

передвижения через пути крупных станций, а также обеспечение защиты от боковых наездов для поездных передвижений через малые станции на участках, не контролируемых диспетчером (п. 3.4.3). В этих зонах маневровые подвижные единицы могут въезжать на главные пути без разрешения диспетчера. Но на некоторых участках местные правила требуют разрешения диспетчера для проведения маневров на этих путях, чтобы сохранить возможность для поездных передвижений. Также маневровые передвижения могут осуществляться при работе станции в сортировочном режиме. На участках, где поездные передвижения осуществляются с использованием проходных сигналов автоблокировки, зоны маневровой работы увязаны с системой сигнализации, и проходной сигнал выдает разрешающее показание в зависимости от положения переводимых вручную стрелок.

Переводимые вручную стрелки оборудованы электрическим замыканием, его выключение осуществляется персоналом непосредственно на стрелке сразу после снятия механического замыкания. Размыкание приводит к тому, что установленный перед стрелкой сигнал автоблокировки переключается на запрещающее показание. Если все рельсовые цепи ограждаемого участка свободны или рельсовая цепь данной стрелочной секции занята, замыкание снимается сразу после запроса (чтобы машинист поезда, выезжающего с главного пути, мог самостоятельно разомкнуть и перевести стрелку). Если участок занят, а стрелочная секция свободна, размыкание произойдет через несколько минут, чтобы приближающийся поезд успел проехать стрелку. Если переводимая вручную стрелка не оборудована электрическим замыканием, сигнал автоблокировки переключается на запрещающее показание после того, как механическое замыкание снято, а стрелка переведена.

Внутри маневровых зон поезда, не следующие по показаниям сигналов автоблокировки, должны перемещаться с уменьшенной скоростью, чтобы иметь возможность немедленно остановиться перед подвижной единицей, выполняющей маневры, или препятствием. При приближении поезда маневровые подвижные единицы должны немедленно освободить главный путь для обеспечения его проезда. Начало и конец сортировочной зоны обозначаются специальными знаками для информирования поездной бригады (рис. 3.10).

Поскольку на железных дорогах Северной Америки поездные передвижения не сильно отличаются от маневровых, они также могут выполнятся внутри маневровой зоны по устным распоряжениям. На участках, управляемых из диспетчерского центра, используются другие правила проезда через маневровые зоны. На этих участках маневровая подвижная единица следует по сигналам, предназначенным для поездных передвижений. Однако диспетчер может выдать ограниченное по территории и времени разрешение на маневры. Выделенная зона закрывается для других маршрутов, и состав может выполнять маневровую работу. Централизованные стрелки в таких зонах можно переключать на местное управление.

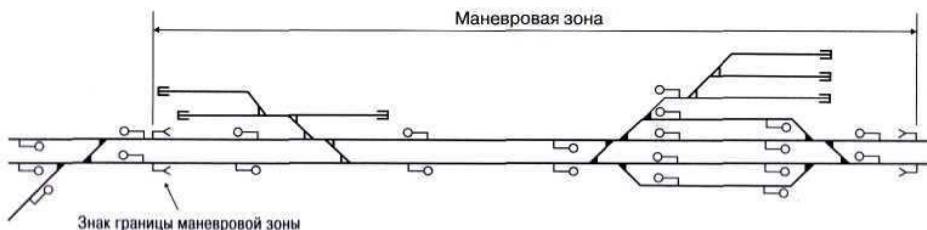


Рис. 3.10. Маневровая зона (на примере железных дорог Северной Америки)

3.4. Принципы разделения поездов

Коэффициент трения в системе колесо — рельс в 8 раз меньше, чем на автомобильном транспорте. В результате тормозной путь рельсовой подвижной единицы может заметно превышать дальность обзора пути машинистом. Поэтому интервальное разделение поездов по условиям видимости возможно только при движении с ограниченной скоростью; обычно она составляет от 15 до 30 км/ч. Следование по условиям видимости допускается только для регулярных маневровых передвижений и нерегулярных поездных. Для регулярных поездных передвижений необходимо использовать процедуры разделения поездов, чтобы обезопасить их передвижения независимо от условий видимости пути.

Принципы, используемые для безопасного разделения поездов, зависят от следующих критериев:

- как с пути на поезд передается разрешение на проследование (п. 7.3.3.1);
- как регистрируется освобождение пути поездом.

