

ИСИ и средства сигнализации на метрополитенах РФ и СНГ.

Часть 1.

Основные средства сигнализации.

На метрополитенах РФ и СНГ используются 2 основных средства сигнализации:

1. Автоблокировка с защитными участками и автостопами, дополненная системой АЛС-АРС.
2. АЛС-АРС (также известная в рамках Metrostroi как 2/6), дополненная резервной автоблокировкой без автостопов и защитных участков.

Хронологически – развитие средств сигнализации шло следующим образом:

1. Автоблокировка, не оборудованная системой АЛС-АРС.

При такой сигнализации – движение поездов осуществлялось исключительно по сигналам светофоров, а максимально допустимые скорости движения машинист обязан был знать наизусть, хотя на перегонах могли быть установлены знаки, указывающие максимально допустимые скорости. Все светофоры оборудованы путевыми скобами автостопа и защитными участками для предотвращения проезда запрещающего сигнала. Машинист всё же мог проехать запрещающий сигнал, но принцип расстановки сигналов исключает возможность столкновения с впереди идущим составом, при условии, что соблюдается максимально допустимая скорость движения. Кроме того, машинисты на линии работали «в два лица», т. е. в пару машинисту обязательно был предусмотрен помощник машиниста для взаимного контроля и обеспечения безопасности движения.

2. Автоблокировка, дополненная системой АЛС-АРС.

При такой сигнализации – все светофоры дополнительно оборудованы путевыми генераторами АЛС-АРС, которые подают в рельсовые цепи сигналы различной частоты, которые меняются в зависимости от занятости пути. А на головных вагонах поездов установлены принимающие катушки и поездные устройства АЛС-АРС, которые принимают эти сигналы с пути, расшифровывают и показывают машинисту максимально допустимую скорость движения*.

Внедрение системы АЛС-АРС, дополнявшей автоблокировку, отменило необходимость работы машиниста в паре с помощником, поскольку АЛС-АРС полностью заменила помощника машиниста и осуществляла надёжный и автоматизированный контроль работы машиниста.

**Сигнальное показание АЛС-АРС является таким же сигналом, как и сигнал светофора, но может отличаться от показания светофора, и в этом случае машинист обязан руководствоваться наименьшим из двух.*

3. АЛС-АРС, дополненная резервной автоблокировкой без автостопов и защитных участков.

При такой сигнализации – на линии отсутствуют светофоры, за исключением электродепо и станций с путевым развитием, где светофоры ограждают стрелочные переводы. Движение поездов осуществляется исключительно по сигнальным показаниям АЛС-АРС в кабине машиниста. Путевые устройства АЛС-АРС контролируют свободу пути, а также могут подавать нулевую частоту, которая является запрещающей для машиниста. Кроме того, в систему АЛС-АРС был добавлен специальный сигнал – абсолютная остановка, который делает невозможным движение из-за постоянного переключения частот АЛС-АРС между 0 и ОЧ. Сигнал абсолютной остановки полноценно заменяет путевую скобу автостопа.

Тем не менее «резервная автоблокировка» на линиях присутствует – на случай, если машинист отключит систему АЛС-АРС по неисправности, или же по линии будет следовать состав, с несовместимой системой АЛС-АРС или вообще не оборудованный системой АЛС-АРС*.

**Особенность. При движении состава с отключенной системой АЛС-АРС по сигналам резервной АВ – автоблокировка включается только на один перегон и отключается сразу после того, как состав проследовал его. Это необходимо, поскольку составы с включённой системой АЛС-АРС не имеют права двигаться по сигналам резервной АВ.*

Показания светофоров.

На линиях с автоблокировкой светофоры подают следующие сигналы:

1. Один красный – «Стойте! Запрещается проезжать сигнал»
2. Один красный и один желтый* – «Стойте! Запрещается проезжать сигнал»
3. Один желтый – «Разрешается движение с готовностью остановиться, следующий светофор закрыт»
4. Один зеленый – «Разрешается движение с установленной скоростью»
5. Один желтый и один зеленый – «Разрешается движение с уменьшенной скоростью (не более 60 км/ч) и готовностью проследовать следующий светофор с желтым показанием с уменьшенной скоростью (не более 35 км/ч, а на наземных и приравненных к ним участках – со скоростью не более 25 км/ч)»
6. Два желтых – «Разрешается проследовать светофор со скоростью не

более 35 км/ч, на отклонённый путь по стрелочному переводу, следующий светофор закрыт»

