Лекции № 8

Тема :

«УСТРОЙСТВА ЛОКОМОТИВНОЙ АВТОСИГНАЛИЗАЦИИ И АВТОВЕДЕНИЯ ПОЕЗДОВ»

Учебные вопросы:

- **1. Принцип действия автоматической локомотивной сигнализации**
- **2. Программа контроля бдительности машиниста и скорости движения поезда**
- **3. Новые системы и устройства АЛС**
- **4. Системы автоматического ведения поезда**
- **5. Маневровая локомотивная сигнализация**

1. Принцип действия автоматической локомотивной сигнализации

- На участках, оборудованных автоблокировкой, безопасность движения зависит от точного и своевременного выполнения машинистами поездов сигналов, подаваемых проходными светофорами. Однако при плохой видимости из-за тумана, снегопада, дождя и в других трудных условиях машинист не всегда может своевременно различить показание светофора и может проехать запрещающий сигнал. Чтобы исключить такие случаи и облегчить машинисту ведение поезда, все участки, оборудованные автоблокировкой, **согласно ПТЭ дополняются устройствами автоматической локомотивной сигнализации (АЛС). Она предназначена для передачи показаний путевого светофора, к которому следует поезд, на локомотивный светофор, установленный в кабине машиниста. Это обеспечивает машинисту, особенно при плохих условиях видимости, возможность уверенно и безопасно вести поезд с высокой скоростью.**

Автоматическая локомотивная сигнализация(АЛС).

- предназначена для передачи показаний путевого светофора, к которому следует поезд, на локомотивный светофор, установленный в кабине машиниста.

Она обеспечивает машинисту, особенно при плохих условиях видимости, возможность уверенно и безопасно вести поезд с высокой скоростью.

- Дополнительно к устройствам АЛС на локомотивах устанавливают автостопы, которые служат для автоматической остановки поезда, если машинист не примет мер к торможению, и своевременной остановки поезда перед светофором.

Типы АЛС

В зависимости от способа передачи сигнальных показаний путевых сигналов на локомотив (непрерывно или только в определенных точках пути) различают:

- **автоматическую локомотивную сигнализацию *непрерывного типа* с автостопом (АЛСН);**
- **и автоматическую локомотивную сигнализацию *точечного типа* с автостопом (АСНТ),** причем последняя может применяться только на участках, оборудованных полуавтоматической блокировкой.

АЛСН с автостопом

служит для постоянной передачи на локомотив показания путевого светофора, к которому приближается поезд.

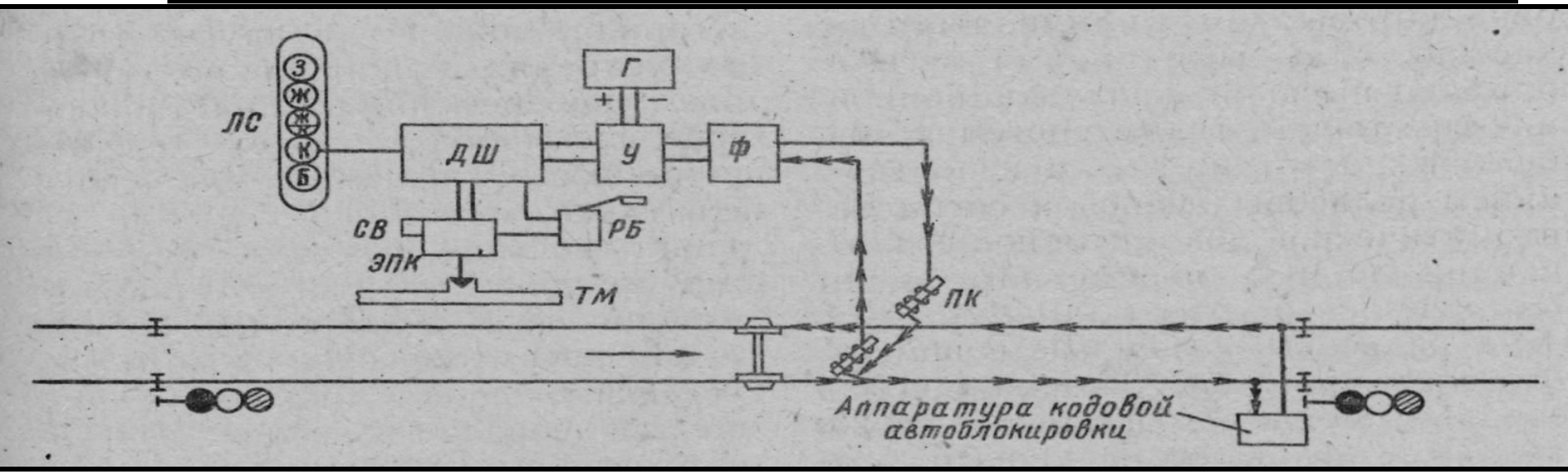
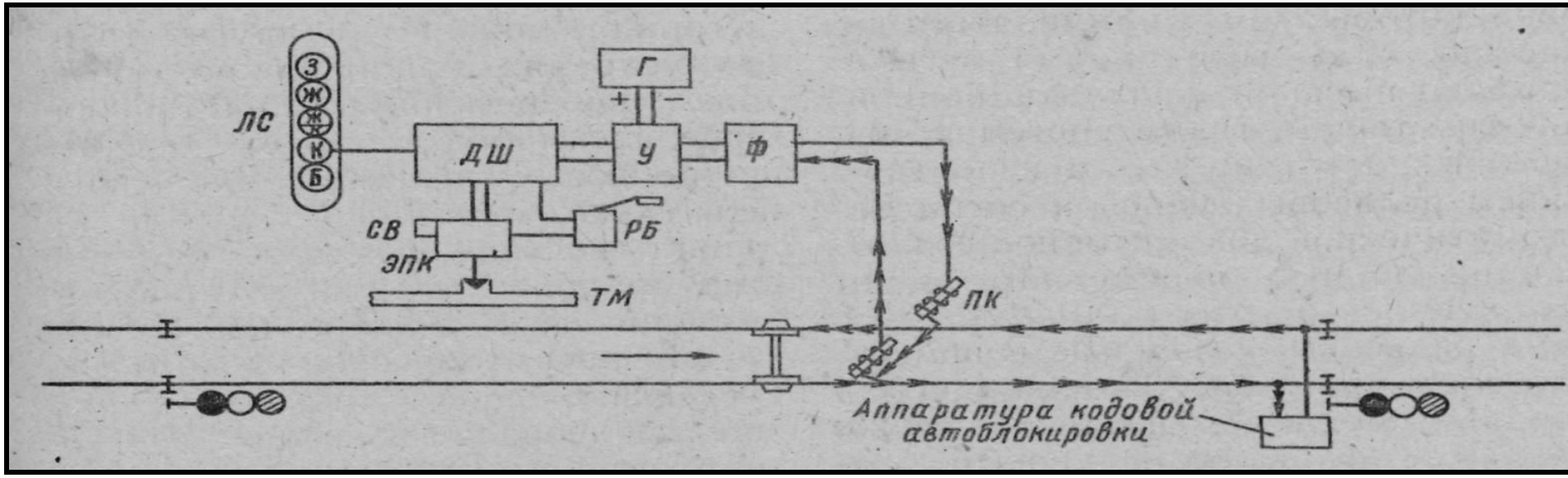


