

Н. И. ВОРОНОВА, Н. Е. РАЗИНКИН,
Г. Б. САРАФАНОВ

ЛОКОМОТИВНЫЕ УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ

УЧЕБНИК

Рекомендовано

*Государственным образовательным учреждением
высшего профессионального образования
«Московский государственный университет путей сообщения»
в качестве учебника для студентов учреждений
среднего профессионального образования,
обучающихся по специальности «Техническая
эксплуатация подвижного состава железных дорог»*

*Регистрационный номер рецензии 276
от 04 июня 2009 г. ФГУ «ФИРО»*

3-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2013

УДК 629.4.014.2(075.32)

ББК 39.23я723

В754

Рецензент —

начальник отдела надзора за опасными грузами и чрезвычайными ситуациями Центрального управления Государственного железнодорожного надзора Федеральной службы по надзору в сфере транспорта *А.Е.Ивойлов*

Воронова Н.И.

В754 Локомотивные устройства безопасности : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Н.И.Воронова, Н.Е.Разинкин, Г.Б.Сарафанов. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 208 с.

ISBN 978-5-7695-9700-8

Приведены основные сведения о приборах безопасности на тяговом подвижном составе и их классификация. Подробно описаны устройства, обеспечивающие безопасность движения: блоки световой сигнализации, устройства контроля бдительности локомотивных бригад, микропроцессорные устройства безопасности (система автоматического управления торможением поездов, комплексные локомотивные устройства безопасности) и др. Рассмотрены порядок подготовки системы безопасности к включению, ее работа на различных режимах, порядок ведения технической документации.

Учебник может быть использован при освоении профессионального модуля ПМ.01 «Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава» (МДК.01.02) по специальности 190623 «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог».

Для студентов учреждений среднего профессионального образования. Может быть полезен машинистам и помощникам машинистов.

УДК 629.4.014.2(075.32)

ББК 39.23я723

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается

© Воронова Н.И., Разинкин Н.Е., Сарафанов Г.Б., 2011

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2012

ISBN 978-5-7695-9700-8

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

Обеспечение качества и безопасности услуг — одна из наиболее актуальных проблем любой отрасли, не исключение и железнодорожный транспорт, который по-прежнему является ведущим видом транспорта в России: на долю железных дорог приходится свыше 80 % грузооборота и примерно 40 % пассажирооборота.

Ситуация, сложившаяся в нашей стране в конце 1980 — начале 1990-х гг., привела к заметному отставанию уровня развития российского железнодорожного транспорта от уровня развития железнодорожного транспорта в экономически развитых европейских странах и Японии. Перед работниками железнодорожного транспорта России встала сложная задача — обеспечить развитие линий, развернуть строительство новых высокоскоростных трасс, обновить парк подвижного состава, провести модернизацию существующего парка при одновременном обеспечении безопасности перевозочного процесса.

Организация безопасного движения на железной дороге требует проведения комплексных мероприятий, включающих в себя контроль технического состояния инженерных сооружений, верхнего строения пути, системы связи и электроснабжения, тягового оборудования, узлов и агрегатов вагонов и локомотивов.

В целях дальнейшего повышения безопасности движения на железнодорожном транспорте и создания условий для его безаварийной работы на сети железных дорог, в их структурных подразделениях необходимо провести определенную работу по подбору, расстановке руководящего состава, обучению руководителей, специалистов и работников массовых профессий, повышению их ответственности за соблюдение трудовой и производственной дисциплины.

В настоящее время по этим направлениям в отрасли осуществляются мероприятия, в результате которых за последние два года наметилась устойчивая тенденция к снижению таких нарушений безопасности движения, как крушение, сход подвижного состава, излом колесных пар, отцепка вагонов пассажирских и грузовых поездов в пути следования, порча локомотивов пассажирских поездов, саморасцеп автосцепок, излом рельсов и др.

Особое внимание в решении проблемы безаварийной работы транспорта уделено развитию и совершенствованию локомотивных систем безопасности, предназначенных для осуществления следующих функций:

- прием от специальных устройств, а также от радиоканалов информации о местоположении впередиидущего поезда, показаниях путевых светофоров и временных ограничениях скорости;
- прием от путевых устройств точечного канала связи данных для уточнения местоположения и идентификации пути следования поезда;
- измерение скорости, определение местоположения локомотива, ускорения и текущего времени;
- контроль состояния тормозной системы и эффективности тормозных средств;
- определение допустимой скорости движения поезда в зависимости от поездной обстановки (расстояния до впередиидущего поезда), показаний светофоров, постоянных и временных ограничений скорости, профиля пути, массы и длины поезда, эффективности тормозных средств;
- непрерывное сравнение фактической скорости с допустимой и автоматическое отключение тяги и торможение поезда при превышении допустимой скорости;
- исключение несанкционированного машинистом движения локомотива;
- контроль бдительности и бодрствования машиниста;
- исключение самопроизвольного движения локомотива с включенной системой безопасности.