7. Два желтых, верхний мигающий – «Разрешается проследовать светофор со скоростью не более 35 км/ч, на отклонённый путь по стрелочному переводу, следующий светофор открыт»
8. Один белый – «Разрешает производить манёвры до следующего светофора или до конца маневрового маршрута»
9. Один желтый мигающий** – «Разрешается движение с установленной скоростью на деповские пути, попутные светофоры открыты»

**Принципиальная разница между одним красным и красным с желтым в том, что при одном красном путевые устройства АЛС-АРС подают в рельсовую цепь ОЧ, но для увеличения пропускной способности на выходные светофоры со станции было добавлено показание красный с желтым, которому уже соответствовала разрешающая частота АЛС – 40 км/ч. Это позволяет машинисту быстрее прибывать и останавливаться на станции, не дожидаясь разрешающего показания выходного светофора.*

***Этот сигнал используется на входном светофоре, границе парковых путей, электродепо для того, чтобы обозначить, что маршрут для машиниста готов и все сигналы впереди будут для него разрешающими.*

На линиях с АЛС-АРС светофоры подают следующие сигналы:

1. Один синий* – «Разрешается движение с установленной скоростью по сигнальным показаниям АЛС в кабине машиниста»
2. Один красный – «Стой! Запрещается проезжать сигнал».
3. Один красный и один желтый – «Стой! Запрещается проезжать сигнал».

**Принципиально отличается от железнодорожного сигнала, который запрещает манёвры. Поскольку за максимальную скорость движения отвечает система АЛС-АРС, то светофоры были избавлены от всех «лишних» показаний, и в них можно было оставить только два: разрешающее и запрещающее. Зелёный разрешающим остаться не мог, поскольку он уже задействован в резервной автоблокировке.*

При включённых сигналах резервной автоблокировки – светофоры могут подавать те же самые показания, как и на линиях с автоблокировкой.

Основные характеристики светофора.

Светофоры, независимо от основного средства сигнализации имеют две основные характеристики:

1. Назначение
2. Способ управления

По назначению светофор может быть:

1. Входной – разрешает/запрещает въезд в границы станции
2. Выходной – разрешает/запрещает отправление со станции
3. Проходной – разрешает/запрещает следовать по перегону
4. Маневровый – разрешает/запрещает производить манёвры
5. Повторительный – повторяет показание основного светофора (устанавливается вместе с основным светофором, когда по местным условиям видимость светофора не обеспечивается)
6. Резервный – повторяет показание основного светофора (устанавливается вместе с основным светофором, нормально погашен, но может быть задействован при неисправности основного светофора)
7. Предупредительный – предупреждает о показании основного светофора (устанавливается перед основным светофором)
8. Ограждения – ограждает металлоконструкции

По способу управления светофор может быть:

1. Автоматического действия – светофор перекрывается на запрещающее показание и открывается на разрешающее показание автоматически (от воздействия поезда на путь)
2. Полуавтоматического действия – светофор перекрывается на запрещающее показание автоматически, а на разрешающее показание – действиями ДЦХ или ДСЦП
3. Независимого действия – светофор перекрывается на запрещающее показание и открывается на разрешающее показание независимо от воздействия поезда на путь

Чтобы определить, каким является светофор по способу управления – нужно обратить внимание на его обозначение:

1. Если светофор обозначен цифровым номером – это светофор автоматического действия (34, 182, 444М)
2. Если светофор обозначен буквой или буквами с цифровым номером – это светофор полуавтоматического действия (АВ258МГ, ТЛ176, Е1, А2)*
3. Если светофор обозначен как М или МК с цифровым номером** – это светофор независимого действия (М12, МК14).

**Для светофоров, расположенных в границах одной станции, две буквы перед номером светофора – как правило являются сокращением названия станции (АВ – Автозаводская, ТЛ – Театральная).*

***М или МК – отдельное обозначение для светофоров ограждения, где М используется для обозначения светофора в правильном направлении (по ходу движения), а МК – для обозначения светофора в неправильном направлении.*

Буквы после цифрового номера светофора – обозначают дополнительные особенности светофора:

- М – светофор увязан с металлоконструкцией, т. е. состояние металлоконструкции может влиять на светофор.
- Г – светофор увязан с КГУ (контрольно-габаритное устройство) и КГУ может влиять на показание светофора.