Если разрешение на проследование выдается в определенных точках (например, напольными сигналами либо письменными или устными указаниями), необходимо разделять поезда фиксированными блок-участками. В этом случае каждое разрешение выдается для въезда на определенный участок и действует до тех пор, пока поезд не достигнет другой точки, у которой должно быть получено следующее разрешение. На участках, где следование поездов осуществляется по показаниям локомотивной сигнализации непрерывного типа, такое ограничение отсутствует. Однако непрерывной передачи на поезд разрешения на проследование еще недостаточно для того, чтобы отказаться от разделения поездов фиксированными блок-участками.

Кроме того, поезд освобождает путь не через фиксированные интервалы, а непрерывно. Поэтому при отказе от фиксированных блок-участков необходим непрерывный контроль целости состава поезда. Так как в традиционной железнодорожной системе до сих пор не найдено эффективное решение этой задачи, разделение поездов фиксированными блок-участками остается пока еще стандартным принципом обеспечения безопасности движения в большинстве стран мира.

Принцип разделения поездов интервалами во времени в следующих разделах книги рассматриваться не будет, поскольку железные дороги Европы с 1870-х годов перешли от разделения поездов по времени к разделению фиксированными блок-участками. Как уже упоминалось в п. 3.1, разделение поездов по времени практиковалось на не оборудованных сигналами участках в Северной Америке значительно дольше в рамках технологии Timetable & Train Order [Pachl, 2002]. Сегодня эта технология почти не используется.

Перед рассмотрением различных принципов разделения поездов необходимо принять во внимание следующую существенную деталь. Тормозной путь в первую очередь зависит не от полного веса поезда, а от той его доли, которая используется при передаче тормозных сил между колесом и рельсом. Поезда с одинаковыми тормозными свойствами имеют практически одинаковый тормозной путь. Для безопасного разделения поездов последние должны иметь между собой свободные участки пути длиной, равной или большей их тормозного пути. Вот почему для максимального использования пропускной способности участка логичным является объединение нескольких коротких подвижных единиц в один поезд. Если поезд обладает теми же тормозными свойствами, что и каждая подвижная единица

Одиночные подвижные единицы**Подвижные единицы в составе поезда**

Рис. 3.11. Влияние длины состава на требуемую пропускную способность:
 l_b — тормозной путь, включая необходимые дополнения для интервального разделения поездов

в отдельности, то и тормозной путь у них будет одинаковым (рис. 3.11). Поэтому применение поездов, в составах которых большое число вагонов, является одной из базовых особенностей железнодорожного транспорта.

3.4.1. Сигнализация при движении по линиям с фиксированными блок-участками, оборудованными напольными сигналами

На линиях, где используется интервальное регулирование движения поездов, пути разделяют на блок-участки. На каждом из них может находиться только один поезд. Напольный сигнал расположен в начале блок-участка и разрешает поезду въезд на него. Для открытия сигнала и последующего въезда на блок-участок должны быть выполнены следующие условия:

- впередиидущий поезд должен освободить блок-участок;
- впередиидущий поезд должен освободить защитный участок за следующим сигналом (только на линиях с защитными участками);
- впередиидущий поезд должен быть огражден сигналом с запрещающим показанием;
- поезд должен быть защищен от встречных передвижений.

На железных дорогах, не использующих защитные участки, контролируемый сигналом впередилежащий путь эквивалентен длине блок-участка. Примерами являются магистральные линии железных дорог Северной Америки и от части России. На многих других железных дорогах напольный сигнал контролирует впередилежащий путь, превышающий длину одного блок-участка (рис. 3.12). В этом случае в ограждаемую напольным сигналом зону входит наряду с блок-участком еще и защитный участок. При этом имеет место перекрытие, поскольку состояние защитного участка контролируется показанием и следующего сигнала. Смысл защитного участка заключается в дополнительном повышении безопасности в случае, если машинист не сможет остановить поезд перед сигналом с запрещающим показанием. Сигнал не будет открыт до тех пор, пока весь контролируемый им участок не освободится. Поэтому конечная точка защитного участка за сигналом соответствует концу пути, контролируемого предыдущим блок-сигналом. Защитные участки применяются на всех железных дорогах Европы, многих железных дорогах вне Европы, а также на большинстве городских, пригородных и подобных им электрифицированных железнодорожных линий по всему миру.

