

УДК 656.256.3

ПРАВО- И ЛЕВОСТОРОННЕЕ ДВИЖЕНИЕ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ МИРА: ИСТОРИЯ И БУДУЩЕЕ

ВЛАСЕНКО Сергей Валентинович, канд. техн. наук, доцент, доцент¹; e-mail: vlasenko@fh-erfurt.de
ОРУНБЕКОВ Максат Багыбаевич, старший преподаватель²; e-mail: m.orunbekov@alt.edu.ru

¹Омский государственный университет путей сообщения, кафедра «Автоматика и телемеханика», Омск

²Академия логистики и транспорта, кафедра «Автоматизация и управление», Алматы

Начав с исторической справки о выборе направления движения и о том, как железнодорожный транспорт стал причиной преобладания правостороннего движения на остальных видах транспорта, авторы подробно остановились на примерах направления движения на автомобильном и частично на воздушном и морском транспорте, а затем перешли к прогнозированию будущего в определении направлений следования на рельсовом транспорте, техническим ограничениям систем с напольными светофорами и подошли к анализу бессигнальных систем управления движением с фиксированными, а затем и подвижными блок-участками. Приведены основные отечественные и зарубежные примеры проектирования и эксплуатации таких систем на железных дорогах и метрополитенах мира, а также их преимущества и недостатки с точки зрения пропускной способности и безопасности движения. В заключительной части статьи проведено сравнение отечественных и зарубежных систем интервального регулирования движения поездов. Установлена принципиальная схожесть российской бессигнальной системы автоблокировки АЛСО с общеевропейской системой ETCS L2, сохранившей фиксированные длины блок-участков, но исключившей использование проходных светофоров. Кроме того, указаны общие принципы системы с квазиподвижными блок-участками АБТЦ-М, используемой на российских железных дорогах, с системой с подвижными блок-участками ETCS L3, исключившей из использования как светофоры, так и устройства контроля свободности участков пути. Далее в работе приведен пример использования на железных дорогах и в метрополитенах систем с подвижными блок-участками, работающими на разнице тормозных путей, следующих в попутном направлении поездов.

Ключевые слова: односторонние и двусторонние системы автоблокировки; право- и левостороннее движение транспорта; сигнализация; автоблокировка с фиксированными блок-участками; автоблокировка с подвижными блок-участками; сравнение пропускной способности; безопасность движения; автоматическая локомотивная сигнализация АЛСО; автоматическая блокировка АБТЦ-М; система управления движением поездов ETCS.

DOI: 10.20295/2412-9186-2022-8-04-427-440

▼ Введение

Путешествуя по железным дорогам разных стран, всегда можно заметить сигналы, размещенные где с левой стороны от путей, а где с правой. Такое расположение сигналов определяется направлением движения — в одних странах предпочтительным является правостороннее движение, а в других — левостороннее. И если на некоторых видах транспорта (например, автомобильном) уже определилось направление движения, являющееся преимущественным по числу использующих его стран мира, то на железных дорогах до универсального решения еще очень далеко. Разобраться, по каким причинам сложилась такая ситуация на железных дорогах мира и что нас ждет в будущем, поможет предлагаемая ниже статья.

1. Направление движения до зарождения рельсового транспорта

У большинства людей правая рука является более развитой, чем левая. Они научились писать правой рукой, держать в ней оружие, а также использовать ее для приветствия. Именно это и определило направление движения при зарождении человечества. Если человек видел во встречном неприятеля, он должен был держать в правой руке меч и быть готовым применить его. Если встречный был другом, то можно было подать ему правую руку и тем самым продемонстрировать, что она безоружна и намерений нападать нет. Таким образом, правило следования по левой стороне дороги сложилось еще очень давно. В качестве доказательства левостороннего движения во

времена Римской Империи можно приводить, например, следующие факты:

- отпечатанные монеты (динары) с изображением едущих навстречу всадников [1];
- сохранившиеся мозаичные изображения с сюжетами встречающихся на дороге людей [2];
- левая по направлению движения из каменистых колея на всем протяжении оказывалась более глубокой, чем правая.