Кроме того, один и тот же светофор может совмещать в себе несколько назначений. Например, светофор АВ258МГ – является полуавтоматическим, выходным со станции Автозаводская, при этом он также является маневровым для оборота по ст. Автозаводская, а ещё он увязан с металлоконструкцией и КГУ.

Общие принципы расстановки сигналов на линии.

Расстояние от одного сигнала до другого называется «блок-участок». Блок-участки могут быть различной длины в зависимости от уклона/подъёма, а также наличия кривых или других факторов.

Длина блок-участка должна быть не менее длины расчётного тормозного пути состава при экстренном торможении с максимально допустимой скорости на этом участке. Это основной принцип расстановки сигналов, благодаря которому даже в случае проезда запрещающего сигнала – не произойдёт столкновение с впереди идущим составом.

Второй принцип расстановки сигналов – сигнал должен быть установлен так, чтоб его видимость для машиниста составляла не менее длины расчётного тормозного пути при полном служебном торможении*. Проще говоря – сигнал должен быть установлен так, чтобы, увидев его, машинист мог успеть применить полное служебное торможение и остановить состав без проезда.

**Особенность. В ПТЭ Метрополитенов РФ используется понятие полного служебного и экстренного тормоза, поскольку на момент составления этих правил – на Метрополитенах СССР эксплуатировался подвижной состав с пневматическими кранами машиниста №334, в которых темп разрядки тормозной магистрали при ПСТ и ЭТ – отличался, что это в свою очередь влияло на тормозные пути. На сегодняшний день такое различие между ПСТ и ЭТ отсутствует.*

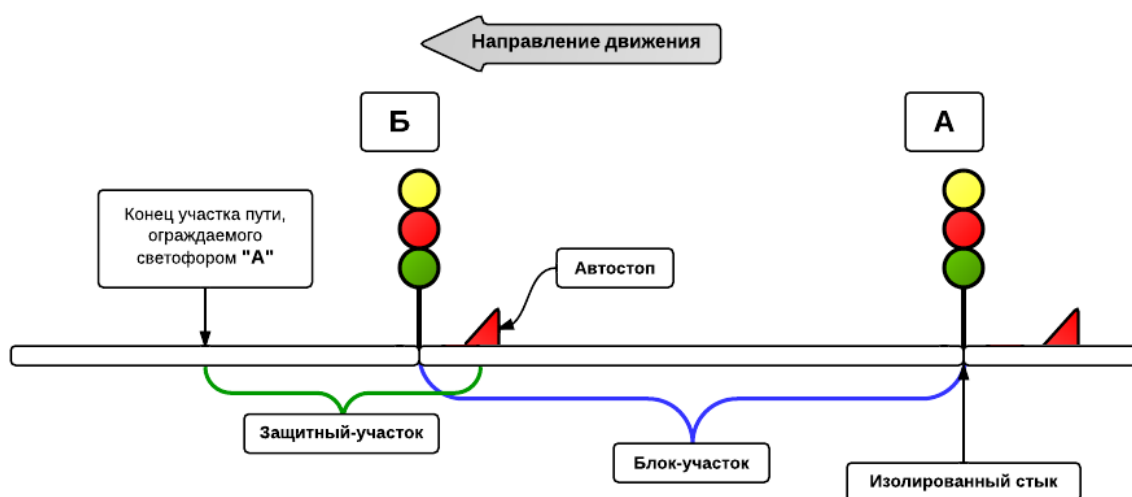
Очевидно, что линия не всегда прямая, а уклоны и подъёмы влияют на движение состава по линии. Третий принцип расстановки сигналов заключается в том, что в случае, когда по местным условиям отсутствует необходимая «прямая» видимость сигнала из-за наличия кривой или уклона, между разрешающим и запрещающим (следующим, который ещё не видно) сигналом добавляется ещё один, который имеет дополнительное показание*, требующее снижения скорости. Например – между «красным» и «зелёным» появляется дополнительный «жёлтый». Также, на некоторых перегонах устанавливаются предупредительные и повторительные светофоры, в случае если этого требуют местные условия.

**Автоблокировка может быть двухзначной, трехзначной и т. д. – в зависимости от того, сколько сигнальных показаний имеют светофоры. Наиболее распространённый вариант на сегодняшний день: пятизначная автоблокировка (красный, красный-желтый, желтый, желтый-зелёный, зелёный). Или же двух- или трёхзначная резервная автоблокировка на линиях с АЛС-АРС.*

Защитный участок.