Современные технические решения, внедряемые на железнодорожном транспорте, обуславливают необходимость совершенствования существующих устройств безопасности и разработки новых. С 1990-х гг. на железных дорогах России получили широкое применение микропроцессорные системы, позволяющие увеличить пропускную способность и повысить безопасность движения на магистралях страны.

В настоящее время в локомотивном хозяйстве на тяговом подвижном составе эксплуатируют следующие приборы безопасности:

- автоматическая локомотивная сигнализация АЛС;
- блокировка № 267;

- горочная автоматическая локомотивная сигнализация ГАЛС;
- комплексная переносная система управления локомотивом — телемеханическая с передачей информации по радиоканалу КОНСУЛ-Т;
- комплексное устройство принудительной остановки локомотива КУПОЛ;
- комплексные локомотивные устройства безопасности КЛУБ-У, КЛУБ-П, КЛУБ-УП;
- маневровая автоматическая сигнализация МАЛС;
- механический скоростемер ЗСЛ-2М;
- телемеханическая система бодрствования машиниста ТСКБМ;
- регистратор параметров движения поезда и автоведения РПДА;
- системы автоматического управления торможением поезда САУТ-Ц, САУТ-ЦМ/485;
- универсальная система автоматического ведения пассажирского поезда УСАВП;
- устройства Л116, Л116У;
- устройство контроля бдительности машиниста УКБМ;
- устройство контроля несанкционированного отключения ЭПК (КОН);
- электронный скоростемер КПД-3.

Изучение материала программы по локомотивным устройствам безопасности основано на знаниях физики, материаловедения, электротехники и электроники, метрологии и стандартизации, информатики, информационных технологий, общего курса железных дорог, конструкции подвижного состава и автоматических тормозов, основ технической эксплуатации и безопасности движения.

В учебнике рассмотрены устройства безопасности, установленные на подвижном составе российских железных дорог.

Оборудование локомотива — это единый механизм, надежная работа которого на линии зависит от технического состояния всех его элементов, знаний и эрудиции специалистов, обслуживающих и эксплуатирующих узлы и приборы локомотивов, четкого соблюдения технологической дисциплины.

Перечень сокращений и условных обозначений

- CAN — локальная вычислительная сеть;
- АБТЦ-М — автоблокировка тональная с централизованным размещением аппаратуры микропроцессорная;
- АЛС — автоматическая локомотивная сигнализация;
- АЛС-ЕН — автоматическая локомотивная сигнализация многозначная частотная;
- АЛСН — автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного действия;
- АН — антенна;
- А-СНС — антенна спутниковой навигации;
- А-ТКС — антенна точечного канала связи;
- БВД-У — блок ввода данных и диагностики универсальный;
- БВЛ-У — блок ввода локомотивный унифицированный (составная часть блока БИЛ-УВ);
- БВС-УП — блок внешних связей;
- БДУ — блок дискретного управления;
- БИ — блок индикации;
- БНВМ — блок измерительный высоковольтный модернизированный;
- БИЛ — блок индикации локомотивный (общее название для блоков БИЛ-У, БИЛ-В, БИЛ-УТ и БИЛ-ВВ);
- БИЛ-ПОМ — блок индикации локомотивный для помощника машиниста (общее название для блоков БИЛ-ПОМ и БИЛ-В-ПОМ);
- БИЛ-УВ — блок индикации и ввода локомотивный универсальный (варианты исполнения БИЛ-АП, БИЛ-П);
- БКР-У — блок коммутации и регистрации универсальный (варианты исполнения БКР-УП-1, БКР-УП-2, БКР-УП-3, БК-У-1, БК-У-2);
- БКР-У-М — блок коммутации и регистрации модифицированный (общее название для блоков БКР-У-1М, предназначенных для однокабинного исполнения КЛУБ-У, и для блоков БКР-У-2М, предназначенных для двухкабинного исполнения КЛУБ-У);

БКСТ	— блок контроля самопроизвольного трогания поезда;
БПА	— блок питания локомотивный;
БПСС	— блок предварительной световой сигнализации;
БР	— блок регистрации;
БС	— блок согласования;
БУ	— блок управления;
БЦП	— блок центрального процессора;
БЭК	— блок электроники и коммутации;
БЭЛ-У	— блок электроники локомотивный универсальный;
ВК	— кнопка выключения красного сигнала;
ВПД	— вычислитель параметров движения;
ВСМ	— высокоскоростная магистраль;
ДНД	— датчик направления движения;
ДПС	— датчик угла поворота (датчик пути и скорости);
ДУП	— датчик угла поворота оси колесной пары;
ДЦ	— диспетчерская централизация;
ЕКС	— единая комплексная система управления и обеспечения безопасности движения поездов;
ЖАТ	— железнодорожная автоматика;
ИП	— источник питания;
ИПД	— модуль измерения параметров;
ИП-ЛЭ	— источник электропитания локомотивной аппаратуры;
КЛУБ	— комплексное локомотивное устройство безопасности;
КОН	— блок контроля несанкционированного отключения ЭПК ключом;
КП	— контрольный пункт;
КР	— кассета регистрации;
КС	— блок коммутации и сопряжений;
КСР	— контрольно-сигнальное реле;
КУРС-Б	— комплексная универсальная система регулирования и обеспечения безопасности;
МАЛС	— маневровая автоматическая локомотивная сигнализация;
ОВ	— отпусковой вентиль;
ПБ	— педаль бдительности;
ПК	— приемные катушки (вариант исполнения КПУ-1);
ПМ	— пульт машиниста;
ПОНАБ	— прибор обнаружения нагрева букс;
ППУ	— приемно-передающее устройство;
ПСС	— предварительная световая сигнализация;