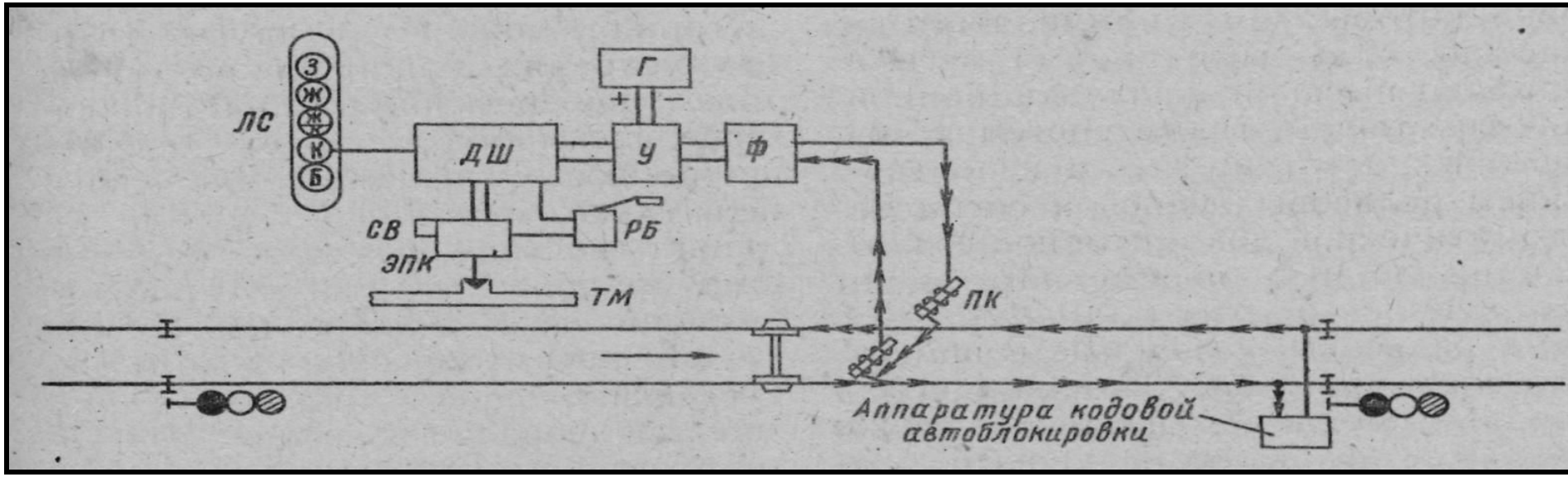
Схема автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа:
ПК – приемные катушки; *Ф* – фильтр; *У* – усилитель; *ДШ* – дешифратор; *Г*– генератор;
СВ – свисток; *ЭПК* – электропневматический клапан; *РБ* – рукоятка бдительности;
ТМ – тормозная магистраль; *ЛС* – локомотивный светофор.

АЛСН с автостопом



- Показания светофора передаются на локомотив посредством рельсовых цепей. Навстречу движущемуся поезду от стоящего впереди светофора в рельсовую цепь подается **переменный кодовый ток**. Он наводит в **приемных катушках *ПК*** локомотива **кодовые импульсы** тоже переменного тока (примерно 0,2 В). Эти импульсы **через фильтр *Ф* поступают в усилитель *У*,** где **преобразуются в импульсы постоянного тока и усиливаются.** В **дешифраторе *ДШ*** коды расшифровываются и в зависимости от их значения включается соответствующий **огонь локомотивного светофора *ЛС***.

АЛСН с автостопом



- Если на путевом светофоре **горит зеленый огонь,** то навстречу поезду протекает ток кода *З* (три импульса в кодовом цикле) и на локомотивном светофоре горит также зеленый огонь;
- от светофора с **желтым огнем следует код *Ж*** (два импульса в цикле) и на локомотиве также горит желтый огонь;
- от светофора с красным огнем поступает код *КЖ* (один импульс в цикле) и на светофоре локомотива горит желтый с красным огонь. При вступлении поезда на занятый блок-участок на ЛС загорается красный огонь.
- Белый огонь на ЛС включается при следовании поезда по некодированным путям; машинист должен руководствоваться показаниями путевых светофоров.

- В момент смены на *ЛС* более разрешающего огня на менее разрешающий машинисту подается **предупредительный свисток о возможности срабатывания автостопа. В этом случае машинист должен в течение 6-8 с нажать рукоятку бдительности, в противном случае произойдет экстренное автоматическое торможение поезда.** После нажатия рукоятки бдительности машинист должен снизить скорость движения до установленной или остановить поезд. **Когда машинист проезжает светофор с желтым огнем и при движении на красный огонь на *ЛС* происходит смена огня на желтый с красным, при этом машинист должен руководствоваться показаниями путевых светофоров.**

- **С момента появления на локомотивном светофоре желтого огня с красным машинист обязан периодически через каждые 20-30 с нажимать рукоятку бдительности, в противном случае сработает автостоп.** Периодическое нажатие рукоятки бдительности мобилизует внимание машиниста на необходимость своевременно произвести торможение и остановить поезд перед светофором с красным огнем. **Для контроля за действиями машинистов на локомотивах применяют *скоростемеры*,** которые записывают на ленте фактическую скорость движения и регистрируют горение красного или желтого с красным огня на локомотивном свето-
- форе, нажатие рукоятки бдительности и работу автостопа.

