Автоматика и телемеханика на перегонах (АТП)

Классические системы автоблокировки

Черезов Григорий Анатольевич,
канд. тех. наук, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»
gcherezov@usurt.ru

Структура дисциплины АТП.

VIII семестр:
Лекции – 18 часов;
Лабораторные работы – 18 часов;
Промежуточная аттестация – *зачет с оценкой*.

Структура дисциплины АТП.

VIII семестр:
Лекции – 18 часов;
Лабораторные работы – 18 часов;
Промежуточная аттестация – *зачет с оценкой*.

Литература.

1. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов. 1995.
2. Сапожников В.В. Автоматика и телемеханика на ж.д. транспорте. 2001.
3. Лисенков В.М. Системы управления движением поездов на перегонах в 3-х частях. 2009.
4. Казаков А.А. Системы интервального регулирования движения поездов. 1986.

Лекция 1. **Основы интервального регулирования движения поездов**.

1.1. Общие сведения о системах управления движением поездов
1.2. Основные сведения о классических системах автоблокировки

Системы интервального регулирования движения поездов (СИРДП) относятся к классу систем, предназначенных для управления движения поездов.

Под ***управлением*** движения поезда понимают процесс изменения его скорости и направления движения в целях достижения заданных значений:

– показателя безопасности его движения;
– участковой скорости;
– пропускной способности перегонов;
– показателя точности исполнения им графика движения.

Показатель безопасности движения поезда – это вероятность проследования поезда по участку пути без перехода движения в опасное состояние, т.е. столкновения его с другим поездом, транспортным средством другого вида на переезде и без схода составляющих его единиц подвижного состава с рельсового пути.

Участковая скорость поезда определяется как средняя скорость движения по участку с учетом времени на разгоны и замедления, а также времени стоянок на промежуточных станциях.

Под *пропускной способностью перегона* понимают число поездов (пар поездов), которые могут быть пропущены по нему в обоих направлениях за единицу времени (сутки, час).

Показатель точности исполнения поездом графика движения отображает степень отклонения его движения от графикового.

Системы интервального регулирования движения поездов (СИРДП) также называют системами сигнализации, централизации и блокировки (**СЦБ**), системами железнодорожной автоматики и телемеханики (**СЖАТ**).

СЦБ. В названии отражаются основные принципы построения систем:

– применение сигналов (светофоров) для передачи команд машинистам;

– централизованный (из одного поста) принцип управления, принятый в ряде систем;

– обеспечение безопасности движения поездов путем блокирования участков пути.

Рассматриваемые системы предназначены для **регулирования движения** поездов, но не для управления локомотивом.

Системы СЖАТ условно разделяют на **перегонные** системы и **станционные**.

Системы ИРДП являются перегонными системами и включают в себя:
полуавтоматическую блокировку (**ПАБ**);
автоматическую блокировку (**АБ**);
автоматическую локомотивную сигнализацию (**АЛС**);
автоматические ограждающие устройства на переездах (**АП**);
системы диспетчерского контроля (**ДК**).

Любая система автоматики при возникновении *отказа* какого-либо элемента, если не принять специальных мер:
сформирует на своем выходе ложную команду,
не изменит состояния выхода (если данный отказ при имеющемся наборе входных данных не изменяет алгоритм работы системы).

Если в системе СЦБ сформируется ложная более разрешающая команда, то это может привести к аварии или крушению поездов.

Отказы, приводящие к формированию более разрешающей команды, называют **опасными отказами**. Такие отказы в системах СЦБ должны быть исключены.