ПТ	—	путевой трансмиттер;
ПТО	—	пункт технического обслуживания;
ПУ	—	пульт управления;
ПЭ	—	приставка электропневматическая;
РБ	—	рукоятка бдительности;
РБР	—	реле рукоятки бдительности;
РБС	—	рукоятка бдительности специальная;
РБП	—	рукоятка бдительности помощника машиниста;
РДТ	—	режим следования локомотива по системе многих единиц, вторым, последующим или подталкивающим;
РК	—	цифровой радиоканал;
РПДА	—	регистратор параметров движения поезда и автоведения;
РПС	—	регистратор параметров сигналов;
САВПЭ	—	система автоведения пригородных электропоездов;
САУТ	—	система автоматического управления торможением поезда;
СИР	—	система интервального регулирования;
СНС	—	спутниковая навигационная система;
ССПС	—	специальный самоходный подвижной состав;
СУД-У	—	стационарное устройство дешифрации универсальное;
ТВ	—	тормозной вентиль;
ТКС	—	точечный канал связи;
ТО	—	техническое обслуживание;
ТМ	—	тормозная магистраль;
ТПС	—	тяговый подвижной состав;
ТРА	—	техничко-распорядительный акт;
ТСКБМ	—	телемеханическая система контроля бодрствования машиниста;
ТЦ	—	тормозной цилиндр;
УВ	—	блок клавиатуры;
УКБМ	—	устройство контроля бодрствования машиниста;
УР	—	уравнительный резервуар;
УСАВП	—	устройство автоматического вождения поездов;
УСК	—	устройство считывания кассеты регистрации;
ЭДС	—	электродвижущая сила;
ЭК	—	электронная карта;
ЭМВ	—	электромагнитный вентиль;
ЭПК	—	электропневматический клапан автостопа (вариант исполнения ЭПК-150).

Цвета сигналов (огней) светофора

З — зеленый сигнал на БИЛ и БИЛ-ПОМ и соответствующий ему код АЛСН;

Ж — желтый сигнал на БИЛ и БИЛ-ПОМ и соответствующий ему код АЛСН или соответствующие ему кодовые комбинации АЛС-ЕН;

КЖ — желтый с красным сигнал на БИЛ и БИЛ-ПОМ и соответствующий ему код АЛСН или соответствующие ему кодовые комбинации АЛС-ЕН;

К — красный сигнал на БИЛ и БИЛ-ПОМ;

Б — белый сигнал на БИЛ и БИЛ-ПОМ;

БМ — белый мигающий сигнал на БИЛ и БИЛ-ПОМ и соответствующие ему кодовые комбинации АЛС-ЕН.

Скорости движения локомотива

$V_{\text{зел}}$ — скорость проследования светофора с зеленым сигналом;

$V_{\text{жел}}$ — скорость проследования светофора с желтым сигналом;

$V_{\text{бел}}$ — скорость движения при сигнале **Б** на БИЛ и БИЛ-ПОМ;

$V_{\text{цел}}$ — целевая скорость движения, т.е. скорость проезда места ограничения скорости;

$V_{\text{доп}}$ — максимально допустимая скорость движения в данной точке пути;

$V_{\text{факт}}$ — фактическая скорость движения локомотива и ССПС.

Кнопки на пульте САУТ

К20 — разрешение проследования светофора с запрещающим показанием со скоростью не более 20 км/ч;

Подтяг. — возможность высокой точности остановки перед запрещающим сигналом со скоростью поезда не более 30 км/ч на расстоянии 560 м;

Отправ. — безостановочный проезд по боковому пути и белому огню АЛСН со скоростью не более 50 км/ч на расстоянии 560 м;

ОС — отмена ограничения скорости.

Клавиши блока БВЛ-У

Клавиши переключения режимов:

П — режим чтения и ввода поездных характеристик;

Л — режим чтения локомотивных характеристик;

К — считывание кода;

И — кнопка возврата в режим индикации.

Клавиши управления вводом:

>0< — обнуление текущего параметра;

Δ — ввод текущего параметра.