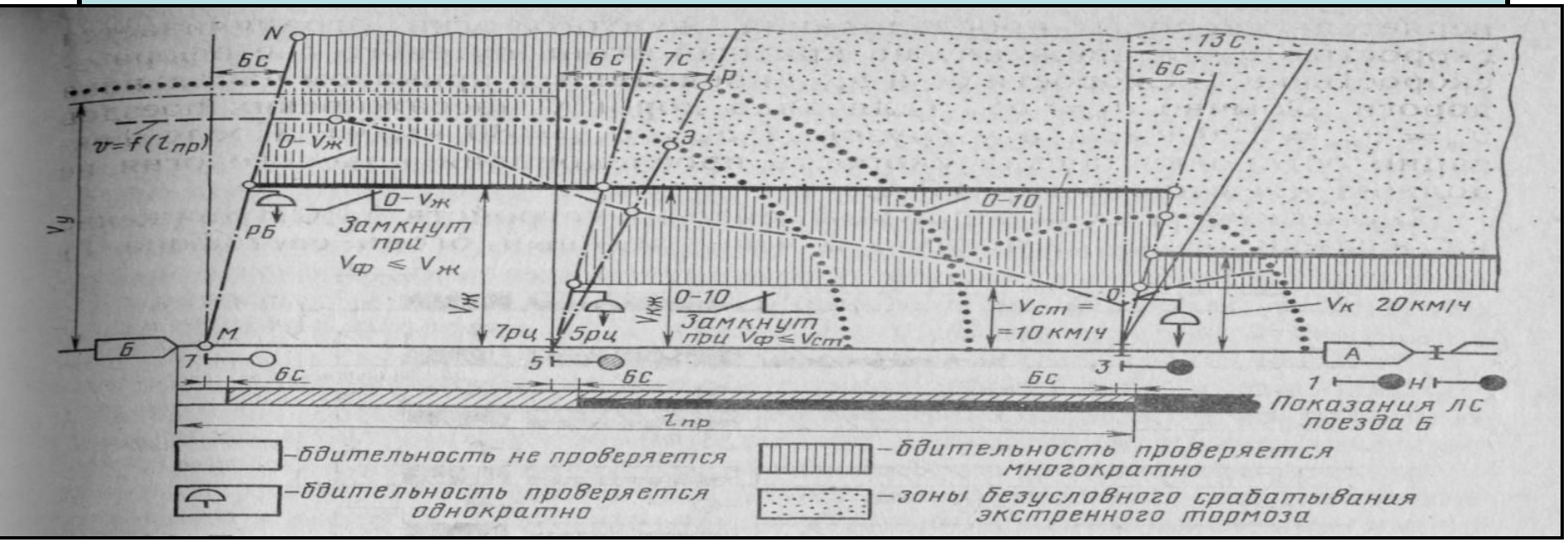
- **Система АЛСН применяется на магистральных железных дорогах, где скорости движения пассажирских поездов не превышают 120 км/ч, а грузовых – 80 км/ч.** На линиях с более высокими скоростями – до 160-200 км/ч – применяется **многозначная частотная АЛС типа АЛСН-М.** В ней применен *ЛС* с одиннадцатью показаниями:
- зеленый огонь, на фоне которого горят цифры 200, 180, 160, 140, показывающие предельно допустимые скорости движения;
- желтый огонь, на фоне которого горят цифры предельной скорости или буквы *В* – высшая скорость, *С* – средняя, *У* – уменьшенная, а также показания *КЖ, К* и *Б*.

2. Программа контроля бдительности машиниста и скорости движения поезда

- В зависимости от показаний путевого светофора (см. слайд), к которому движется поезд *Б*, контролируются определенные скорости его движения.
- На зеленый огонь установленная скорость Vу устройствами АЛСН не ограничивается и бдительность машиниста не проверяется;
- скорость проследования желтого огня ограничивается скоростью **Vж,** а движение на красный огонь путевого светофора – скоростью **Vкж.** **Скорости Vж и Vкж определяются приказом начальника дороги. Обычно Vж = Vкж** Именно такой случай показан на слайде.
- (для ряда дорог у пассажирских поездов Vж = Vкж = 120 км/ч, а у грузовых Vж = Vкж = 80 км/ч).
- После фиксации остановки поезда скорость проследования красного огня не должна превышать **Vк = 20 км/ч**.
-

Программа контроля бдительности машиниста и скорости движения поезда в системе АЛСН

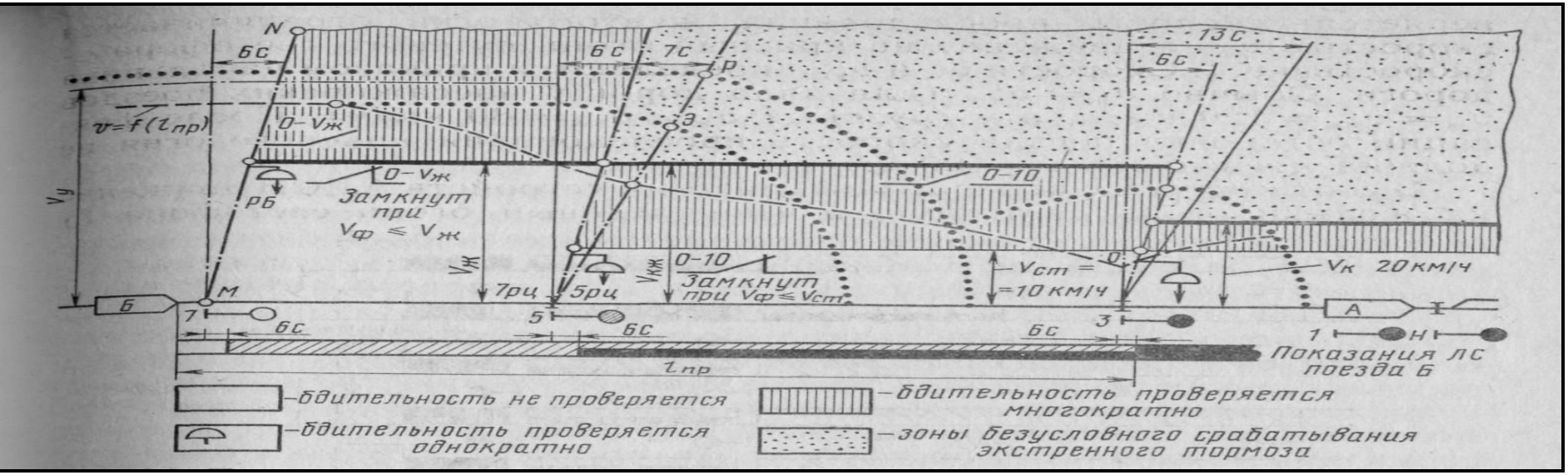
1



В соответствии с программой действия устройств АЛСН движение на желтый огонь светофора *5* (под зеленый огонь светофора *7*) в момент смены на локомотивном светофоре зеленого огня на желтый (линия *MN*) всегда сопровождается свистком электропневматического клапана ЭПК и требует кратковременного нажатия машинистом рукоятки бдительности. Неподтверждение машинистом бдительности вызывает экстренное торможение поезда до его полной остановки. Экстренное торможение не может быть отменено машинистом.