Несколько позже, когда повозки и кареты вошли в обиход, ряд стран стал выпускать законы о направлении движения, которые, однако, не всегда определяли «правило левой стороны». Например, Парижский декрет 1789 года, изданный на фоне событий Великой французской революции и отрицания прежних порядков, направлял движение по «простонародной» правой стороне.

Немногим позднее и Наполеон Бонапарт, будучи от рождения левшой, предписал военным держаться правой стороны, чтобы другие люди, встретив французскую армию, уступали дорогу. Еще через некоторое время на выбор схемы движения стала оказывать влияние политическая ситуация, и страны-союзники Наполеона приняли правостороннее движение, а противники сохранили левостороннее и оказались в большинстве.

Как бы то ни было, к моменту зарождения рельсового транспорта единых правил следования по дороге не существовало. Но так как первые локомотивы были построены на родине железных дорог в Англии, а эта страна еще по биллю 1756 года определила левостороннее движение сперва по мостам Лондона, а спустя 20 лет издала «Дорожный акт» [3], регламентирующий движение по левой стороне на всех английских дорогах (рис. 1), то и первые железные дороги в этой стране должны были предусматривать левостороннее движение по двухпутным участкам.

2. О том, как появились помощники машинистов и как вошло в обиход французское слово «chauffeur»

До сих пор еще много крушений происходит из-за ошибочного восприятия машинистом разрешающего сигнала с соседнего пути за свой. Чаще всего причинами этого являются

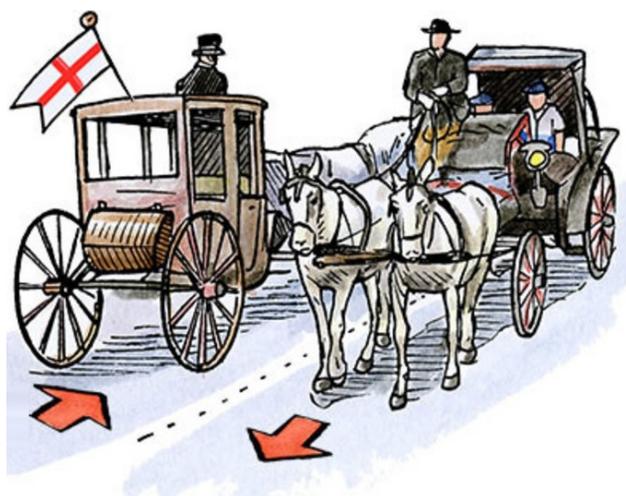


Рис. 1. Движение по левой стороне дороги

кривые на станциях, а также когда сигналы — в виде исключения — располагаются с противоположной стороны от принятой. На РЖД такие ситуации редки, поскольку лишь входные светофоры при движении по неправильному пути расположены, в виде исключения, с левой стороны. Причинами таких исключений является нежелательность (а где и из-за требований габаритов невозможность) размещения светофоров между путями перегона. Именно по причине, как правило, узкого перегонного междупутья при левостороннем движении все сигналы размещать с левой стороны, а при правостороннем — с правой. И здесь родину первых локомотивов Стефенсона ожидали неприятные последствия принятого к тому времени в Англии левостороннего движения [4].

Дело в том, что растапливающие котел паровоза кочегары, как и остальные люди, были в большинстве своем правши. А так как котлы паровозов расположены по центру кабины машиниста, то кочегар должен был занимать левое место в кабине, чтобы, стоя спиной к боковому окну, иметь возможность ведущей правой рукой управлять лопатой и отправлять уголь из расположенной позади кабины емкости в котел (рис. 2). Это и определило место машиниста с правой стороны кабины, сохраняемое до настоящего времени на большинстве железных дорог мира. С учетом того, что котлы первых паровозов были достаточно длинными и велики по высоте, последние полсотни метров