Ещё одна степень безопасности при автоблокировке – защитные участки. Защитный участок – это «расстояние от путевой скобы автостопа данного светофора до конца участка пути, ограждаемого предыдущим светофором*».

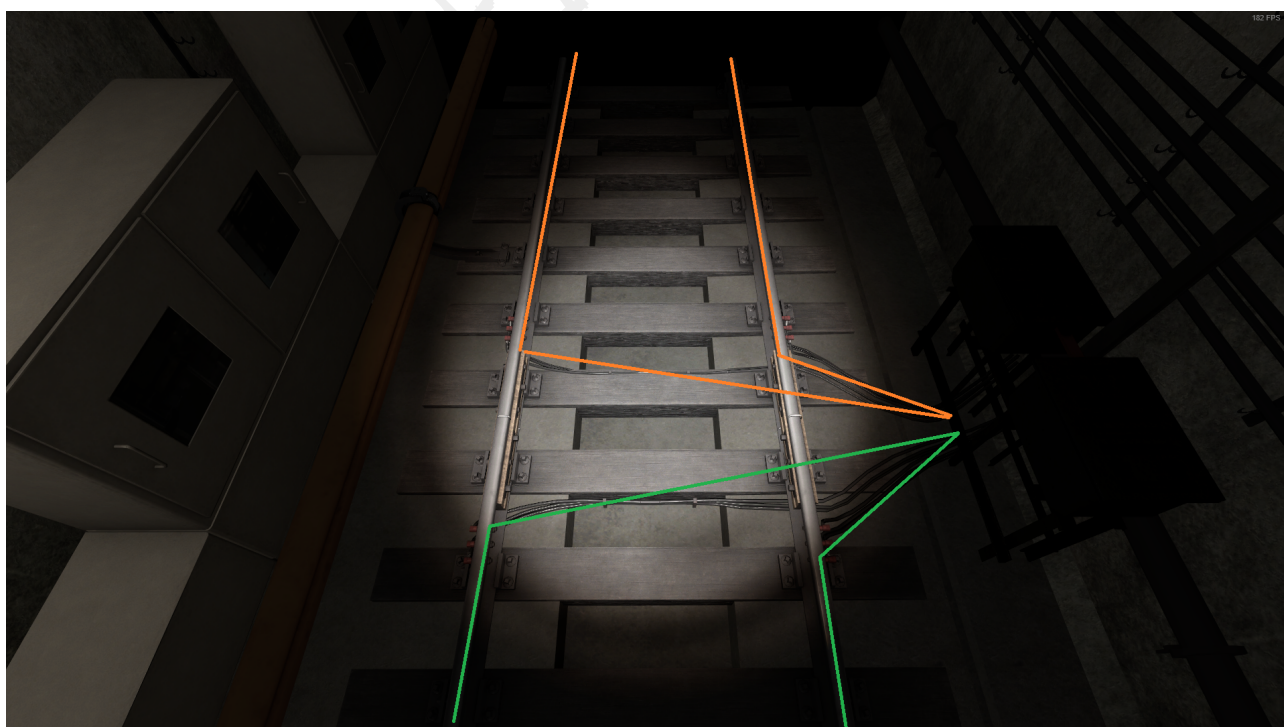
Максимально просто – эту замысловатую фразу можно объяснить картинкой ниже. Светофор А не откроется на разрешающее, пока состав, идущий по линии не освободит **блок-участок (расстояние от светофора А до светофора Б) а также тот самый **защитный участок** за светофором Б.*



Логика работы сигналов.

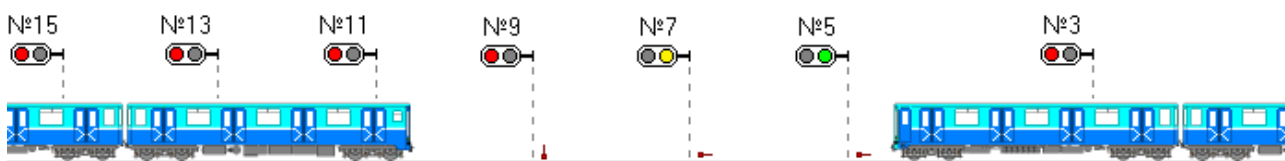
Для связи сигналов между собой – используются ходовые рельсы, которые работают как «провода», а в местах расположения самих сигналов между рельсами делают так называемый «изолирующий стык».

Наиболее реалистично изолирующий стык показан на карте Минск 1984.

