возможностям.
 - Ограниченный объем информации об условиях движения.
 - Невозможность применения на участках с низким сопротивлением изоляции рельсовой линии.
 - Длительная и сложная процедура перехода на двухстороннее движение на двухпутных участках.
 - Низкое быстродействие.

2. Недостатки КАБ по показателям надежности.

- Недостаточная надежность системы, что объясняется следующими факторами:
 - а) наличие элементов с низкой надежностью (изолирующие стыки, электролитические конденсаторы большой емкости и др.);
 - б) работа большого числа контактных электромагнитных реле в динамическом режиме при коммутации цепей с индуктивной нагрузкой (импульсное путевое реле, все реле дешифратора) и большой коммутируемой мощностью (трансмиттерное реле). Указанные реле совершают более 6 млн. переключений в месяц;
 - в) работа устройств в тяжелых условиях (вибрация, пыль, влажность, температура).
- Планово-профилактический метод технического обслуживания.
- Большая длительность восстановления устройств после отказов.

3. Недостатки с точки зрения безопасности движения поездов.

- Не предусмотрен контроль потери шунта.
- Высокая вероятность аварии при проезде светофора с запрещающим показанием.
- В некоторых случаях применяются реле не первого класса надежности без контроля их исправности.

4. Недостатки по экономическим показателям.

- Большие затраты на обслуживание.
- Большой расход драгоценных металлов и дорогих электротехнических материалов.

По техническим признакам путевая АБ является системой телеуправления с непрерывным входом и дискретным выходом. Эта система характеризуется следующими признаками:

1. Каждому состоянию входа соответствует определенное состояние выхода;
2. Объем памяти этой системы является постоянным, а содержание памяти изменяется циклически после каждого изменения состояния входов;
3. В системе отсутствует обратная связь.

Количество входов АБ равно количеству блок-участков на перегоне между двумя станциями, а каждый выход соответствует показанию проходного светофора в виде сигнального огня красного, желтого или зеленого цветов ($\kappa_i, \mathcal{Ж}_i, z_i$) в случае трехзначной АБ или сигналов $\kappa_i, \mathcal{Ж}_i, \mathcal{ЖЗ}_i, z_i$, если сигнализация АБ четырехзначная.

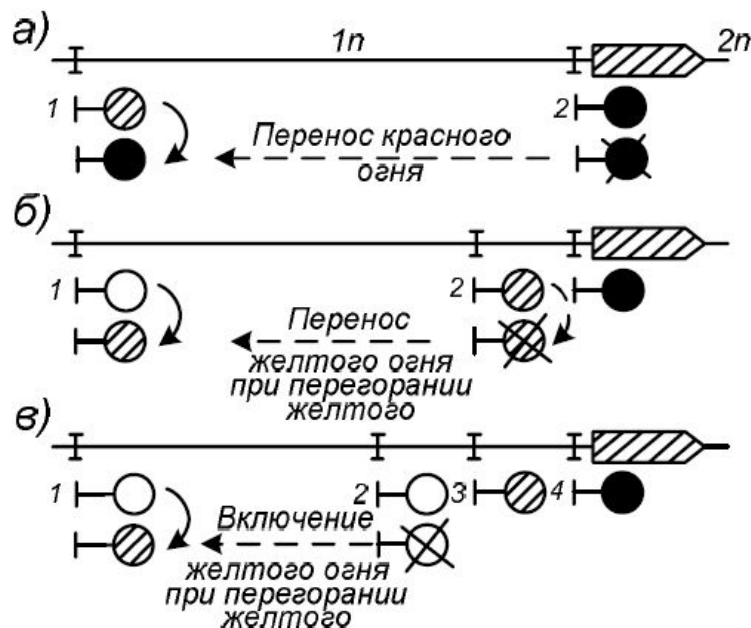
Входной информацией в АБ является состояние рельсовых цепей (РЦ) собственного и смежного блок-участка x_i и x_{i+1} . Управляемым объектом, или конечным звеном любой АБ, является сигнальный прибор – проходной светофор, который посредством установленного набора оптических сигналов передает машинисту движущегося поезда оперативную информацию о состоянии блок-участков и светофоров АБ впереди по ходу следования. При помощи данной информации достигается автоматическое интервальное регулирование движения поездов, создаются благоприятные условия труда для локомотивных бригад и повышения безопасности движения.

Поскольку объектом управления АБ является проходной светофор, то в алгоритме работы АБ учитывается в виде дополнительного входного воздействия и техническое состояние ламп проходных светофоров, ограждающих собственный и смежный блок-участки. Состоянию ламп светофоров соответствуют следующие входные параметры АБ:

$$\begin{cases} y_i, y_{i+1} \\ \bar{y}_i, \bar{y}_{i+1} \end{cases} \text{ – состояние ламп красного огня (знак инверсии соответствует}$$