Рис. 2. Работа кочегара и машиниста

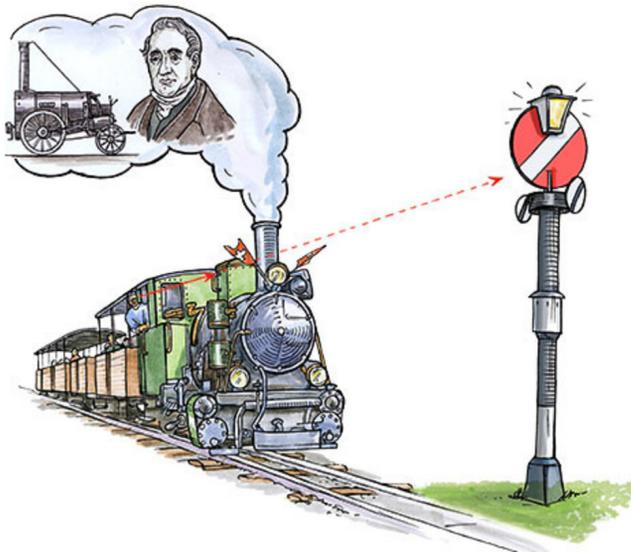


Рис. 3. Проблема видимости сигналов при левостороннем движении

перед сигналом, расположенный с правой стороны кабины машинист не мог непрерывно наблюдать его показание (рис. 3). И тогда консервативные и не готовые к кардинальным переменам англичане не нашли ничего лучшего, как обязать расположенного с левой стороны кабины кочегара по команде машиниста при приближении к сигналу оставлять работу и внимательно смотреть на расположенный с его стороны светофор. Кочегар докладывал машинисту «вижу зеленый» вплоть до его

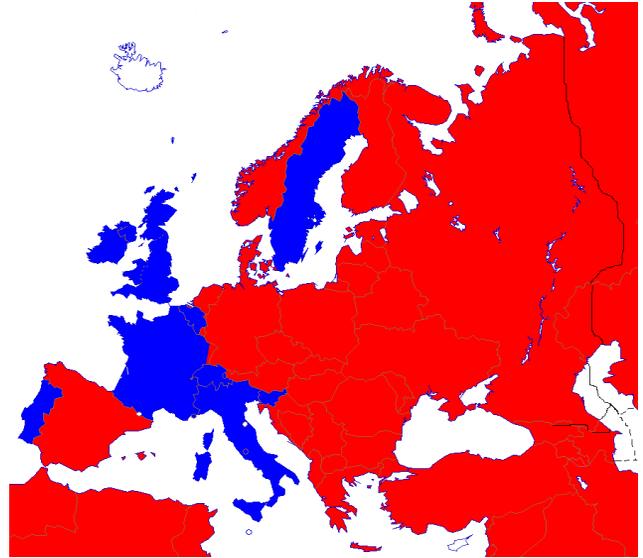


Рис. 4. Право- (красный цвет) и левостороннее (синий цвет) движение на железных дорогах Европы



Рис. 5. Регулярное расположение сигналов с левой стороны по направлению движения во Франции

поезда и затем возвращался к своей основной работе. Когда появились дизельные тепловозы и необходимость в конструкции котлов перед кабиной отпала, машинист стал беспрепятственно видеть расположенные слева сигналы, а кочегары английских железных дорог перекалифицировались в проводники.

Франция как ближайший сосед Англии переняла установившийся на железных дорогах (включая левостороннее направление движения) порядок, а профессию кочегара назвала

«chauf feur» (дословно: «создающий огонь»). Впоследствии название профессии «шофер» станет международным, однако уже без привязки к теме железных дорог. При переходе от паровозов к тепловозам было принято решение сохранить устоявшиеся порядки, оставив кочегара в помощь машинисту. Теперь он следил за поступлением горючего и другими техническими вопросами обеспечения движения, а остальное время смотрел на расположенные с левой стороны сигналы и сообщал их показания машинисту, который проверял их, подтверждал и вел поезд. Так зародилась профессия помощника машиниста, которая использовалась на железных дорогах Франции [5] еще долгое время до появления безопасных систем автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) [6], а также появился регламент переговоров в кабине машиниста. Неслучайно поэтому во многих языках под словом «шофер» подразумевается сидящий слева персональный водитель, обеспечивающий доставку сидящего справа руководителя. В русском языке также сохраняется разница между понятиями «шофер» и «водитель», но при этом под словом «шофер» (как вид профессии) понимается не только персональный водитель, но и водитель грузовика или автобуса, однако не водитель личного автомобиля.