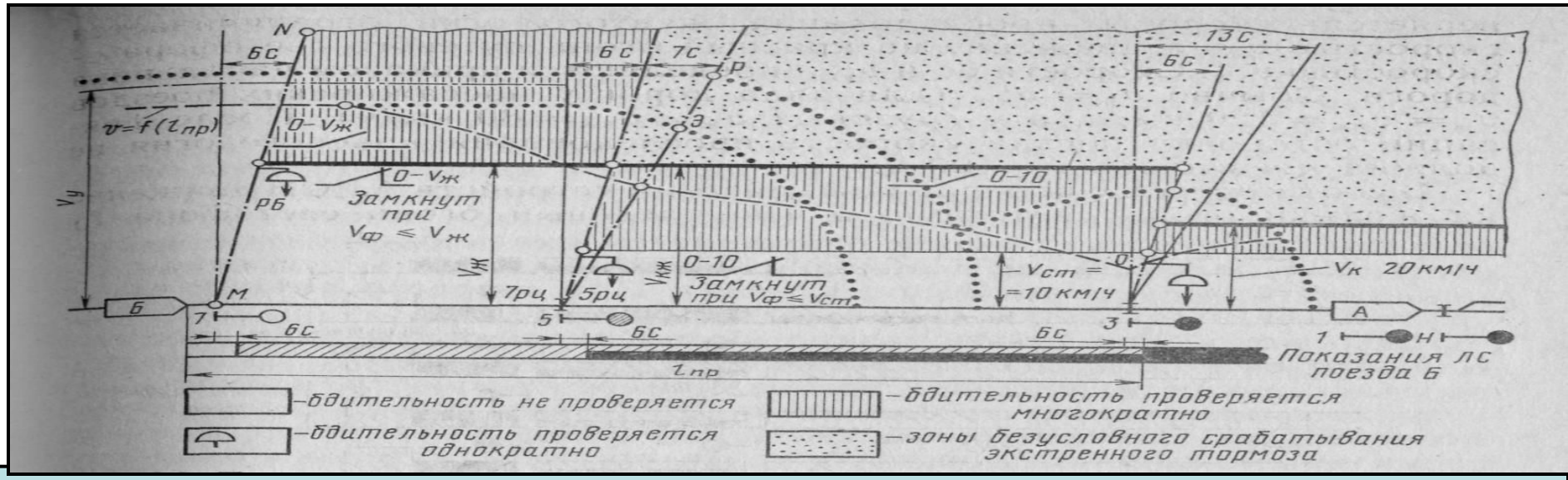
Программа контроля бдительности машиниста и скорости движения поезда в системе АЛСН

2



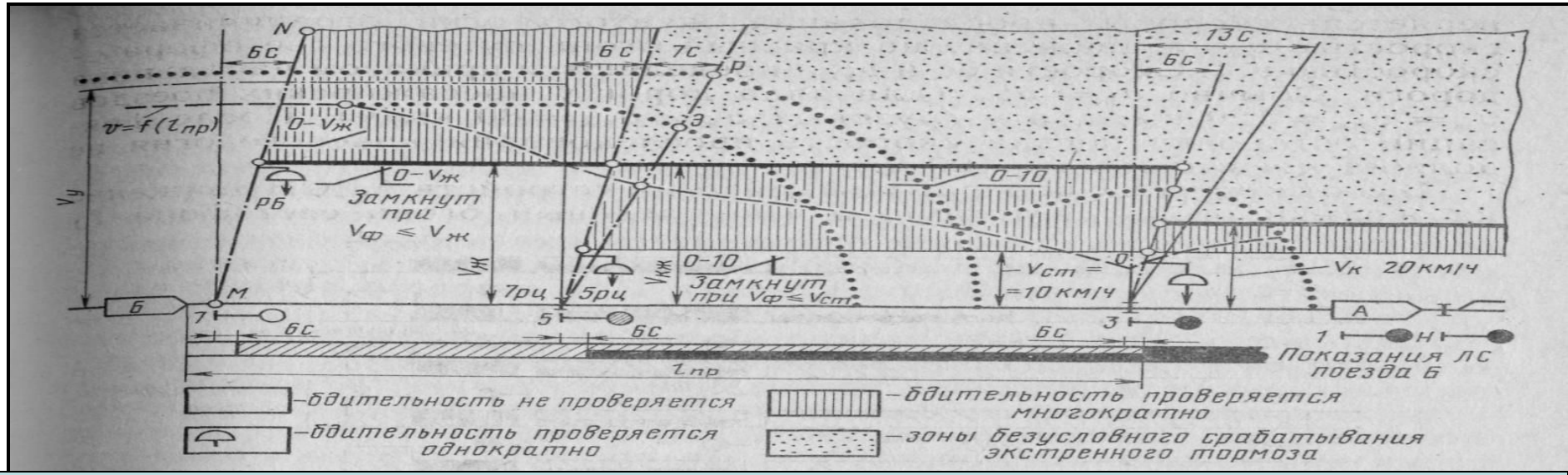
Далее при движении по желтому огню локомотивного светофора в случае, **если фактическая скорость Vф > Vж,** машинист для отмены экстренного торможения должен **периодически нажимать рукоятку бдительности**, если же Vф < Vж, то **периодической проверки бдительности не требуется**. **Желтый огонь путевого светофора поезд должен проследовать со скоростью Vф < Vкж, иначе произойдет экстренное торможение**. **При смене на локомотивном светофоре желтого огня на красно-желтый машинист должен подтвердить бдительность нажатием рукоятки бдительности и далее следовать по красно-желтому огню локомотивного светофора со скоростью Vф < Vкж с периодическим (один раз в 20 с) нажатием рукоятки бдительности.** Нарушение указанных требований приводит к экстренному торможению.

Программа контроля бдительности машиниста и скорости движения поезда в системе АЛСН



По условиям помехозащищенности после смены кода огни на локомотивном светофоре меняются с замедлением 6 с. По условиям надежного восприятия машинистом свистка ЭПК и спокойного нажатия рукоятки бдительности экстренное торможение должно срабатывать с момента начала свистка ЭПК не раньше, чем через 7 с. Суммарное время от момента проезда желтого огня светофора *5* с завышенной скоростью Vф >Vж до начала срабатывания экстренного торможения равно 13 с, что необходимо учитывать при усилении пропускной способности линий повышением Vу. Чем выше Vу, тем больший путь проследует поезд Б за 13 с после проезда желтого огня светофора *5* (линия *РЭ).* При Vу = 120 км/ч этот путь может достигать 480 м, что равно половине длины короткого блок-участка.