На линиях с фиксированными блок-участками минимальный интервал следования между поездами зависит от так называемого времени блокирования [Наппен/Pachl, 2008]. Временем блокирования называется интервал времени, в течение которого участок пути (обычно блок-участок) передается в распоряжение проходящему по нему составу и потому должен быть заблокирован для других поездов. Таким образом, время блокирования отмеряется от выдачи поезду разрешения на проследование (например, открытием сигнала) до возможности выдачи разрешения на проследование через эту же секцию другому поезду. Время блокирования участка пути обычно значительно больше, чем время проезда по нему поезда — от занятия секции до ее полного освобождения. На участках с напольными сигналами для поездов, не имеющих в графике остановок на путях, время блокирования блок-участка включает в себя следующие составляющие (рис. 3.13):

- время, необходимое для открытия сигнала;
- время следования по показанию сигнала: от вступления поезда в зону видимости предыдущего блок-сигнала (или предупредительного сигнала) до достижения этого сигнала;
- время следования поезда по участку приближения от предыдущего сигнала до сигнала, ограждающего данный блок-участок;

Блокировка без защитных участков**Блокировка с защитными участками**

Рис. 3.12. Контролируемый сигналом путь в системах с фиксированными блок-участками

- время следования между блок-сигналами, ограничивающими данный блок-участок;
- время между выездом головы состава с блок-участка до его полного освобождения, а также при необходимости время освобождения защитного участка;
- время разблокирования в системах блокировки.

Время следования поезда по участку приближения может не учитываться, если в графике поезда имеется обязательная остановка перед светофором, ограждающим искомый блок-участок. В этом случае к данному светофору будет применяться время следования по показанию сигнала.

При расчете времени следования на линиях, оснащенных локомотивной сигнализацией, в качестве участка приближения выступает длина тормозного пути