А во Франции, Англии и ближайших к ним странах на железных дорогах так и осталось до сих пор левостороннее движение (рис. 4) [7]. Соответственно этому, сигналы — за редкими исключениями — располагаются с левой стороны по направлению движения (рис. 5).

3. О том, как преимущество на автомобильных дорогах перешло к правостороннему движению и какая роль в этом была у железных дорог и промышленности Германии

Немецкие железные дороги столкнулись с той же самой проблемой, что и английские, но решили ее иначе. Посчитав, что производительность труда важнее принятых ранее правил, они отказались от левостороннего направления движения и повсеместно ввели правостороннее, позволяющее размещать железнодорожные сигналы с правой стороны по движению поезда.

Таким образом, кочегар был занят только своей работой, а при переходе с угольного (паровозы) на дизельное (тепловозы) топливо или электрическую тягу место слева от машиниста освободилось, и он занял кресло посередине кабины. Кочегар никогда не занимался несвойственной ему работой, а за ведение поезда всегда отвечал только машинист. По этой причине такая профессия, как «помощник машиниста», в Германии неизвестна.

Когда в начале 30-х годов минувшего столетия в Германии, по примеру железных дорог [8], стали строиться ставшие образцами для всего мира автобаны [9] со съездами вправо и производиться автомобили с расположением водителя в соответствии с правосторонним направлением движения, подавляющее большинство стран (также тех, кто утвердил левостороннее движение на железных дорогах) отказались от выработанного столетиями опыта и переняли немецкую правостороннюю практику. Такая судьба была уготована, например, Португалии в 1928 году. Последней же в континентальной Европе страной, перешедшей с лево- на правостороннее движение на автодорогах, стала Швеция, имевшая, в силу своего географического положения, весьма ограниченные связи с соседними странами. Это произошло в ночь со 2 на 3 сентября 1967 года, когда владельцы транспортных средств должны были переставить свои машины с левой стороны дороги на правую [10]. Но даже и тут без хаоса не обошлось (рис. 6). Несмотря на эти изменения, железнодорожное сообщение в Португалии и Швеции осталось левосторонним.



Рис. 6. Переход на правостороннее движение на автодорогах Швеции в 1967 г.