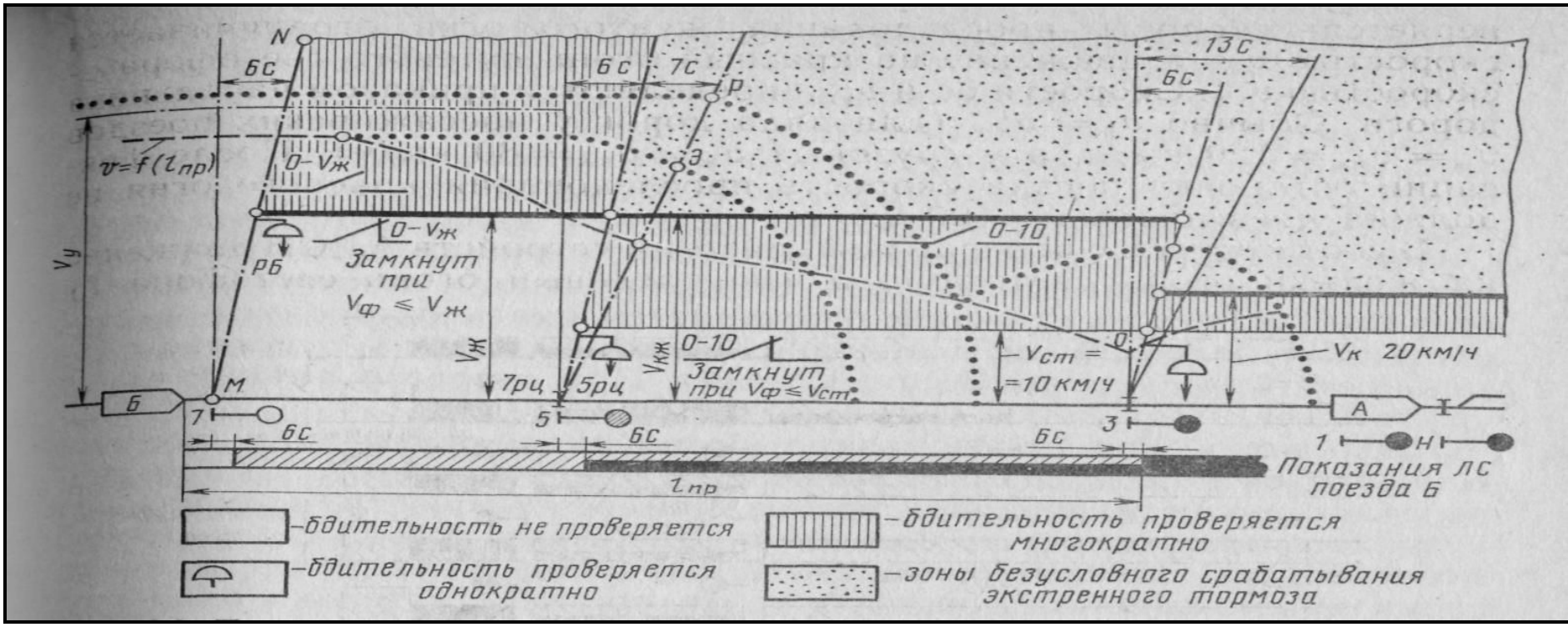
Программа контроля бдительности машиниста и скорости движения поезда в системе АЛСН



После того как поезд проследует путевой светофор *5* с желтым огнем, он подходит к светофору *3* с красным огнем (штриховая линия V = f (lпр)) и после фиксации скоростемером скорости «стоянки» (Vст ≤ 10 км/ч) поезд может продолжить дальнейшее движение. Смена показания на ЛС красно-желтого огня на красный, сопровождаемая свистком ЭПК, требует однократного нажатия рукоятки бдительности. Далее поезду разрешается ехать осторожно со скоростью не более 20 км/ч и периодически нажимать рукоятку бдительности при скорости выше 10 км/ч. При скорости выше 20 км/ч срабатывает экстренное торможение.

Программа контроля бдительности машиниста и скорости движения поезда в системе АЛСН

5



Штриховой линией показана безопасная реализация поездом *Б* скоростей V на пути его сближения с препятствием Iпр, а точками – случаи нарушения требований безопасности и включения устройств экстренного торможения. Движение поезда со скоростью менее Vж под зеленый и менее 10 км/ч под желтый или красный огонь путевого светофора требует от машиниста только однократного нажатия рукоятки бдительности.

- На линиях, не оборудованных кодированными рельсовыми цепями, на локомотивах используют автостоп и устройства проверки бдительности машиниста. На локомотивном светофоре непрерывно горит белый огонь; машинист переключает специальный ключ в положение «Без АЛС», удлиняя тем самым промежутки времени между появляющимися свистками ЭПК с 20 до 90 с. Для смягчения воздействия на машиниста свистков ЭПК локомотив, обращающийся на участках релейной полуавтоматической блокировки (РПБ), снабжают блоком предварительной световой сигнализации БПСС, информирующим машиниста о возможности подтверждения бдительности нажатием рукоятки бдительности РБ до начала свистка ЭПК. Звучание свистка ЭПК тревожит машиниста на 5-6 с позже зажигания лампы светового индикатора лишь в том случае, когда в течение этого времени не нажимают РБ. Если же машинист не реагирует на световой и звуковой сигналы и нажатием РБ не подтверждает своей трудоспособности, то через 7 с с момента включения свистка электропневматического клапана ЭПК срабатывает экстренное торможение.

3. Новые системы и устройства АЛС

Недостатки существующих систем АЛС

- **Основным эксплуатационным недостатком числовой системы АЛС является низкая информативность, что вынуждает передавать одинаковый кодовый сигнал *З* перед путевым светофором с зеленым огнем и перед светофором с зеленым мигающим огнем. Небольшая значность числового кода особенно проявляется при приближении поезда к входным светофорам станций, имеющих стрелочные переводы с крестовинами разной крутизны (1/11, 1/18 и 1/22).**
- **В этих случаях показания входного светофора более точные, чем локомотивного, поскольку различные показания входного светофора – один желтый; два желтых; два желтых с зеленой полосой и другие огни – передаются на локомотив одним и тем же кодовым сигналом *Ж*,**
- **что недопустимо при организации движения поездов разных категорий, в том числе высокоскоростных, на пути которых повышенное число препятствий.**

Недостатки существующих систем АЛС

2

- **В отечественных системах АЛС которые работают совместно с электрической централизацией и путевой блокировкой, местом препятствия рассматривают не хвост переднего поезда, или кривизну пути в стрелочном переводе, а границу блок-участка, занятого передним поездом, или границу станции, отмечаемую путевыми светофорами.**
- **Такое регулирование движения поезда с ориентацией на остановку его у красного огня путевого светофора, а не у хвоста переднего поезда или перед кривизной стрелочного перевода, ведущего поезд на боковой путь, дает более высокую гарантию безопасности движения. Препятствие на пути представляет опасность для движения тогда, когда поезд приближается к нему на расстояние, сравнимое с тормозным путем. С этого момента появляется необходимость снижать скорость до заданного значения**

Недостатки существующих систем АЛС

- **Типовая система АЛС обладает ограниченной надежностью.** Отказы в работе устройств АЛС обусловлены двумя причинами. Одной из них являются неисправности локомотивных приборов АЛС, другой – искажения кодовых сигналов за счет помех тягового тока или несовершенства схем кодирования рельсовых цепей. На основе многолетнего опыта эксплуатации установлено, что наработка на отказ одного комплекта аппаратуры АЛС 3,2 года.

Недостатки существующих систем АЛС

- Искажения кодовых сигналов зависят от уровней тягового тока, скорости движения, метеорологических условий и многих других причин. Эти отказы проявляются в том, что на локомотивном светофоре загорается огонь, не соответствующий принимаемому кодовому сигналу. Наиболее часто при искажениях вместо разрешающего огня загорается белый.

методами борьбы с искажениями кодовых сигналов

- Наиболее эффективными методами борьбы с искажениями кодовых сигналов является
- **увеличение уровней сигнального тока в рельсах,**
- **совершенствование схем кодирования для обеспечения требуемых временных параметров импульсов числового кода в рельсовой линии,**
- **симметрирование рельсовых линий.** Асимметрия рельсовой линии чаще всего возникает из-за неисправности рельсовых стыковых соединений.

АЛС – ЕН.