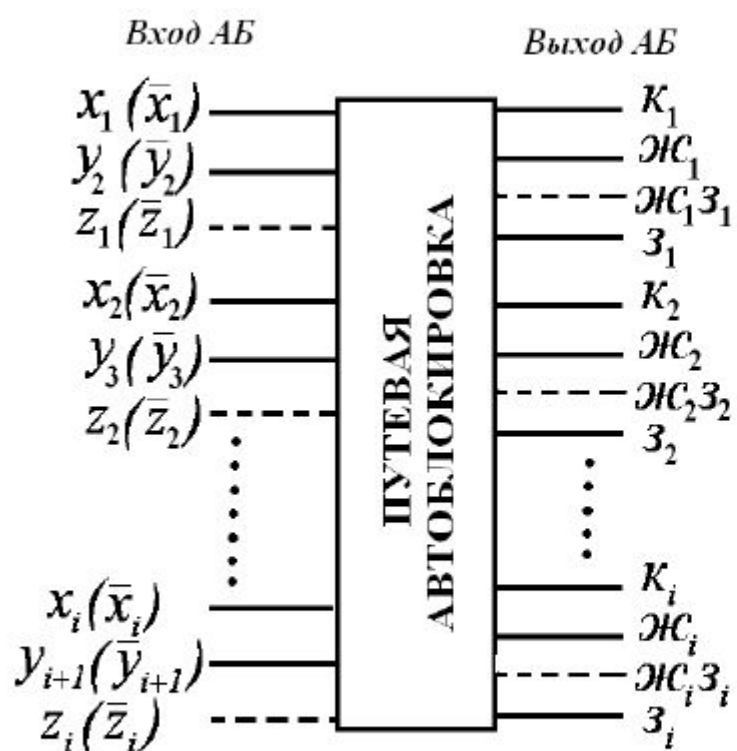
неисправному состоянию лампы, а его отсутствие – исправному состоянию);

$$\begin{cases} z_i, z_{i+1} \\ \bar{z}_i, \bar{z}_{i+1} \end{cases} \text{ – состояние ламп желтого и зеленого огней.}$$



Перенос сигнала светофора при перегорании лампы

Таким образом, логические связи между входом и выходом АБ обеспечивают включение сигнального показания каждого из проходных свето-



форов с учетом: состояния ламп светофора, ограждающего смежный по ходу движения блок-участок, и состояния РЦ собственного и смежного блок-участков. С учетом сказанного, любую путевую АБ можно представить в виде логического устройства с непрерывным входом (который представляет из себя совокупность всех блок-участков перегона) и дискретным выходом (показания проходных светофоров, ограждающих тот или иной блок-участок на перегоне). Функциональная схема данного логического устройства изображена на рис.

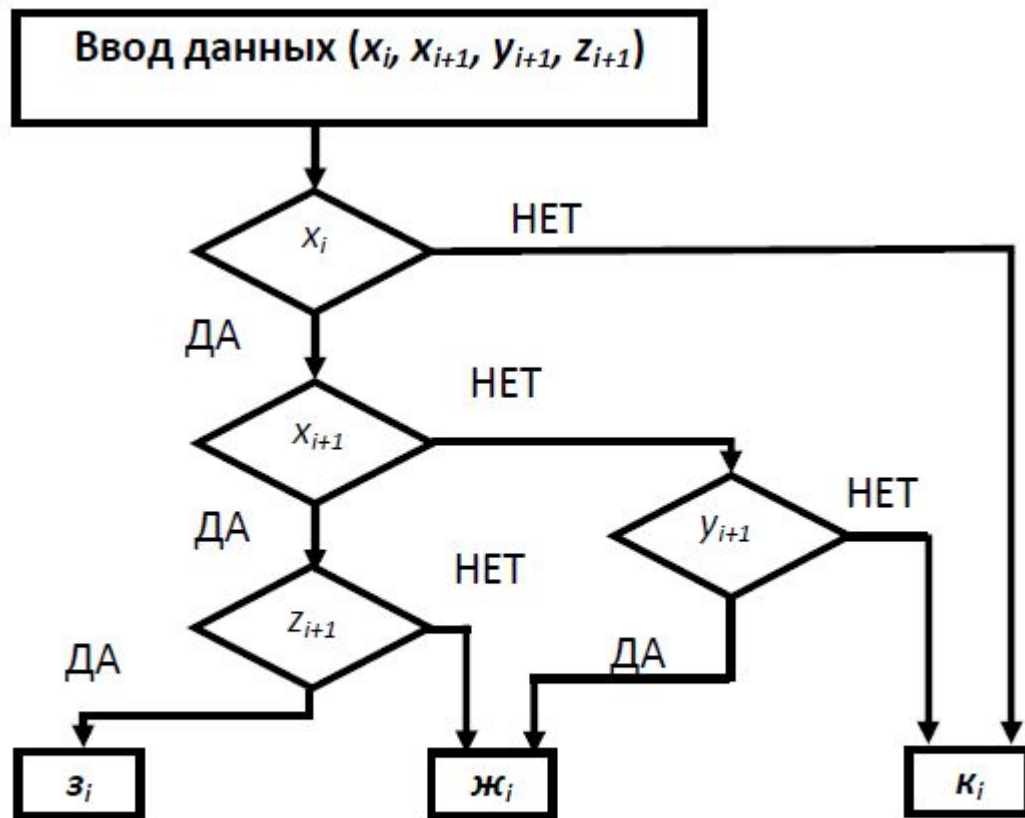
Рис. 2.2 Обобщенная функциональная схема путевой АБ

Алгоритм функционирования трехзначной АБ с контролем красного огня.