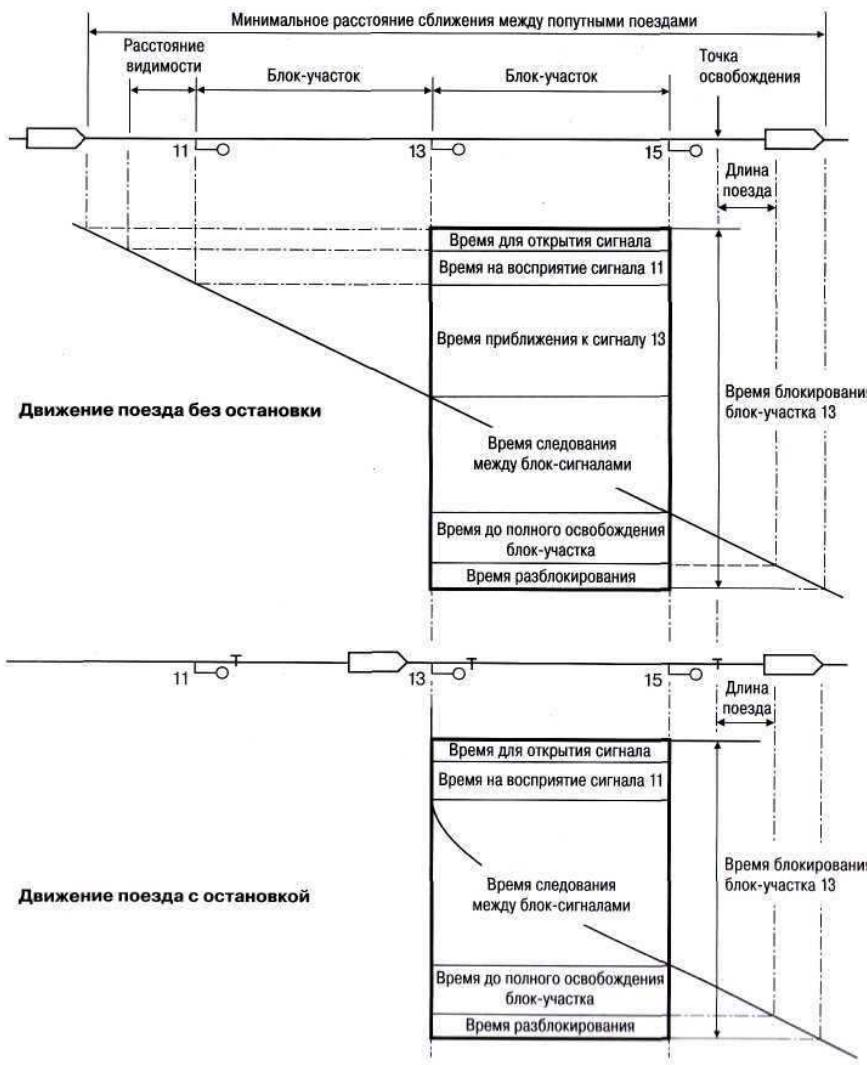


Рис. 3.13. Время блокирования блок-участка

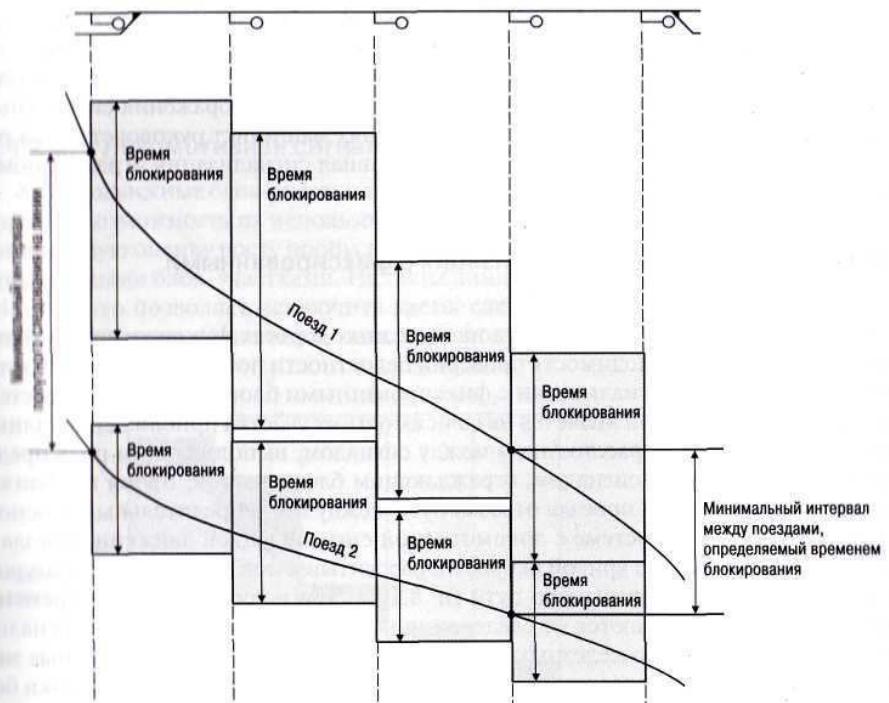


Рис. 3.14. Блокировочная лестница

перед сигналом, ограничивающим данный блок-участок. Схематично проезд поезда и связанное с ним время блокирования по всем блок-участкам перегона на диаграмме время — путь выглядит как кривая ступенчатой формы (так называемая блокировочная лестница, рис. 3.14). Эта схема наглядно демонстрирует использование участка поездом. При помощи блокировочной лестницы можно рассчитать минимально допустимый интервал попутного следования между двумя поездами. Время блокирования определяет наиболее короткий промежуток времени между проездами через сигнал идущих друг за другом поездов, т. е. минимально допустимый интервал попутного следования по каждому блок-участку.

3.4.2. Следование поездов по локомотивным сигналам

В большинстве систем локомотивной сигнализации реализованы также непрерывный контроль скорости и функции автоматического торможения. Однако на ряде железных дорог локомотивная сигнализация используется только для информирования машиниста о сигнальном показании без автоматического воздействия на тормозную систему (пп. 8.1.1 и 8.1.2). На многих железных дорогах при противоречиях между показаниями локомотивных и напольных сигналов приоритет отдается локомотивной сигнализации; машинист руководствуется ее показаниями при ведении поезда. Это характерно для всех новых систем локомотивной сигнализации, применяемых на высокоскоростных линиях. Такие системы позволяют полностью отказаться от напольных светофоров. Тем не менее некоторые железные дороги сохранили на этих линиях ограниченное число напольных светофоров,