- В значительной степени перечисленные недостатки традиционной АЛС устранены в системе нового поколения с абсолютным ступенчатым контролем всех градаций скорости **АЛС – ЕН**. Эта система передает сообщения о числе свободных блок-участков (до шести), о скорости проследования очередного светофора, о длине впереди лежащего блок-участка (больше или меньше тормозного пути), о движении поезда по перегону, главному или боковому пути станции. На цифровом индикаторе машиниста отображается информация о скорости, показания входных, маршрутных, выходных и проходных светофоров (32 сигнальных показания).

- Все сообщения с пути на локомотив передаются по рельсовому индуктивному каналу связи, при этом используется одна частота – 175 Гц. Контроль бдительности машиниста выполняется при смене сигнального показания на более запрещающее и превышении контролируемой скорости. Максимальная контролируемая скорость принимается на одну градацию ниже наибольшей допустимой для данного поезда. Устройства АЛС – ЕН позволяют использовать эту систему как основное средство интервального регулирования движения поездов. Система выполнена таким образом, что в случае ее отказа обеспечивается переход на систему АЛСН. Предусмотрено автоматическое снижение скорости с помощью специального устройства при движении поезда на запрещающий сигнал.

АЛСН – САУТ
и АЛС – ЕН – САУТ.

- Для повышения безопасности движения поездов, предупреждения проездов запрещающих сигналов и увеличения пропускной способности участков устройства АЛСН дополняются **системой автоматического управления торможением (САУТ).** Комбинированные системы получили название АЛСН – САУТ и АЛС – ЕН – САУТ.

Телеметрическая система контроля бодрствования машиниста - ТСКБМ

- **ТСКБМ -комплекс приборов, предназначенный для повышения безопасности движения поездов.**
- **Система следит за физиологическим состоянием машиниста,**
- **принимает сигналы о состоянии рукоятки бдительности (РБ),**
- **обрабатывает полученную информацию,**
- **показывает уровень бодрствования машиниста по условной шкале в виде светящейся индикаторной линейки переменной длины.**

Телеметрическая система контроля бодрствования машиниста - ТСКБМ

- Система повышает безопасность движения, подавая сигнал тревоги за несколько десятков секунд до возникновения критического физиологического состояния, когда уровень бодрствования, т.е. внимание и работоспособность, уменьшаются до критических величин. Это означает, что машинист еще способен адекватно воспринимать окружающую обстановку и управлять движущимся поездом, но это уже – предел.

Блок индикации локомотивный - БИЛ-УТМ.

- . Блок БИЛ-УТМ выполнен в виде отдельного блока, встраиваемого в лицевую панель пульта управления локомотива. По габаритным и присоединительным размерам блок взаимозаменяем с существующими аналогами.
- **БИЛ-УТМ обеспечивает:**
- индикацию машинисту локомотива сигналов светофора;
- индикацию фактической скорости движения с точностью до 1 км/час;
- регулярный контроль бдительности машиниста с помощью индикации и сигнализации;
- учет категории поезда, тип тяги, длины блоков-участков;
- непрерывный контроль состояния тормозной системы.

4. Системы автоматического ведения поезда

Классификация систем *автоведения*.

- Сегодня из всех систем локомотивной автоматики наиболее передовыми по части объема и сложности решаемых задач являются системы *автоведения*. Они делятся на три основные группы, в прямой зависимости от класса тягового подвижного состава:
- • автоматическое ведение пригородного поезда;
- • автоматическое ведение локомотива пассажирского поезда;
- • автоматическое ведение локомотива грузового поезда.

Система автоматического ведения пригородного электропоезда - САВПЭ

- Для выполнения графика движения и экономии электроэнергии в **системе автоматического ведения пригородного электропоезда** (САВПЭ) реализован механизм регулирования времени хода, основанный на предварительном расчете траектории движения поезда для заданного расписания. Система применяет прицельное торможение поезда при приближении к светофорам, требующим снижения скорости, и к местам действия ограничений скорости, которые либо вводятся заранее (закладываются в память), либо задаются нажатием кнопки с клавиатуры управления

САВПЭ

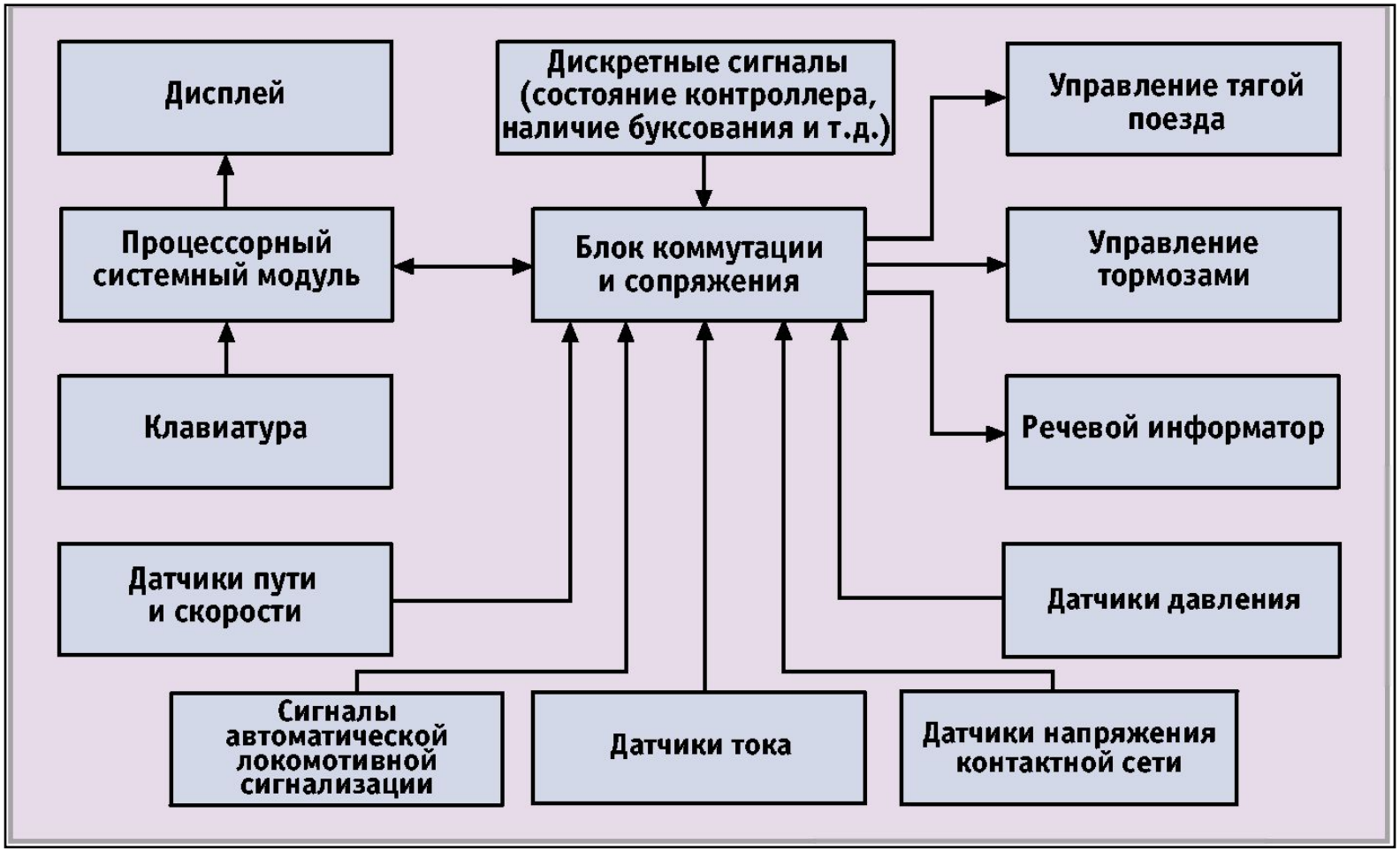
- Значительный объем в аппаратуре САВПЭ отводится блоку речевого информатора. Этот блок **выполняет функции оповещения** пассажиров и, опираясь на сигналы датчика пути и скорости и АЛСН, сообщает машинисту **о приближении к переездам, мостам, тоннелям, нейтральным вставкам и токоразделам, постам обнаружения нагрева букс, а также об ограничениях скорости, желтом и красном сигналах АЛСН.**