АНАЛОГОВО-РЕЛЕЙНЫЕ ПРИБОРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1. РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ И АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛОКОМОТИВНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

1.1.1. Общие сведения

Средством регулирования движения поездов на железнодорожном транспорте является комплекс устройств автоматики, состоящий из автоблокировки, автоматической локомотивной сигнализации и автостопов.

Автоблокировка позволяет реализовать попутное движение поездов с минимальным интервалом и значительно повысить пропускную способность участков. Уменьшение интервала попутного следования при автоблокировке достигается тем, что перегон делят на блоки-участки, ограждаемые проходными светофорами, которые открываются и закрываются автоматически. Для автоматического воздействия поезда на проходные светофоры в пределах каждого блока-участка устраивают электрические рельсовые цепи, контролирующие не только занятость блоков-участков, но и целостность рельсовых нитей в пределах этих участков. При занятости или повреждении рельсовой нити блока-участка светофор, ограждающий этот участок, автоматически закрывается и ограждает возникшее препятствие на пути попутно следующего поезда, что повышает безопасность движения.

Основные регулирующие средства при автоблокировке — сигнальные показания путевых светофоров. Видимость огней этих светофоров при неблагоприятных метеорологических условиях (дождь, туман и т.п.) может ухудшаться, поэтому возникает необходимость в дополнительных средствах регулирования.

Одним из таких средств регулирования является устройство автоматической локомотивной сигнализации с автостопом.

Устройства, которые информируют локомотивную бригаду о состоянии путевых сигналов при любых погодных условиях и независимо от профиля пути, называются автоматической локомотивной сигнализацией (АЛС). Автоматическая локомотивная сигнализация является ответственной системой в обеспечении безопасности движения поездов, она служит для предупреждения проезда светофора с запрещающим сигналом, остановки поезда, если было превышение допускаемой скорости, а также для повторения показаний путевых светофоров. В настоящее время на железнодорожном транспорте эксплуатируются:

- автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного действия (АЛСН) на участках с автоблокировкой;
- автоматическая локомотивная сигнализация точечного действия (АЛСТ) на участках с полуавтоматической блокировкой;
- автоматическая локомотивная сигнализация частотного типа (или просто частотная (АЛСЧ)). Сбор информации до пяти блоков-участков включительно при скорости движения до 2 км/ч.

На ряде железных дорог России широко внедряется система многозначной частотной автоматической локомотивной сигнализации (АЛС-ЕН), позволяющая существенно увеличить объем передаваемой информации.

Автоматическая локомотивная сигнализация характеризуется способом передачи сигналов (непрерывный или точечный) с пути на локомотив, их числом и соответствием показаниям сигналов путевых светофоров, а также степенью автоматизации регулирования скорости и контроля бдительности машиниста.

В *непрерывных системах* локомотивной сигнализации связь между путевыми и локомотивными устройствами поддерживается непрерывно в любой точке пути, т.е. в течение всего времени следования поезда по перегонам и станциям. В этих системах (рис. 1.1) передающие путевые устройства зашифровывают сигнальные показания путевых светофоров, которые в виде электрических кодированных сигналов через рельсовую цепь передаются на локомотив. Приемные катушки на локомотиве улавливают действие магнитного поля, наводимого сигнальным током вокруг рельсов. Сигналы дешифруются локомотивным дешифрующим устройством и преобразовываются в показание на локомотивном светофоре в кабине машиниста, соответствующее путевому сигналу светофора, к которому приближается поезд.

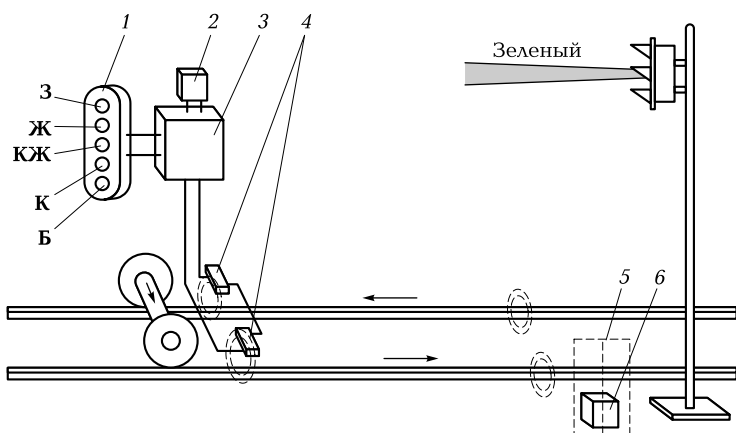


Рис. 1.1. Схема передачи сигналов на локомотивный светофор:

1 — локомотивный светофор; 2 — автостоп; 3 — приемные устройства;
4 — приемные катушки; 5 — путевые устройства; 6 — релейный шкаф;
З, Ж, КЖ, К, Б — цвета сигналов локомотивного светофора

Электрическая энергия для питания устройств автоблокировки подается по линии электропередачи напряжением 6 000... 10 000 В, расположенной вдоль железнодорожных путей. На этой же линии могут подвешиваться и сигнальные провода, поэтому она называется *высоковольтно-сигнальной линией*.