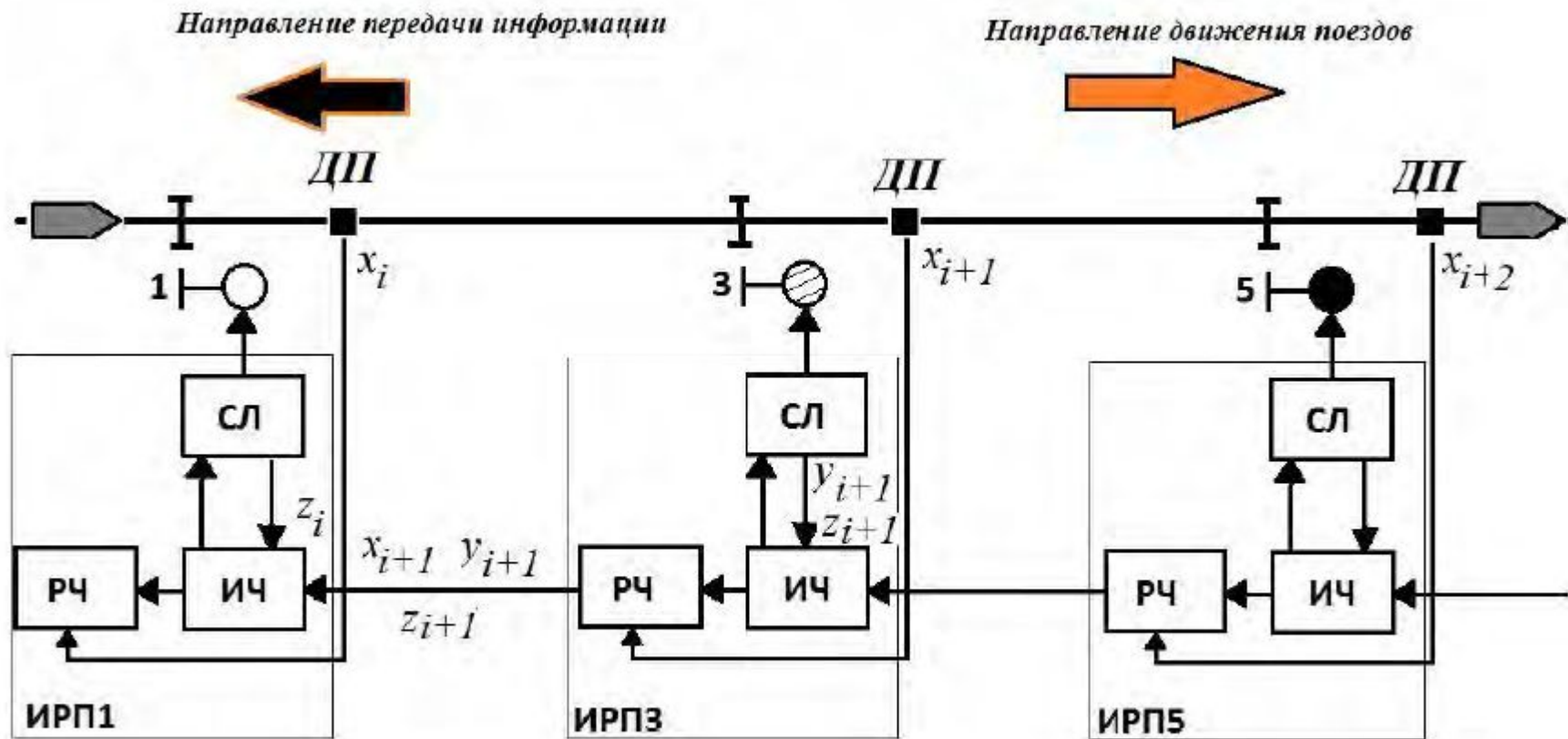
$$\begin{cases} z_i = x_i \wedge x_{i+1} \\ \mathcal{Ж}_i = x_i \wedge \bar{x}_{i+1} \wedge y_{i+1} \\ \mathcal{К}_i = \bar{x}_i \vee (x_{i+1} \wedge y_{i+1}) \end{cases},$$

Для трехзначной АБ с контролем всех огней вводится дополнительный входной параметр: z_{i+1} – состояние ламп разрешающих огней на светофоре, ограждающем $(i+1)$ -й блок-участок. При этом система уравнений логических связей между входом и выходом приобретает вид

$$\begin{cases} z_i = x_i \wedge x_{i+1} \wedge z_{i+1} \\ \mathcal{Ж}_i = (x_i \wedge \bar{x}_{i+1} \wedge y_{i+1}) \vee (x_i \wedge x_{i+1} \wedge \bar{z}_{i+1}) \\ \mathcal{К}_i = \bar{x}_i \vee (x_i \wedge \bar{x}_{i+1} \wedge \bar{y}_{i+1}) \end{cases}.$$



**Технологический алгоритм работы
трехзначной АБ с контролем всех огней**



Цепочная структура АБ

- ИРП – исполнительно-распорядительный пункт;
- ДП – датчик пути;
- СЛ – узел сигнальной логики;
- ИЧ – исполнительная часть;
- РЧ – распорядительная часть.