Унифицированные системы автоведения поезда УСАВП и УСАВП-Л

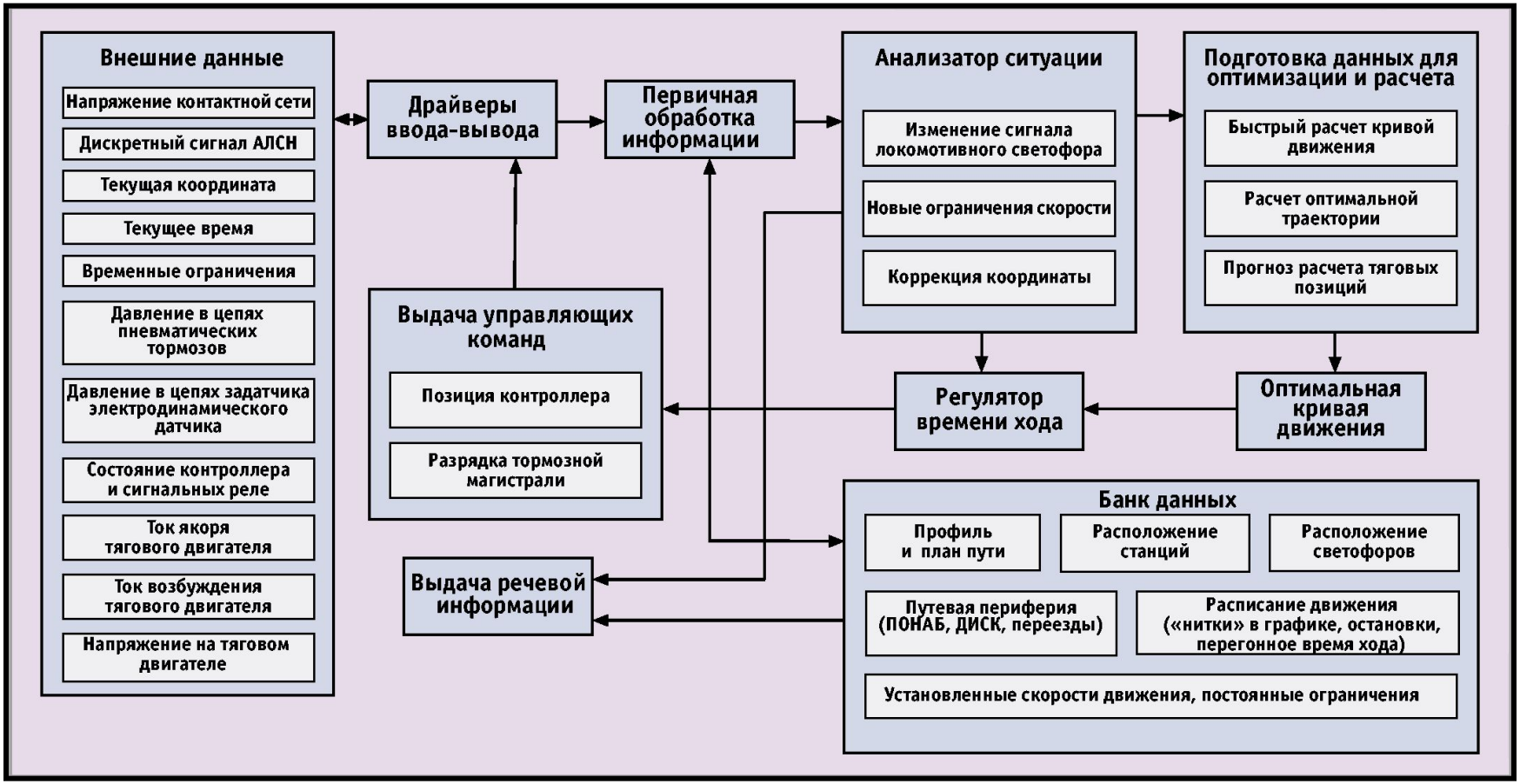
- В настоящее время на электропоездах применяются унифицированные системы автоведения поезда УСАВП и УСАВП-Л разработки ВНИИЖТа.
- Сходные функции выполняют системы автоведения на пассажирских и грузовых электровозах с учетом специфических задач, характерных именно для пассажирского и грузового автоведения, например, управление подачей песка в зависимости от профиля и плана пути, показателей проскальзывания колесных пар и погодных условий.

- Структура системы автоведения и структура управляющей программы пассажирского электровоза показана на последующих слайдах..
- Помимо экономии электроэнергии, применение систем автоведения позволяет более точно выполнять график движения поездов по сравнению с ручным управлением. При этом число внеплановых торможений снижается на 10-15%.
- Система позволяет быстро приблизить уровень управления поездом малоопытного машиниста к уровню квалифицированного специалиста и обучить его правильному выбору режимов ведения поезда. Таким образом, система выполняет функции тренажера для локомотивной бригады, снижая затраты на обучение. Наконец, главное – система позволяет повысить безопасность движения за счет освобождения машиниста от ряда рутинных операций по ведению поезда.

Блок-схема системы автоведения локомотива.



Структура управляющей программы пассажирского электровоза.



система управления движением и техническими средствами электропоездов - СУД ТС

- Система предназначена для решения комплексных задач управления движением, безопасностью и техническими средствами пригородного электропоезда.

СУД ТС обеспечивает

следующие режимы работы электропоезда:

- режим тяги;
- режим выбега;
- режим торможения;
- маневровый режим;
- режим стоянки у платформы, в депо.

СУД ТС обеспечивает

- непрерывное взаимодействие с *поездной системой безопасности* (системой КУРС-Б),
- проверку бдительности машиниста,
- сбор и хранение информации о номинальных и аварийных режимах работы элементов и узлов электропоезда.