На линии у каждой сигнальной установки размещается однофазный трансформатор, понижающий напряжение до 110... 220 В, которое затем подводится по кабелю в релейный шкаф для питания устройств автоблокировки. На электрифицированных участках устройства автоблокировки могут получать резервное питание от линий электропередачи, подвешиваемых на опорах контактной сети.

В *точечных системах* локомотивной сигнализации связь передающих путевых и локомотивных приемных устройств осуществляется в определенных точках пути, например перед входными сигналами станции. Такие системы используют главным образом для регулирования движения поездов на участках без автоблокировки.

Локомотивная сигнализация облегчает условия труда машиниста и повышает безопасность движения поездов. Кроме того, повышению безопасности движения способствует применение различных технических средств, которые действуют на основании информации, передаваемой с пути на локомотив устройствами ло-

комотивной сигнализации при приближении поезда к путевому светофору, сигнализирующему о необходимости остановки или об ограничении скорости. Этими техническими средствами могут предусматриваться контроль скорости ведения поезда машинистом, при котором машинист сам регулирует скорость движения под контролем устройств локомотивной сигнализации, а также проверка бдительности машиниста.

1.1.2. Автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного действия

С помощью АЛСН в кабину машиниста непрерывно передаются сигналы путевых светофоров, периодически проверяется бдительность машиниста при желтом, желтом с красным, красном и белом огнях локомотивного светофора и контролируется величина скорости поезда при желтом с красным и красном огнях с принудительной его остановкой в случае потери машинистом бдительности или превышения контролируемой скорости.

На локомотивный светофор в кабину машиниста передаются сигналы проходных и входных светофоров, а при следовании по станциям — маршрутных и выходных светофоров. Сигналы маршрутных и выходных светофоров передаются на локомотив на главных и боковых путях, по которым допускается скорость движения более 50 км/ч. При движении поезда по перегону локомотивный светофор предварительно и непрерывно (за целый блок-участок) предупреждает машиниста о сигнале, подаваемом путевым светофором трехзначной автоблокировки, к которому приближается поезд.

Белый огонь указывает на то, что локомотивные устройства включены, но сигналы путевых светофоров на локомотив не передаются, поэтому машинист должен руководствоваться только сигналами путевых светофоров, кроме того, белый огонь на локомотивном светофоре загорается вместо зеленого или желтого огня, когда поезд принимается на станционный путь или перегон, не оборудованный путевыми устройствами локомотивной сигнализации (некодированный).

Локомотивную сигнализацию дополняют устройствами проверки бдительности машиниста и контроля за скоростью для повышения безопасности движения поездов. При остановке локомотива или поезда действие этих устройств прекращается.

Устройства АЛСН используют совместно с автостопом и устройствами контроля бдительности машиниста на участках, оборудованных автоблокировкой.

Устройства АЛСН обеспечивают:

- непрерывную передачу на локомотивный светофор показаний, соответствующих сигналам путевых светофоров, к которым приближается поезд;
- однократную проверку бдительности машиниста при смене огней на локомотивном светофоре (кроме смены на зеленый огонь);
- периодическую (через 30...40 с) проверку бдительности машиниста во время движения при красном огне локомотивного светофора и скорости движения менее 20 км/ч;
- периодическую (через 60...90 с) проверку бдительности машиниста во время движения при желтом огне и скорости движения $v_{ж}$, превышающую допустимую при желтом огне светофора, отрегулированную на скоростемере;
- периодическую (через 30...40 с) проверку бдительности машиниста на участках, не оборудованных путевыми устройствами АЛСН;
- контроль скорости при красно-желтом и красном огнях;
- невключение тяги при выключенных устройствах АЛСН с автостопом;
- отключение тяги при срабатывании автостопа;
- возможность зажигания на локомотивном светофоре белого огня вместо красного (кнопками **ВК** и **РБ**).

Кнопкой **ВК**, включающей белый огонь на локомотивном светофоре вместо красного, пользуются только в следующих случаях: при выполнении маневровой работы на станции, в том числе при следовании локомотива или специального самоходного подвижного состава (ССПС) из депо или места отстоя по некодированным путям станции; перед отправлением поезда со станции на участок пути, не оборудованный устройствами АЛСН, при разрешающем показании выходного (маршрутного) светофора; при внезапном появлении красного огня на локомотивном светофоре вместо белого на некодированных участках или станционных путях; при переходе на телефонные средства связи; при следовании по неправильному пути.

Устройства, входящие в состав системы АЛСН, подразделяют на *путевые* (передающие) и *локомотивные* (принимающие). Путевые устройства находятся в релейном шкафу, расположенном около путевого светофора. В состав путевых устройств (рис. 1.2) входят кодовый путевой трансмиттер ТРМ и трансформатор Тр.