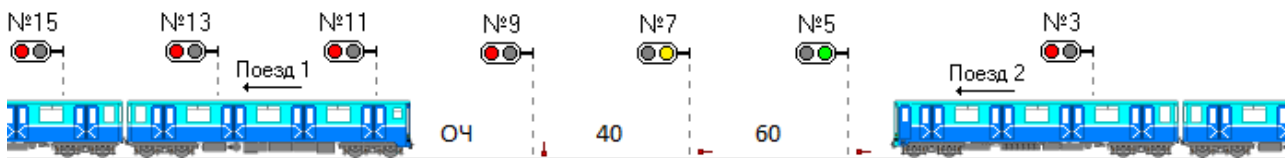


Каждый сигнал связан с предыдущим и следующим сигналом. От следующего сигнала он получает информацию о свободности пути (оранжевые линии), а затем сам отдаёт такую же информацию предыдущему (зелёные линии). Таким образом, обмен информацией между сигналами идёт против направления движения.

Все сигналы непрерывно взаимодействуют между собой, контролируя свободу пути, а также положение стрелок. Если состав ещё занимает собой блок-участок, то текущий сигнал не получает ничего от следующего и его показание меняется на самое запрещающее.



Во всех остальных случаях – в зависимости от количества свободных блок-участков впереди, сигналы меняют свои сигнальные показания на более разрешающие.



То же самое происходит и с частотами АЛС-АРС. Однако, частоты не всегда жёстко привязаны к показаниям светофоров. Для увеличения пропускной способности или по каким-то другим местным условиям – частоты в генераторах АЛС-АРС могут отличаться (АЛС 60 при желтом показании).

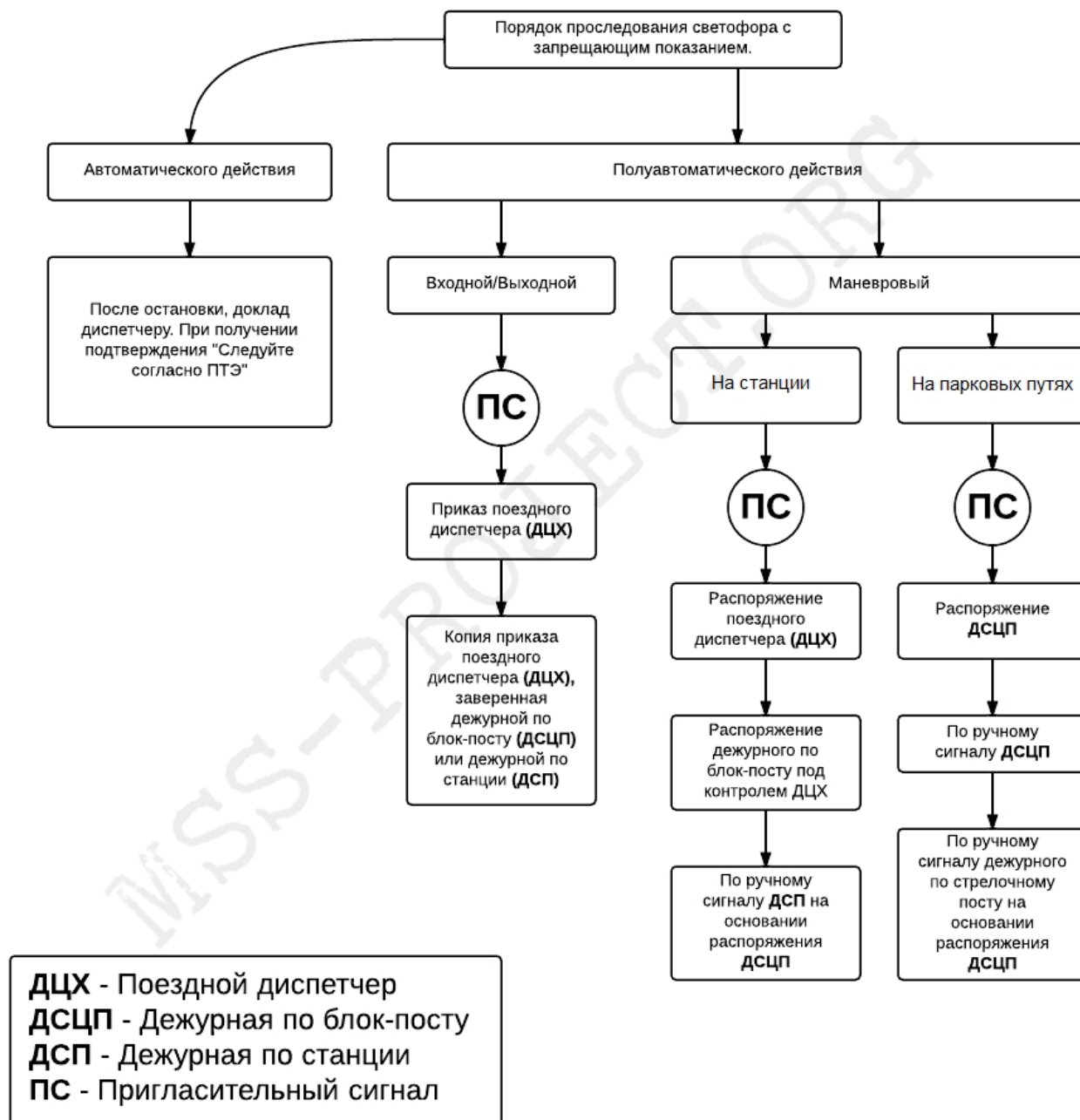
Проезд запрещающего сигнала.