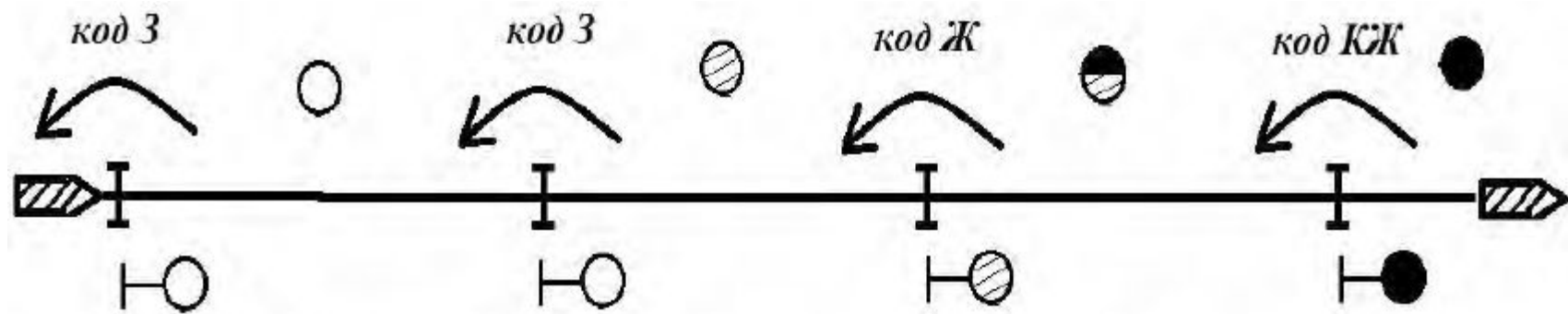
В централизованных системах АБ указанная цепочечная структура сохраняется, но на поле остаются только элементы путевой аппаратуры и проходные светофоры. Вся другая аппаратура, входящая в состав ИРП, выносится на общий пункт или несколько пунктов и организуется ее взаимодействие с перегоном по кабельным сетям.

При формировании и передаче информации по линиям связи в АБ, исходя из требования обеспечения безопасности движения, к процессу формирования и передачи информации предъявляются следующие требования:

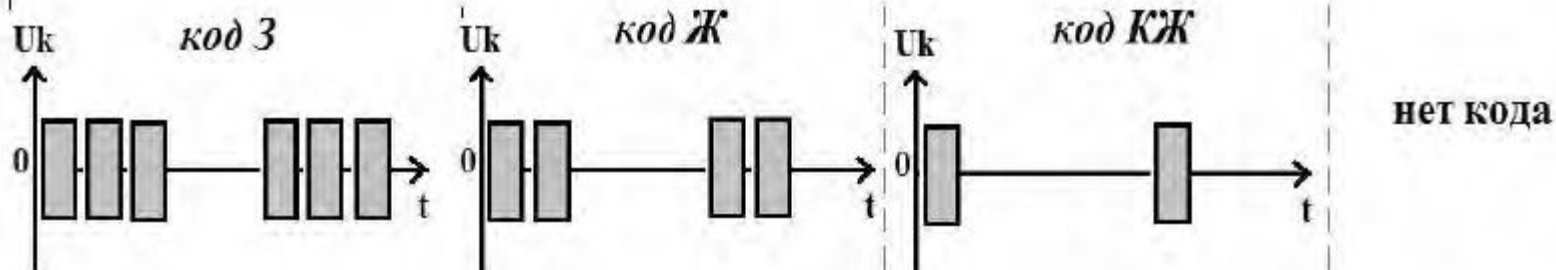
1. Информация должна быть абсолютно достоверной;
2. Должна быть исключена вероятность появления на проходном светофоре разрешающего показания вместо запрещающего или более разрешающего вместо менее разрешающего;
3. Любые отказы в процессе формирования информации должны приводить к появлению на проходном светофоре запрещающего показания.

Тип КПТ	Обозначение кода	Продолжительность импульсов и интервалов, с	
КПТШ - 5	З		
	Ж		
	КЖ		
КПТШ - 7	З		
	Ж		
	КЖ		