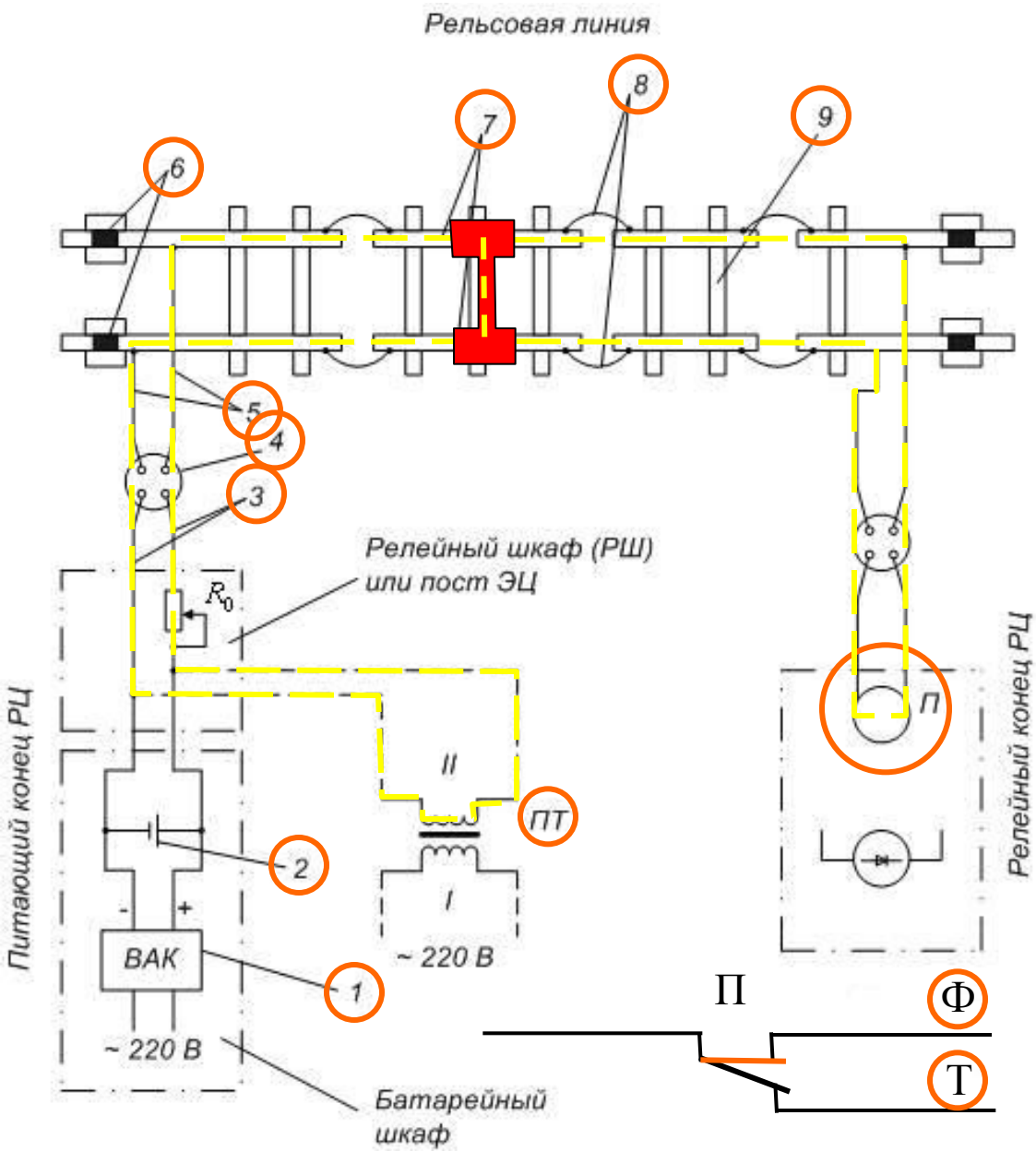
К системам СЦБ предъявляется специфическое требование – **никакие отказы системы, ее отдельных узлов или элементов не должны приводить к формированию более разрешающей команды**.

Системы, устройства и отдельные схемы или элементы, удовлетворяющие этому требованию, называются **безопасными**.

Для построения безопасных релейно-контактных схем применяются электромагнитные **реле 1-го класса надежности**.