Выдержка из ПТЭ Метрополитенов РФ:

«В исключительных случаях проследование светофора с запрещающим показанием (красный огонь, один красный и один жёлтый огни, погасшие огни, непонятное показание), следование при сигнальном показании АЛС «0», «НЧ» («ОЧ») допускается после остановки порядком, установленным настоящими Правилами и Инструкцией по движению поездов и маневровой работе».

После остановки перед светофором с запрещающим показанием, машинист обязан доложить поезвному диспетчеру о запрещающем показании, если в течение 30 секунд после остановки оно не сменилось на разрешающее.

Максимально просто порядок проследования светофора с запрещающим показанием в зависимости от его назначения – описывает схема ниже:



Пригласительный сигнал (ПС).

Пригласительный сигнал – **один лунно-белый мигающий огонь** – разрешает поезду после остановки проследовать светофор с запрещающим показанием (красный огонь, один красный и один желтый огни, погасшие огни, непонятное показание).



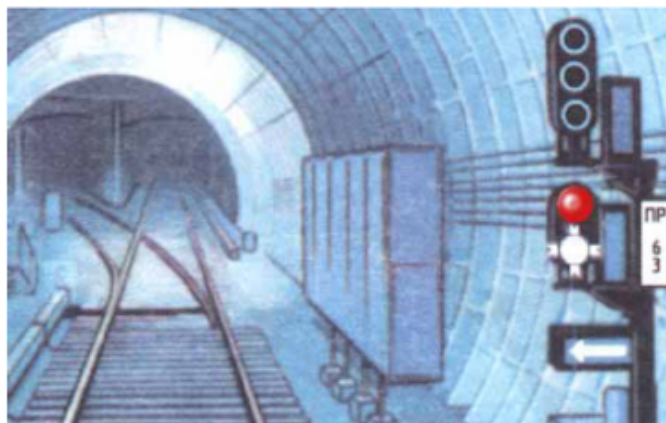
Пригласительный сигнал размещается либо в светофорной головке (самой нижней линзой, под красной), либо в отдельной светофорной головке (тоже самой нижней линзой) на мачтовых светофорах в электродепо.

Пригласительный сигнал является ручным и включается рукой ДЦХ или ДСПЦ. Для этого ДЦХ или ДСПЦ нажимает кнопку ПС для нужного светофора и удерживает её.

Важная особенность: *ПС контролирует положение стрелок по маршруту, но не контролирует свободу пути. Кроме того, ПС не включается, если маршрут следования поезда задан в неправильном направлении. В этом случае вместо ПС машинисту будет выдан приказ или распоряжение.*

Маршрутные указатели (МУ).

Маршрутные указатели используются в тех случаях, когда необходимо уточнить путь приема или направление следования поезда. Маршрутный указатель может быть цифрой (обозначать номер пути) или буквой («Д» для маршрута в сторону электродепо).



Также возможно использование маршрутного указателя в виде стрелы. Стрела может быть расположена **вертикально** (маршрут следования по прямой) или **горизонтально** (маршрут следования на отклонённый путь).

Важная особенность: *маршрутные указатели должны гореть только при разрешающем показании светофора или при включённом ПС. Отсутствие маршрутного указателя не является препятствием для движения. Маршрутные указатели в виде стрел чаще используются в паре с пригласительным сигналом.*