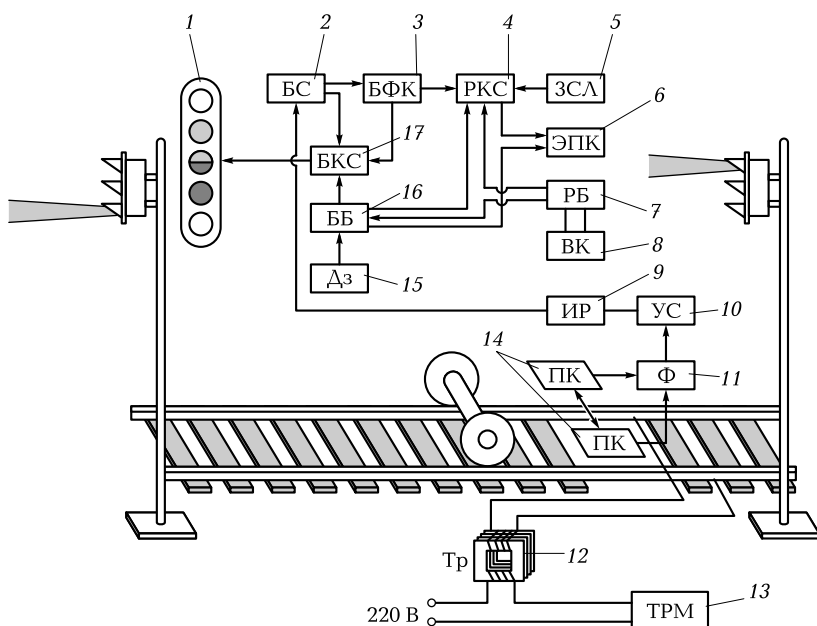


Рис. 1.2. Структурная схема системы АЛСН:

1 — локомотивный светофор; 2 — блок согласования; 3 — блок фиксации кода; 4 — реле контроля скорости; 5 — локомотивный speedometer; 6 — электропневматический клапан; 7 — рукоятка бдительности; 8 — кнопка выключения красного сигнала; 9 — импульсное реле; 10 — локомотивный усилитель; 11 — фильтр; 12 — трансформатор; 13 — кодовый путевой трансмиттер; 14 — приемные катушки; 15 — тумблер; 16 — блок бдительности; 17 — блок контроля скорости

Трансмиттер преобразует сигнальные показания путевого светофора в соответствующую комбинацию числоимпульсного кода, так как трансмиттер периодически посылает в рельсовую цепь электрический сигнал переменного тока (код), имеющий определенное число импульсов и продолжительность паузы между импульсами и сериями импульсов.

Для кодирования сигнала могут применяться практически любые известные способы кодирования. Однако в России наиболее распространенными видами кодирования в АЛСН являются *импульсный числовой код* и *частотный код*.

Импульсный числовой код применяют в России и других странах бывшего СССР на всей протяженности участков железных дорог, оборудованных автоблокировкой, а также на некоторых путях станций и на подходах к станциям прочих участков. Приемная ап-

паратура и индикатор показаний этого кода (локомотивный светофор), как правило, интегрированный с той или иной системой контроля бдительности машиниста и принудительной остановки поезда, — обязательные атрибуты любого магистрального локомотива или головного вагона мотор-вагонного подвижного состава.

Импульсный числовой код основан на подсчете импульсов переменного тока малой частоты (25; 50 или 75 Гц) в серии, разделенной короткими интервалами; серии разделены между собой длинными интервалами.

Используют всего три возможных кода — серии из одного, двух и трех импульсов, которые имеют названия КЖ, Ж и З, соответствующие цветам показаний локомотивного светофора, — красный с желтым, желтый и зеленый.

Зеленому огню путевого светофора соответствует кодовая серия, содержащая три импульса с длинным интервалом, отделяющим их от трех импульсов следующей комбинации (рис. 1.3); желтому огню соответствует серия из двух импульсов; красному огню (на локомотивном светофоре горит желтый с красным огонь) соответствует один импульс.

Несущую частоту выбирают так, чтобы приему сигнала не мешали наводки от асимметрии обратного тягового тока. Таким образом, для неэлектрифицированных и электрифицированных постоянным током участков была принята частота 50 Гц. В настоящее время на участках переменного тока используют в основном частоту АЛСН 25 Гц. Локомотивные приемники, как правило, име-

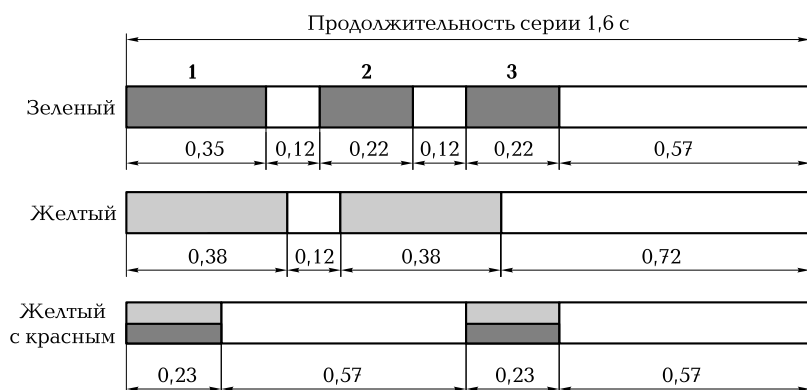


Рис. 1.3. Схема кодов локомотивной сигнализации:

■ — импульс; □ — интервал

ют переключатель входных фильтров, позволяющий переключать режим работы с частоты 50 Гц на частоту 25/75 Гц.