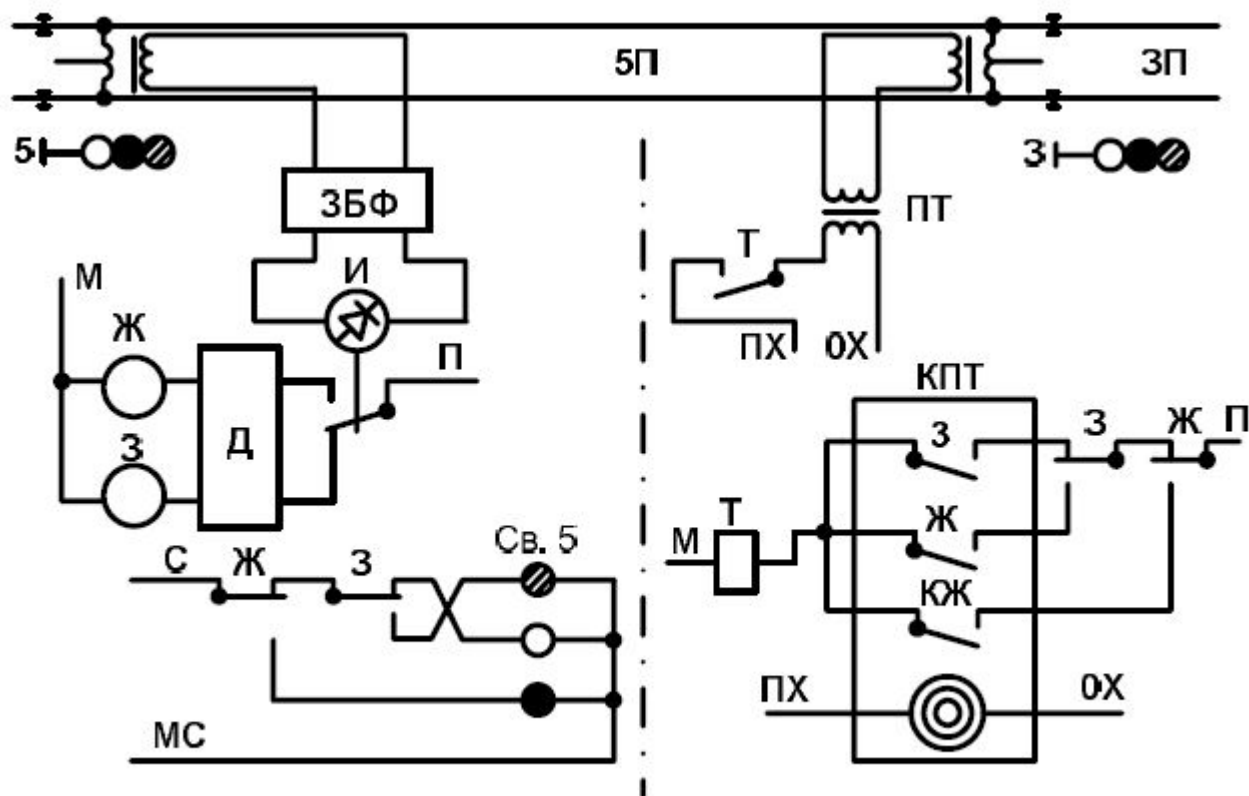
Временные параметры числовых кодов



Вид кодовой последовательности, действующей в рельсовой цепи



Порядок использования числовых кодов на перегоне



Трехзначная числовая кодовая АБ

Состояние РЦ 5П	Состояние РЦ 3П	Состояние РЦ 1П	Работа реле И	Состояние реле Ж и З	Показание светофора 5	Показание светофора 3
занята	-	-	без тока	$\underline{\text{Ж}}$ $\underline{\text{З}}$	красный	-
свободна	занята	-	КЖ	$\overline{\text{Ж}}$ $\underline{\text{З}}$	желтый	красный
свободна	свободна	занята	Ж	$\overline{\text{Ж}}$ $\overline{\text{З}}$	зеленый	желтый
свободна	свободна	свободна	З	$\overline{\text{Ж}}$ $\overline{\text{З}}$	зеленый	зеленый

Принципы построения автоблокировки постоянного тока

Отличительными особенностями автоблокировки постоянного тока являются:

- Использование импульсных рельсовых цепей постоянного тока.
- Передача информации между СУ по линейным цепям.
- Применение дополнительных устройств для формирования и передачи сигналов АЛС в рельсовую линию.
- Установка путевого приёмника на выходном конце блок-участка, что позволяет реализовать простую схему включения сигналов АЛС при вступлении поезда на блок-участок.