состав оборудования, управляемого и контролируемого СУД ТС :

- **пульт машиниста;**
- **основные и вспомогательные компрессора;**
- **пневматическая магистраль;**
- **токоприемники;**
- **быстродействующие выключатели;**
- **цепи блокировок;**
- **высоковольтные контакторы;**
- **источники питания;**
- **питающая магистраль 3 кВ;**
- **блоки зарядных устройств аккумуляторных батарей;**
- **местные посты управления;**
- **двери;**
- **сигнальные фонари;**
- **системы обогрева, вентиляции и освещения салонов.**

Функции технической диагностики СУД ТС

- включают в себя контроль состояния и параметров технических средств и систем электропоезда, включая самоконтроль блоков и узлов СУД ТС, определение вероятной причины отказов или отклонения контролируемых параметров, а также применение мер, обеспечивающих работоспособность поезда и безопасность его движения.

5. Маневровая автоматическая локомотивная сигнализация - МАЛС

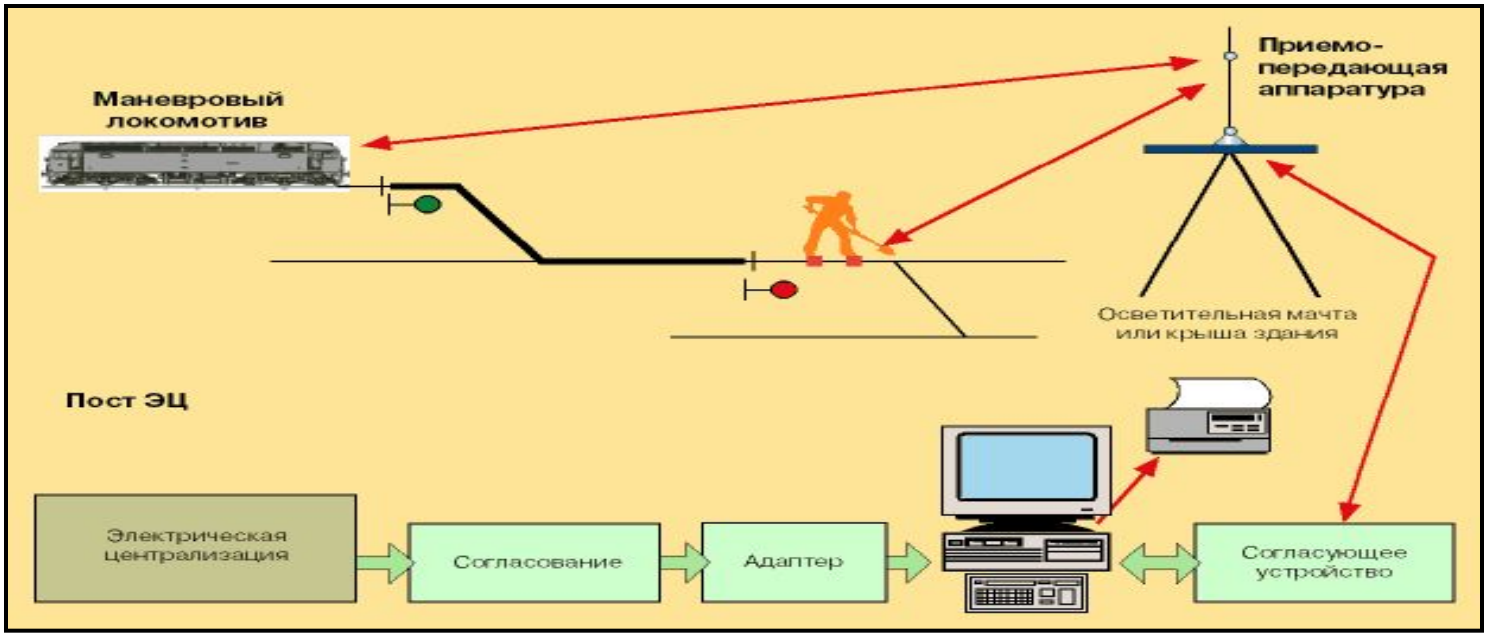
МАЛС

- предотвращает проезд запрещающего маневрового сигнала.
- не допускает движения локомотива при маневровой работе со скоростью, превышающей разрешенную по ПТЭ,
- обеспечивает автоматическую остановку локомотива перед маневровым светофором с запрещающим показанием и создает условия для предотвращения наезда на работников, проводящих ремонтные работы на станционных путях. Применение этой системы позволяет исключить столкновения вагонов и локомотивов на станциях и предотвратить возникновение аварий из-за ошибок обслуживающего персонала.

состав МАЛС

- локомотивные и станционные устройства . Станционные устройства осуществляют съем информации с аппаратуры электрической централизации о занятости пути и установленных маршрутах маневровых передвижений. Эти данные в стационарном компьютере дополняются информацией об ограничениях скорости и местах проведения работ на пути. Стационарный компьютер формирует информацию для всех станционных локомотивов, которая поочередно передается через стационарную радиостанцию.

Структура системы МАЛС



- Станционные устройства МАЛС отслеживают координаты локомотивов, места проведения ремонтных работ на пути, что повышает эффективность оперативного управления маневровой работой, повышает безопасность движения поездов и работающих на пути людей.

Основные компоненты локомотивной аппаратуры МАЛС

- бортовой контроллер, блок переключателей, блок индикации, блок управления, приемопередатчик и антенна.
- Бортовой контроллер получает команды от станционной аппаратуры через приемопередатчик. Контроллер опрашивает состояние электрооборудования локомотива через блок переключателей и считывает информацию с датчиков импульсов. Информация для машиниста отображается на экране монитора блока индикации, а команды машинист вводит в бортовой контроллер с помощью функциональной клавиатуры блока управления.

- В системе МАЛС заложена **возможность передачи маршрутных заданий на поездные локомотивы, оборудованные системой КЛУБ-У с цифровым каналом радиосвязи.** Это позволяет повысить безопасность прохода поезда по станции, исключить проезд запрещающего сигнала и превышение допустимой скорости движения. В критических ситуациях программа воздействует на управление силовой установкой локомотива и производит плавное или экстренное его торможение.

- **Прикладное ПО бортового оборудования МАЛС работает в режиме реального времени**. ПО осуществляет постоянное наблюдение за передвижением локомотива, состоянием клавиатуры, электрооборудования, данных радиоканала и выводит на монитор следующую информацию:
- допустимая скорость движения,
- ожидаемая скорость движения на следующей изолированной секции,
- количество свободных впередилежащих блок-участков,
- расстояние до первого по ходу изолированного стыка,
- расстояние до места проведения работ и до конца маршрутного задания,
- установленный режим работы,
- заданный маршрут.

- Кроме того, имеются предпосылки к **интеллектуальному наполнению МАЛС** и превращению ее в систему нижнего уровня для формирования и передачи исходных данных в вышестоящие компьютерные системы, **облегчения и изменения технологии работы дежурного по станции, маневрового диспетчера, электромеханика СЦБ.**

- Лекция закончена!!
- Спасибо за внимание!!!