Итак, подготовку и посыл кодового тока выполняет кодовый трансмиттер, который периодически посылает в рельсовую цепь электрический сигнал (код) с определенным числом импульсов (рис. 1.4).

При приеме сигнала приемными катушками локомотива в витках приемных катушек наводится электродвижущая сила (ЭДС), но она недостаточна для включения импульсного реле. Поэтому ЭДС усиливается в локомотивном усилителе кодов для того, чтобы реле смогло сработать и обеспечить передачу кода в дешифратор кодов. Дешифратор преобразует поступившие сигналы с разным числом импульсов в соответствующие им показания локомотивного светофора. Число импульсов определяют реле-счетчики, а управление локомотивным светофором осуществляют три сигнальных реле.

В состав локомотивных устройств АЛСН (см. рис. 1.2) входят приемные катушки ПК, фильтр Ф, локомотивный усилитель УС с импульсным реле ИР, электропневматический клапан автостопа ЭПК, локомотивный светофор ЛС, локомотивный скоростемер ЗСЛ, рукоятка (кнопка) бдительности РБ, кнопка ВК для зажигания на локомотивном светофоре белого огня вместо красного, тумблер (переключатель) ДЗ для изменения интервала

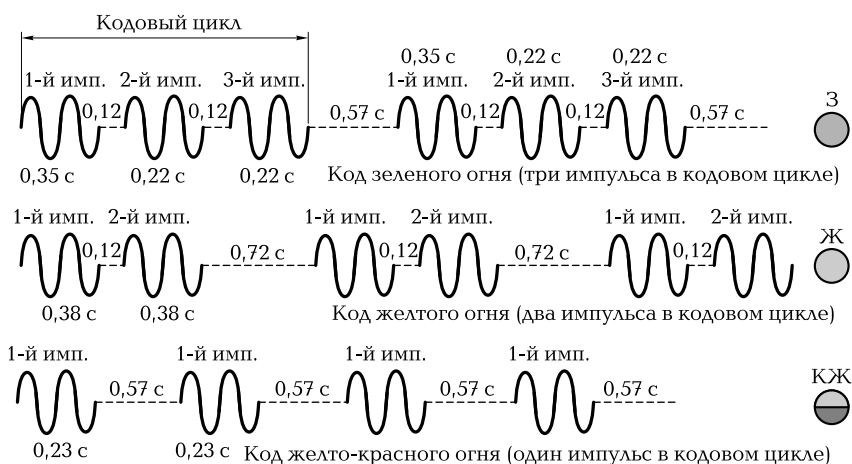


Рис. 1.4. Графическое изображение кодов:

 — графическое изображение переменного тока

времени периодической проверки бдительности машиниста. Дешифратор содержит ряд реле, которые объединены в несколько блоков.

Блок счета включает в себя реле-счетчики, которые обеспечивают подсчет числа импульсов и интервалов между ними поступающего с пути кода.

Блок фиксации кода БФК включает в себя сигнальные реле З, Ж, КЖ, которые создают соответствующие цепи питания сигнальных ламп локомотивного светофора.

Блок соответствия БКС обеспечивает контроль (сравнение, соответствие) принимаемого с пути кода и состояния сигнальных реле БФК. При изменении показания путевого светофора соответствие между поступающим на приемные катушки сигналом и показанием локомотивного светофора нарушается, и имеющееся реле соответствия через 5...6 с подключает сигнальное реле к реле-счетчикам для того, чтобы на локомотивном светофоре зажегся нужный огонь. Таким образом, смена сигнала на локомотивном светофоре происходит с запаздыванием на 5...6 с. Эта выдержка необходима для того, чтобы реле соответствия не отключалось при переходе локомотива с одной рельсовой цепи на другую, когда происходит временный перерыв в приеме сигналов или поступают искаженные кодовые комбинации. Прекращение приема кодового сигнала при зеленом или желтом огне приводит к переключению локомотивного светофора на белый огонь, при красно-желтом огне — на красный.

Блок контроля скорости содержит реле контроля скорости РКС, взаимодействующее с локомотивным скоростемером. Таким образом, принудительное торможение поезда ставится в зависимость не только от показания сигнала, но и от скорости следования поезда.

Блок бдительности ББ осуществляет контроль бдительности машиниста.