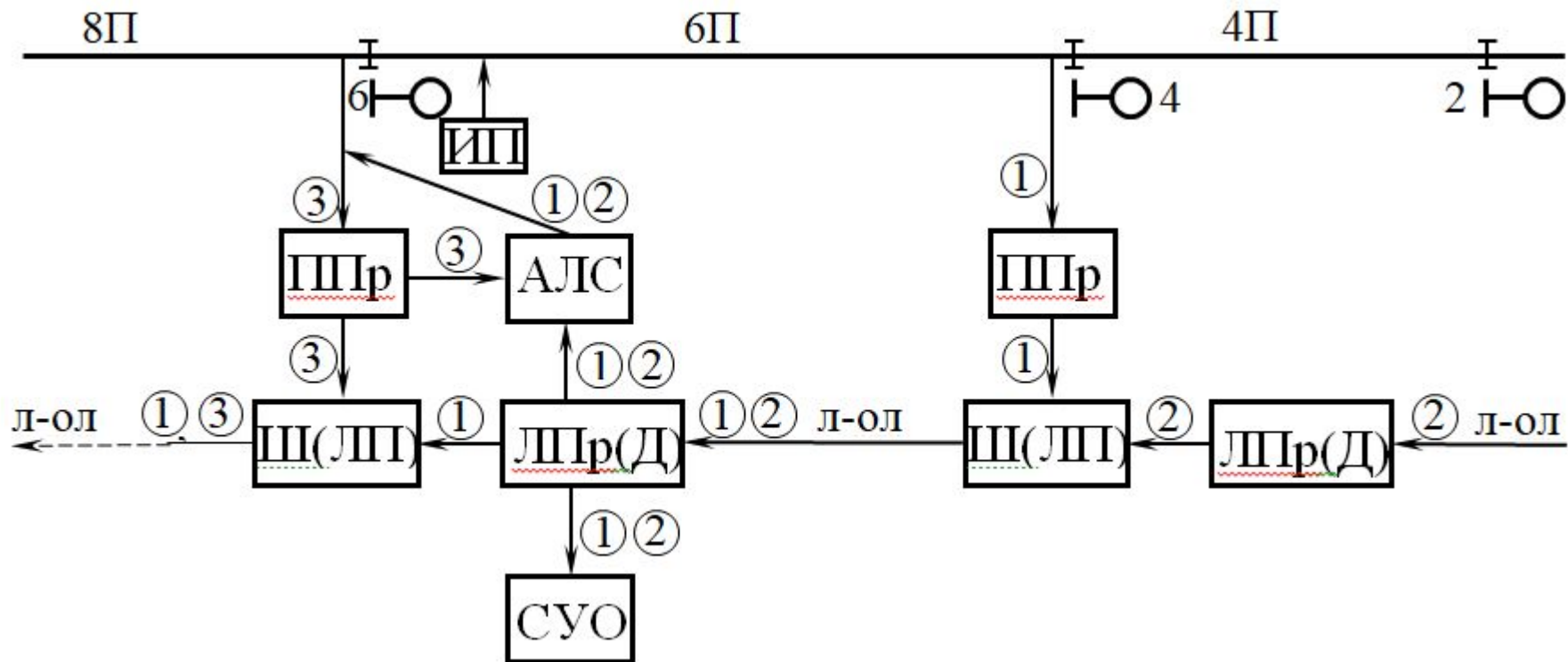


Рис. 1.3. Структурная схема автоблокировки постоянного тока:

ППр – путевого приемник; ЛПр – линейный приемник; ЛП – линейный передатчик; ЛПр(Д) – линейный приемник-дешифратор; Ш(ЛП) – шифратор-передатчик; ИП – источник питания; АЛС – блок автоматической локомотивной сигнализации; СУО – схема управления огнями светофора; Л-ОЛ – линейная цепь; 1, 2, 3 - сообщения

Двухпутная АБ постоянного тока для участков с односторонним движением поездов

Полная схема автоблокировки состоит из цепей:

рельсовой
линейной
сигнальной
электропитания
кодирования

Рельсовая цепь. Проверяет целостность рельсовых нитей, контролирует состояние (занятое или свободное от подвижного состава) блок-участка, служит каналом связи между путевыми и локомотивными устройствами АПС. Питающий конец рельсовой цепи находится на входном конце блок-участка, релейный – на выходном.

Линейная цепь. Служит для увязки показаний проходных светофоров между собой. Питание цепи осуществляется от впереди стоящей сигнальной установки. Реле *Л* управляет огнями светофора.

Сигнальная цепь. Включает сигнальные огни светофоров.

Цепь электропитания. Осуществляет питание переменным и постоянным токами цепи и приборы сигнальной установки.

Цепь кодирования. Включает кодирование при занятии поездом блок-участка.

Назначение приборов

Рельсовой цепи:

ВАК-14Б – источник основного питания рельсовой цепи $U = 2,2$ В;

ПБ-АБН-72 – источник резервного питания рельсовой цепи;

МТ (МТ-1) – маятниковый трансмиттер, датчик импульсов постоянного тока;

R_0 – регулировочный резистор;

И (ИМШ1-0,3) – импульсное путевое реле, приемник импульсов;

РД – дешифратор импульсной работы И;

П – (АНШ2-700) – путевое реле;

ПИ, ПИ1 – вспомогательное реле РД.

Линейной цепи:

Л (КШ1-280) – передает сигнальную информацию между сигнальными установками;

С (АНШМ2-380) – сигнальное реле – повторитель нейтрального якоря линейного реле; исключает проблеск красного огня при смене показания с желтого огня на зеленый.

Сигнальной цепи:

О (АНШ2-180/0,45) – огневое реле, контролирует горение ламп светофора и обеспечивает перенос огня;

КО (НМШ2-900) – огневое реле красного огня, непрерывно контролирует исправность нити лампы красного огня для передачи о ее повреждении по системе ЧДК.

Цепи кодирования:

Т (ТШ-65В) – трансмиттерное реле для подачи кодов в рельсы.