В отдельных случаях для обеспечения требуемого быстродействия (например, в дешифраторах числового кода) или для повышения надежности применяются реле низшего класса или бесконтактные элементы. Исправность таких элементов должна контролироваться схемным путем.

Схема рельсовой цепи



- 1 – Выпрямитель типа ВАК
- 2 – Аккумулятор
- 3 – Кабель
- 4 – Путевая коробка
- 5 – Тросовые перемычки
- 6 – Изолирующий стык
- 7 – Рельсовые нити
- 8 – Токопроводящие стыковые соединители
- 9 – Шпалы
- П – Путевое реле
- Ф – Фронтовой контакт путевого реле
- Т – Тыловой контакт путевого реле
- ПТ – Путевой трансформатор

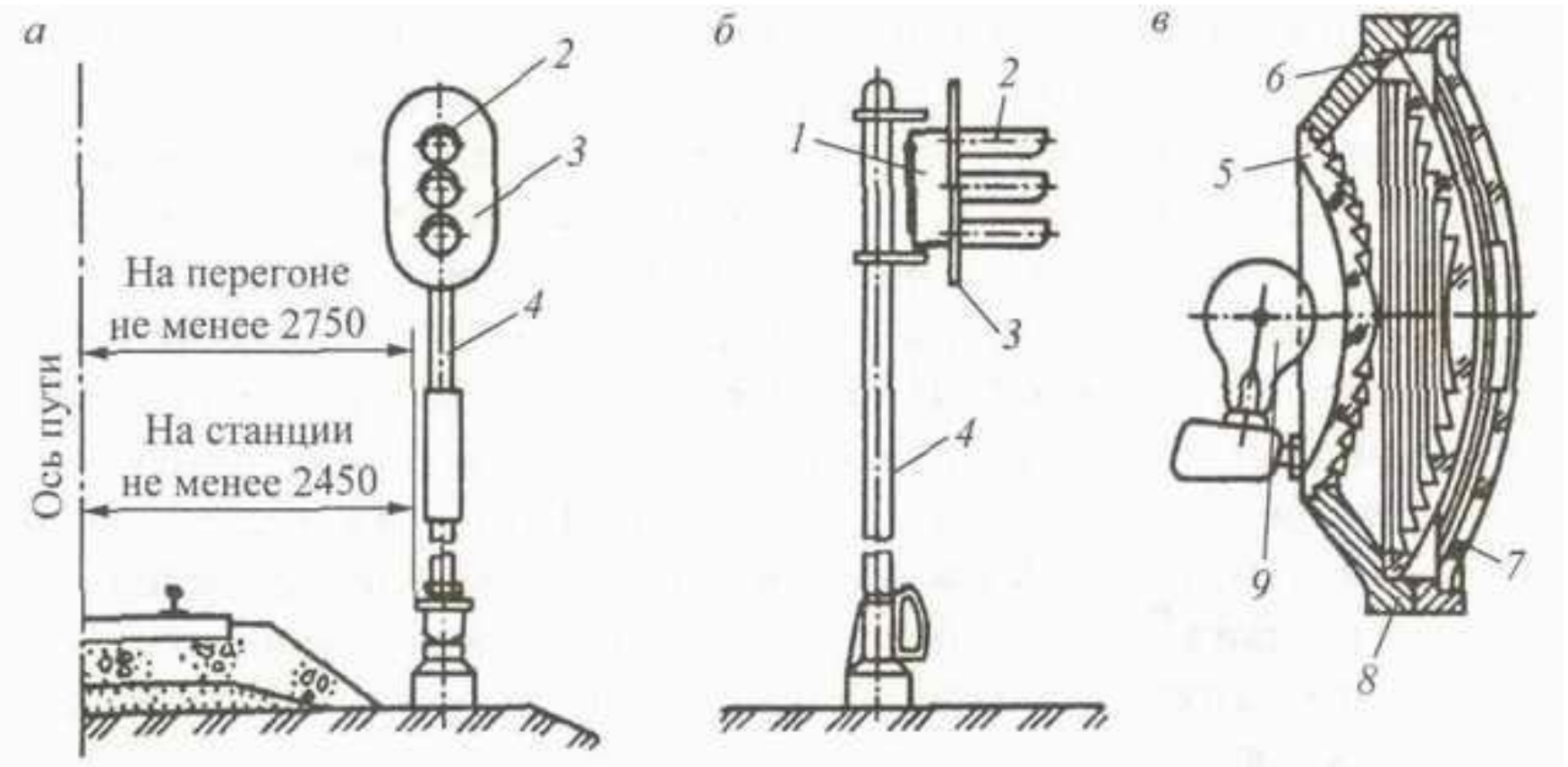
Основные устройства и приборы систем ИРДП:

- электромагнитные реле;
- маятниковые трансмиттеры или микроэлектронные датчики импульсов;
- кодовый путевой трансмиттер типа КПТШ-515 и КПТШ-715 или бесконтактные кодовые путевые трансмиттеры БКПТ-5 и БКПТ-7
- бесконтактный коммутатор тока (БКТ, БКТ-2М);
- дроссель-трансформаторы (ДТ).

Одним из основных устройств систем СЦБ являются **светофоры**, которые предназначены для передачи приказов машинистам. В соответствии с этими приказами машинист выбирает скорость движения. Для кодирования информации используются такие физические признаки:

- цвет,
- режим горения,
- число огней.

Как дополнительный признак применяется признак взаимного расположения огней, что позволяет сформировать сигнал в виде зеленой полосы (три горизонтально расположенных линзовых комплекта). Светофоры устанавливают с правой стороны по направлению движения поезда с соблюдением габарита приближения строений или над осью пути.



Линзовый светофор:
а — вид вдоль пути; *б* — вид сбоку; *в* — линзовый комплект

Основной частью светофоров является **светофорная головка**, в которой размещена оптическая система. Основное применение на сети железных дорог России имеют **линзовые светофоры**, в которых в качестве оптической системы для передачи приказов используются линзовые комплекты.

Светофорные лампы имеют следующие особенности:

- Нить накала лампы является прямолинейной и имеет малые размеры ("точечное тело накаливания"), что позволяет наилучшим образом использовать световую энергию лампы путем более точного размещения источника света в фокусе линзы.
- Нить лампы строго ориентирована относительно цоколя лампы, что гарантирует ее попадание в точку фокуса при установке.
- Цоколь лампы является прецизионным и позволяет однозначно установить лампу в ламподержателе за счет устройств фиксации положения.

Автоматической блокировкой (**АБ**) называют систему регулирования движения поездов на перегонах. При автоблокировке перегон делят на блок-участки (БУ), каждый из которых ограждается автоматически действующим проходным светофором.

Показание каждого светофора зависит от числа свободных впередилежащих БУ, то есть блок-участков за этим светофором. Если ограждаемый БУ занят, включается красный огонь светофора, при свободности одного блок-участка – желтый, при свободности двух или более – зеленый.

Состояние БУ контролируется при помощи рельсовых цепей. Для обеспечения автоматического действия светофоров организуется передача информации. Информация передается в направлении, встречном движению поезду, т. е. от каждого светофора к предыдущему. Способ передачи (по линейным цепям или по рельсам) зависит от типа автоблокировки.

Светофоры АБ расставляются на перегоне исходя из заданной величины межпоездого интервала и скорости движения расчетного поезда в каждой точке пути таким образом, чтобы между поездами в процессе движения всегда сохранялся заданный временной интервал.

Светофоры устанавливают справа по направлению движения поездов. Нумеруются проходные светофоры в пределах каждого перегона четными или нечетными числами в зависимости от направления.