Путевыми устройствами АЛСН кодовый ток по одной из рельсовых нитей посылается навстречу локомотиву, замыкается через его первую колесную пару и по второй рельсовой нити возвращается к источнику питания. Протекание в рельсах импульсов переменного тока сопровождается образованием вокруг рельсов переменного магнитного поля, в котором перемещаются приемные катушки ПК локомотива, подвешенные перед первой колесной парой (с каждой стороны по две ПК). Высота установки приемных катушек над уровнем головки рельса — 100...180 мм. Силовые линии магнитного поля, пересекая витки ПК, наводят в них

переменную ЭДС, величина которой зависит от величины кодового тока в рельсах и высоты установки катушек. Так, при высоте ПК над уровнем головки рельса 150 мм и кодовом токе в рельсах 10 А ЭДС составляет приблизительно 0,65...0,75 В. Для суммирования ЭДС обеих катушек они включаются последовательно. Минимальный кодовый ток, который может восприниматься приемными катушками, для разных видов тяги и рода тока составляет 1,2...2,0 А.

Наведенная в ПК ЭДС через фильтр Φ поступает в локомотивный усилитель УС. Фильтр настраивается на частоту кодового тока и не пропускает в усилитель токи других частот, а усилитель усиливает кодовый сигнал до величины напряжения, используемого в цепях управления локомотива. В усилителе происходит также преобразование кодовых импульсов переменного тока в импульсы постоянного тока. Включенное на выходе усилителя импульсное реле ИР является повторителем кода, посылающим код в дешифратор Д как зашифрованное показание сигнала.

Проверку бдительности машиниста и контроль скорости осуществляют двумя реле дешифратора: реле бдительности и реле контроля скорости РКС, которые работают совместно с электропневматическим клапаном ЭПК и скоростемером ЗСЛ.

Реле бдительности при смене показаний локомотивного светофора размыкает электрическую цепь питания ЭПК, раздается свисток, который звучит 7...8 с. До истечения этого времени машинист должен нажатием рукоятки бдительности восстановить цепь питания катушки ЭПК и прекратить звучание свистка. При отсутствии со стороны машиниста указанных действий ЭПК выполнит экстренное торможение. Таким образом, реле бдительности служит для подтверждения бдительности машиниста и предупреждения принудительного экстренного торможения. Реле контроля скорости имеет большое замедление на отключение, равное времени периодической проверки бдительности (30...40 с). Когда на локомотивном светофоре появляется один из огней, при которых выполняется периодическая проверка бдительности, реле контроля скорости отключается и размыкает цепь ЭПК.

При нажатии машинистом рукоятки бдительности катушка реле получает питание, и за счет заряжающихся при этом конденсаторов реле остается включенным 30...40 или 60...90 с. По прошествии этого времени требуется новое нажатие на рукоятку бдительности. В цепь реле РКС введены контакты скоростемера $v_{кж}$ и v_k (скорости проследования путевого светофора при КЖ и К на локомотивном

светофоре). Если скорость проезда на красный сигнал светофора будет превышена, то РКС обесточится и разомкнет цепь ЭПК. При этом нажатие рукоятки бдительности не восстанавливает схему включения реле РКС.

Схема АЛСН связана с цепями управления локомотивом. При срабатывании ЭПК его концевой выключатель замыкает цепь включения специального реле (на каждом локомотиве имеется свой схемный номер), контакт которого размыкает цепь тяги. Размыкающий контакт ЭПК в цепи тяги не позволяет привести локомотив в движение при выключенном автостопе. При двойной тяге или подталкивании размыкающий контакт может быть зашунтирован тумблером, установленном на корпусе ЭПК-150.

При нахождении локомотива на некодированном участке пути в блоке БКС дешифратора обесточивается реле присутствия кодов, которое обеспечивает зажигание на ЛС белого огня после зеленого или желтого и зажигание красного огня после КЖ. При этом имеется возможность с помощью кнопки **ВК** зажечь на локомотивном светофоре белый огонь вместо красного. Тумблер **Дз** имеет два положения — с **АЛС** и без **АЛС**. Переключением тумблера из одного положения в другое изменяется интервал времени периодической проверки бдительности машиниста.

Локомотивный скоростемер ЗСЛ в схеме АЛСН обеспечивает действие ЭПК при повышении контролируемых им скоростей движения и регистрирует на специальной ленте включенное положение ЭПК, нажатие **РБ** в пути следования и наличие огней на ЛС.

Как правило, совместно с локомотивными устройствами АЛСН работает блок предварительной световой сигнализации БПСС, который включает специальную световую сигнализацию, указывающую машинисту о необходимости нажатия **РБ** до подачи свистка ЭПК.

Локомотивный светофор, дублирующий показания путевых светофоров, имеет следующие сигнальные показания:

- зеленый огонь З — на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит зеленый огонь;
- желтый огонь Ж — на путевом светофоре желтый огонь;
- желтый огонь с красным КЖ — на путевом светофоре красный огонь;
- красный огонь К — сигнал, запрещающий движение, появляется после проезда путевого светофора с красным огнем;
- белый огонь Б — показания путевого светофора на локомотив не передаются.