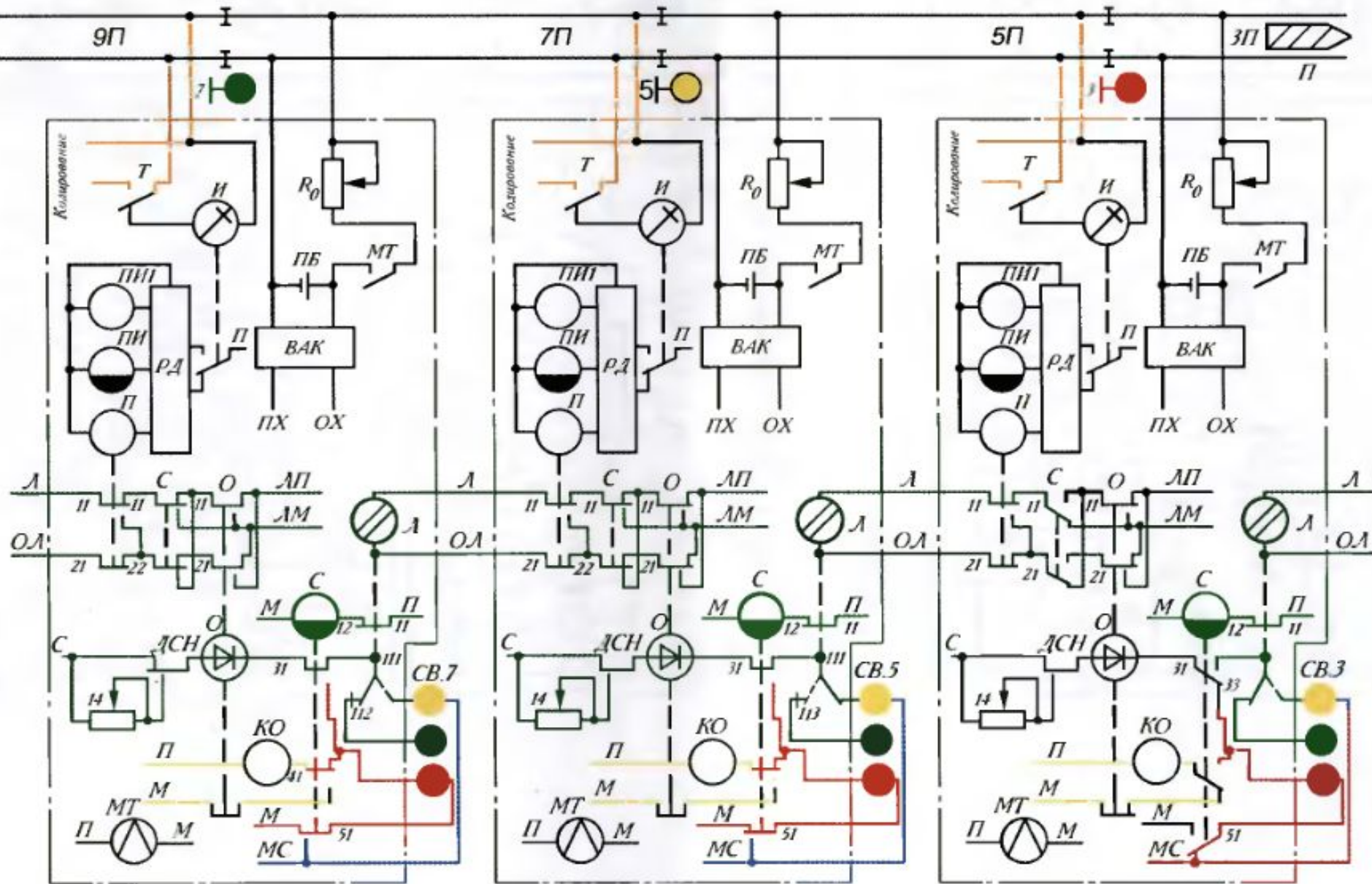


Рис. 1.4. Двухпутная АБ постоянного тока при автономной тяге поездов

Защита от опасных отказов

При неисправности изолирующих стыков – чередованием полярности тока в смежных рельсовых цепях и регулировкой (с магнитным преобладанием) якоря реле И;

При перегорании лампы красного огня – автоматическим переносом сигнального показания данного светофора на лозади стоящий светофор;

При попадании непрерывного литания или питания переменного тока – с помощью схемы релейного дешифратора РД.

Участок ЗП занят. Импульсное реле И↓, реле П↓, реле Л↓, реле С↓ тыловыми контактами замкнув цепь горения красного огня светофора 3:

$$C - \overline{ДСН} - \overline{O} - \underline{C} - \tilde{K} - \underline{C} - MC$$

Реле С меняет полярность тока линейной цепи. Реле Л светофора 5 получает питание током обратной полярности, находящегося на сигнальной установке (СУ) 3:

$$ЛП - \overline{O} - \underline{C} - \overline{П} - \text{провод ОЛ} - \overline{Л} - \text{провод Л} - \overline{П} - \underline{C} - ЛМ$$

Реле Л притягивает нейтральный якорь, реле С↑, контактом поляризованного якоря выбирается лампа желтого огня:

$$C - \overline{ДСН} - \boxed{\overline{O}} - \overline{C} - \overline{Л} - \tilde{Ж} - МС$$

Целостность нити лампы красного огня в холодном состоянии:

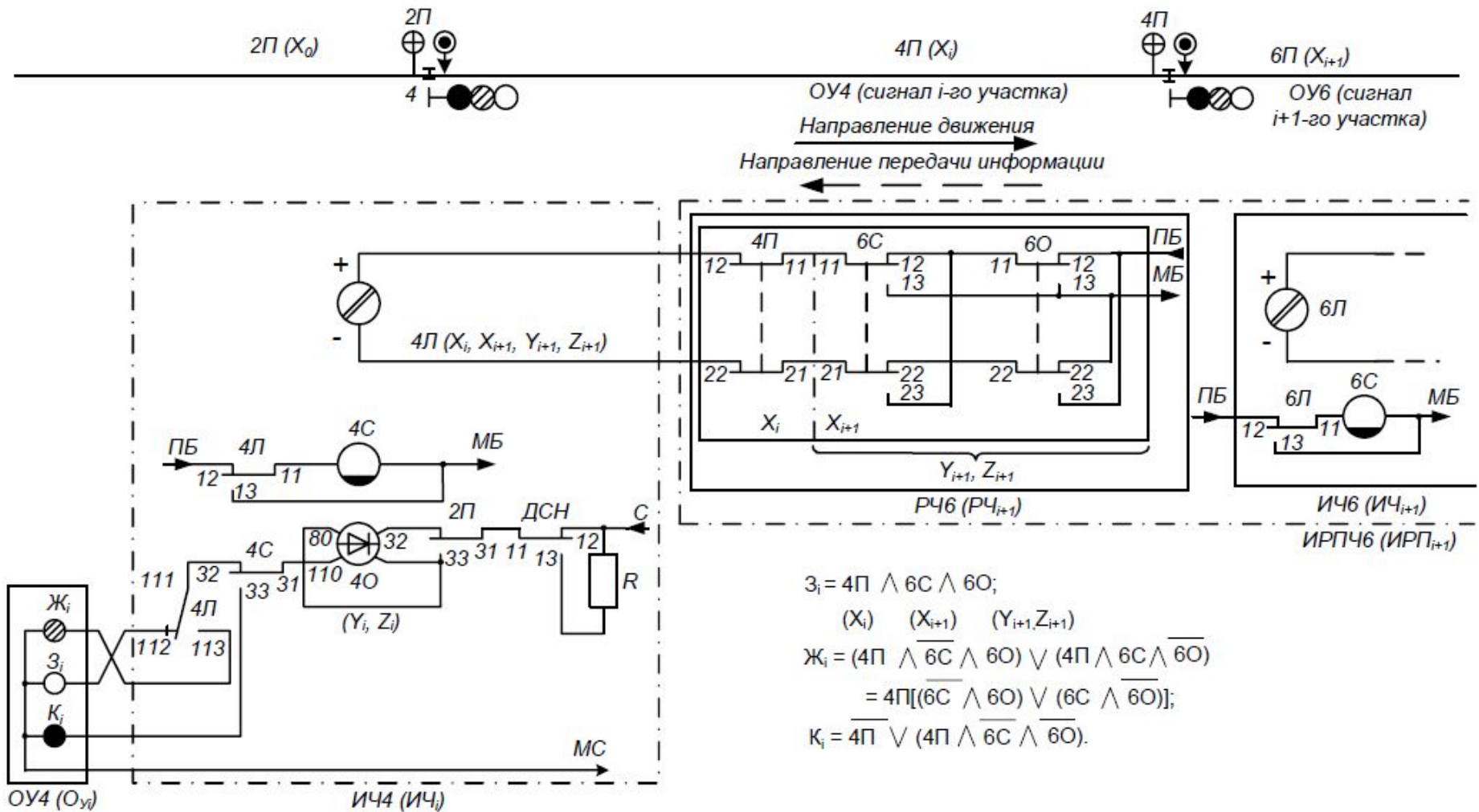
$$П - \boxed{\overline{КО}} - \overline{C} - \check{К} - \overline{C} - М$$

На светофоре 5 – желтый огонь. РЦ 7П – свободна. Реле Л получает питание током прямой полярности и переключает поляризованный якорь в нормальное положение:

$$ЛП - \overline{O} - \overline{C} - \overline{П} - \text{провод } Л - \boxed{\overrightarrow{Л}} - \overline{П} - \overline{C} - \overline{O} - ЛМ$$

Через фронтной контакт реле С и поляризованный контакт реле Л на светофоре 7 загорается лампа зеленого огня:

$$C - \overline{ДСН} - \boxed{\overline{O}} - \overline{C} - \overrightarrow{Л} - \tilde{З} - МС$$



Импульсно-проводная трехзначная АБ постоянного тока с контролем всех огней

Поезд находится на участке 4П(x_i)

$$C \rightarrow \overline{ДСН} \rightarrow \overline{2П}(31,33) \rightarrow [\overline{4О}] \rightarrow \underline{4С}(31,33) \rightarrow "Кр" \rightarrow МС.$$

Поезд находится на участке 6П(x_{i+1}).

$$ПБ \rightarrow \overline{6О}(12,11) \rightarrow \underline{6С}(23,21) \rightarrow \overline{4П}(21,22) \rightarrow [\overline{4Л}] \rightarrow \overline{4П}(12,11) \rightarrow \underline{6С}(11,13) \rightarrow МБ.$$

$$C \rightarrow \overline{ДСН} \rightarrow \overline{2П}(31-32) \rightarrow [\overline{4О}] \rightarrow \overline{4С}(31-32) \rightarrow \overline{4Л}(111-113) \rightarrow "Ж"-МС.$$

Поезд находится на участке 8П.

$$ПБ \rightarrow \overline{6О}(12-11) \rightarrow \overline{6С}(12-11) \rightarrow \overline{4П}(11-12) \rightarrow [\overline{4Л}] \rightarrow \overline{4П}(22-21) \rightarrow \overline{6С}(21-22) \rightarrow \rightarrow \overline{6О}(21-22) \rightarrow МБ.$$

$$C \rightarrow \overline{ДСН} \rightarrow \overline{2П}(31-32) \rightarrow [\overline{4О}] \rightarrow \overline{4С}(31-32) \rightarrow \overline{4Л}(111-112) \rightarrow "З" \rightarrow МС.$$

$$ПБ \rightarrow \underline{6О}(23-21) \rightarrow \overline{6С}(22-21) \rightarrow \overline{4П}(21-22) \rightarrow [\overline{4Л}] \rightarrow \overline{4П}(12-11) \rightarrow \rightarrow \overline{6С}(11-12) \rightarrow \underline{6О}(11-13) \rightarrow МБ$$