Внедрение АБ обеспечивает:

- Повышение уровня безопасности движения поездов за счет автоматического контроля состояния блок-участков и целостности рельсов.
- Повышение пропускной способности перегонов за счет уменьшения величины межпоездного интервала.
- Увеличение участковой скорости грузовых поездов за счет уменьшения времени их стоянки на промежуточных станциях под обгоном.

Основные факторы, влияющие на принцип построения автоблокировки, и разновидности систем АБ.

1. Основным фактором, влияющим на структуру и функциональные возможности АБ, является **тип используемых рельсовых цепей**: импульсные рельсовые цепи (РЦ) постоянного тока, РЦ частотного кода и фазочувствительные РЦ, РЦ с гетеродинными приемниками, РЦ числового кода, тональные РЦ.

2. **Способ передачи информации между сигнальными установками:**

2.1. В беспроводных (кодовых) системах АБ информация передаётся по рельсовой линии путем использования кодовых РЦ.

2.2. В проводных системах АБ информация передается по воздушным или кабельным линиям.

2.3. С передачей информации по радиоканалам.

3. **Вид кода для формирования сообщений:**

3.1. С числовым кодом.

3.2. С частотным кодом.

3.3. С двоичным помехозащищенным кодом.

4. **Способ организации движения поездов**:

4.1. Односторонние.

4.2. Двусторонние.

4.3. Односторонние с временной организацией двустороннего движения.

5. **Способ размещения аппаратуры**:

5.1. Децентрализованные.

5.2. Централизованные.

6. **Способ передачи информации машинисту:**

6.1. С проходными светофорами.

6.2. Без проходных светофоров.

7. **Наличие изолирующих стыков на границах блок-участков**:

7.1. С изолирующими стыками. С изолирующими стыками построены все классические системы АБ.

7.2. Без изолирующих стыков.

8. **Элементная база**. Классические системы АБ построены на релейно-контактных устройствах. Это объясняется следующими причинами:

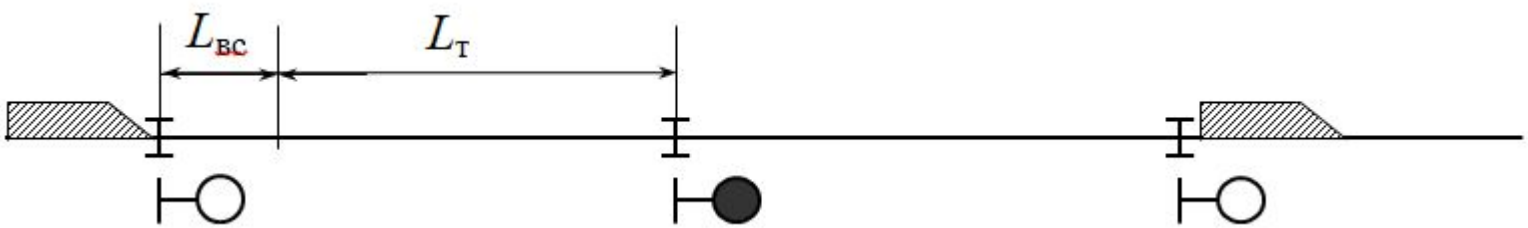
требование обеспечения безопасности функционирования устройств СЦБ; недостаточный уровень развития электроники в период разработки и массового внедрения традиционных систем АБ; экономическая нецелесообразность демонтажа или реконструкции

9. **Значность проходных светофоров** (система сигнализации автоблокировки):

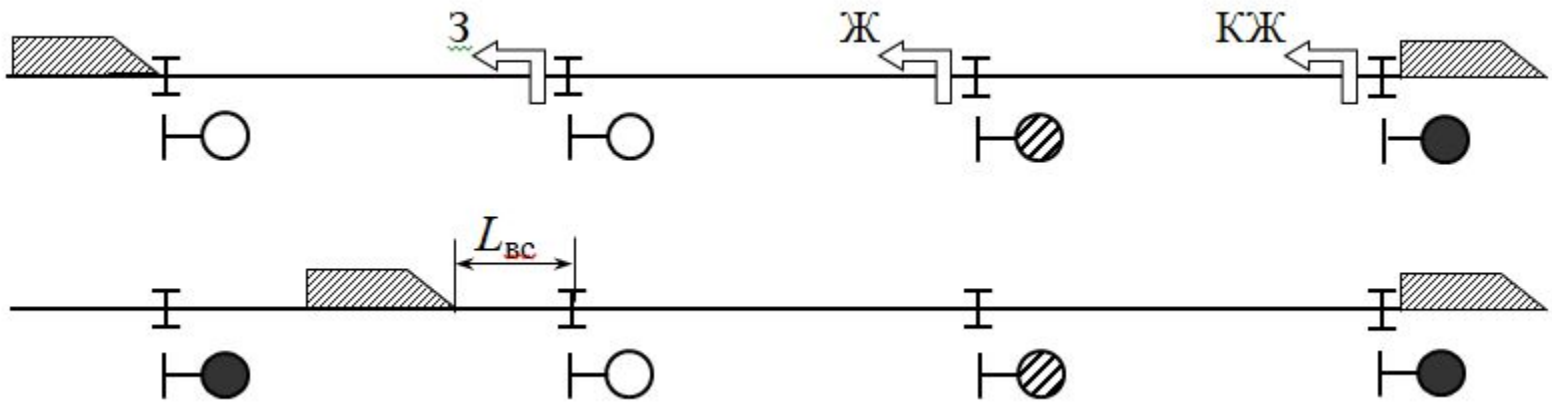
9.1. Двузначные. В двузначных АБ используются два сигнальных показания – красный и зеленый. При этом длина БУ должна быть

$$L_{б2} \geq L_{вс} + L_{т},$$

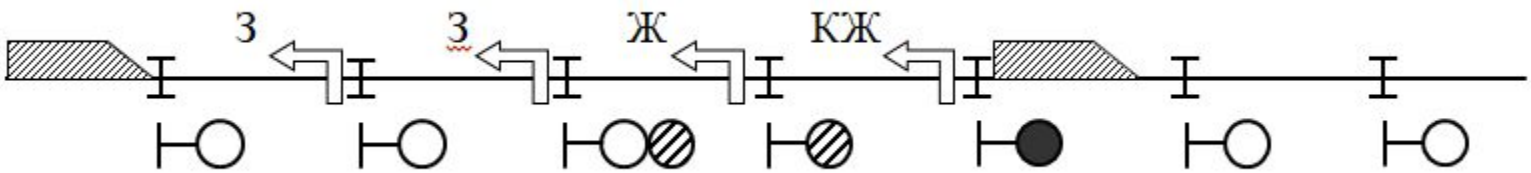
где $L_{вс}$ - путь, проходимый поездом за время восприятия сигнала машинистом; $L_{т}$ - тормозной путь полного служебного торможения при максимальной реализуемой в данном месте скорости.



9.2. Трехзначные. Каждый проходной светофор является предупредительным к следующему светофору. Длина БУ должна быть не менее длины тормозного пути полного служебного торможения при максимальной реализуемой скорости и не менее тормозного пути автостопного торможения с учетом времени срабатывания приборов АЛС, но не менее 1000 м.



9.3. Четырехзначные системы автоблокировки предназначены для участков с высокой интенсивностью движения поездов разных категорий. В этих системах АБ используется дополнительное сигнальное показание светофора – одновременно горящие желтый и зеленый огни. Это показание соответствует свободности двух впередилежащих БУ. Зеленый огонь включается при свободности трех и более блок-участков



Эффект, достигаемый от внедрения четырехзначной АБ, заключается в: повышении пропускной способности за счет уменьшения интервала сближения поездов; повышении ходовой скорости пригородных поездов за счет проследования сигнала "желтый и зеленый" без снижения скорости.