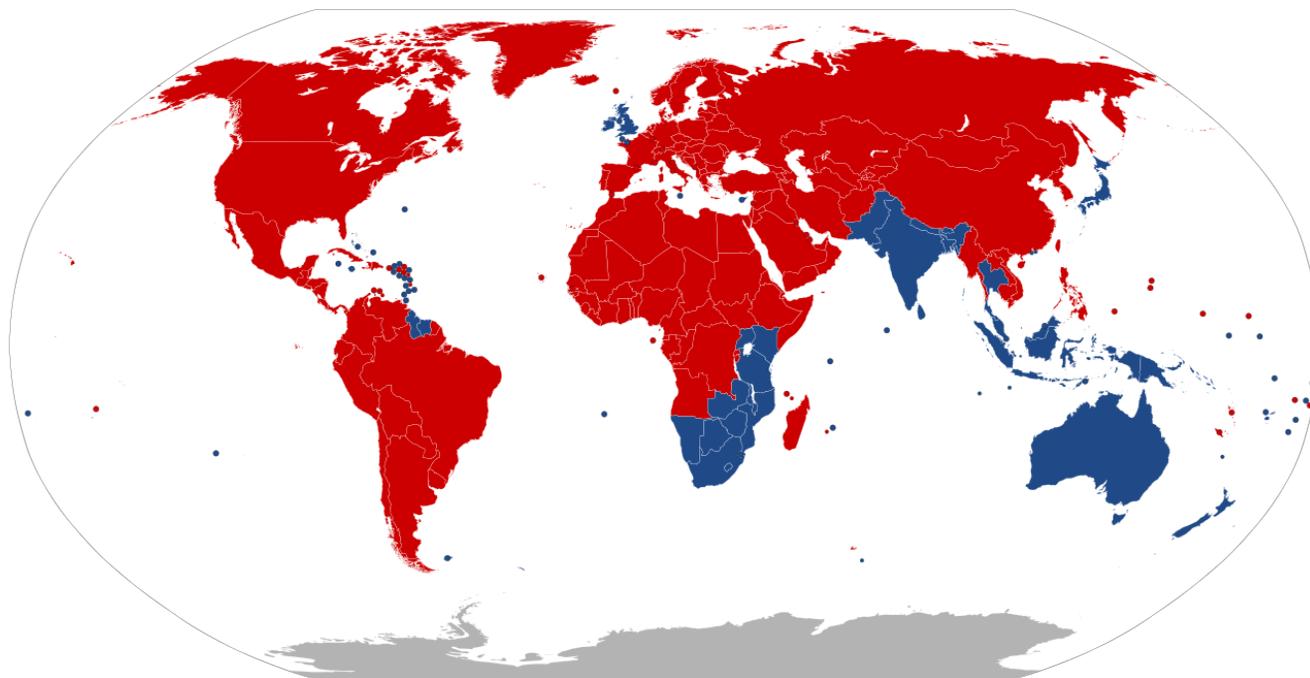


Рис. 7. Право- (красный цвет) и левостороннее (синий цвет) движение на автодорогах мира

Сейчас осталось уже небольшое число стран, практикующих левостороннее движение на автодорогах. Это, как правило, бывшие английские колонии, а также расположенные на островах государства или другие страны с ограниченным автомобильным сообщением (рис. 7).

Статистика безопасности движения на дорогах показывает, что в странах с левосторонним движением вероятность аварий несколько ниже, чем в странах с правосторонним движением [11]. Причиной этого, по мнению врачей, является правый глаз, являющийся ведущим у большинства людей. Именно он при встречном движении с правой стороны лучше всего может оценить опасность и варианты исключения аварий. Чуть хуже статистика в странах с правосторонним движением при стандартном (левом) расположении руля и самая наихудшая при правостороннем движении с правым расположением руля [12]. Именно поэтому ряд стран с правосторонним движением запрещает правое расположение руля или допускает его только для машин, следующих транзитом либо имеющих регистрацию в других государствах. И хотя уже нет ни котлов, ни паровозов, ни кочегаров, определившееся во многом из-за них на автодорогах большинства стран мира правостороннее движение является

свершившимся фактом и вряд ли когда-либо поменяется.

Воздушный транспорт, появившийся после автомобильного, по его примеру определил место капитана корабля с левой стороны (как в автомобилях при правостороннем движении), а его помощника — справа. Однако на большинстве железных дорог осталась старая традиция, когда машинист занимает позицию в кабине справа, а его помощник слева — там, где на первых паровозах было место для кочегара.

Подобная история с изменением направления движения была и на морском транспорте. В старые времена в английском судоходстве было принято расходиться с другим кораблем правым бортом, предполагая под этим требованием левостороннее движение. Однако теперь на водном транспорте повсеместно (за исключением внутреннего речного судоходства) установлено правостороннее движение.

4. Потеря значимости стороны движения по железным дорогам и что нас ждет в будущем

С повышением требований к пропускной способности каждый из путей двухпутного перегона, ранее проектировавшийся для преимущественного движения в одном направлении,

становится универсальным. В новых схемах движение по неправильному пути становится возможным не только при капитальном ремонте путей, но и в регулярной эксплуатации. Новые инструкции по сигнализации стали предусматривать на входном светофоре с неправильного пути те же показания и соответственно этому такие же скорости, как и при следовании по правильному пути. На многих участках появились предвходные сигналы по неправильному пути, устанавливаемые на общей мачте с первым проходным светофором по отправлению (рис. 8).

И хотя отсутствие блок-сигналов по неправильному пути в ряде стран еще является причиной следования с меньшей допустимой скоростью, чем по правильному (например, на сети РЖД следование по коду Ж по неправильному пути все еще ограничено максимальной скоростью 50 км/ч, а по коду КЖ даже 20 км/ч, в то время как по правильному пути разрешена более высокая скорость¹), пропуск поездов по каждому из путей в обоих направлениях используется все чаще и дает ощутимый эффект (рис. 9).



Рис. 8. Совмещенные блок-сигналы на двухпутном перегоне Жилина — Врутки в Словакии



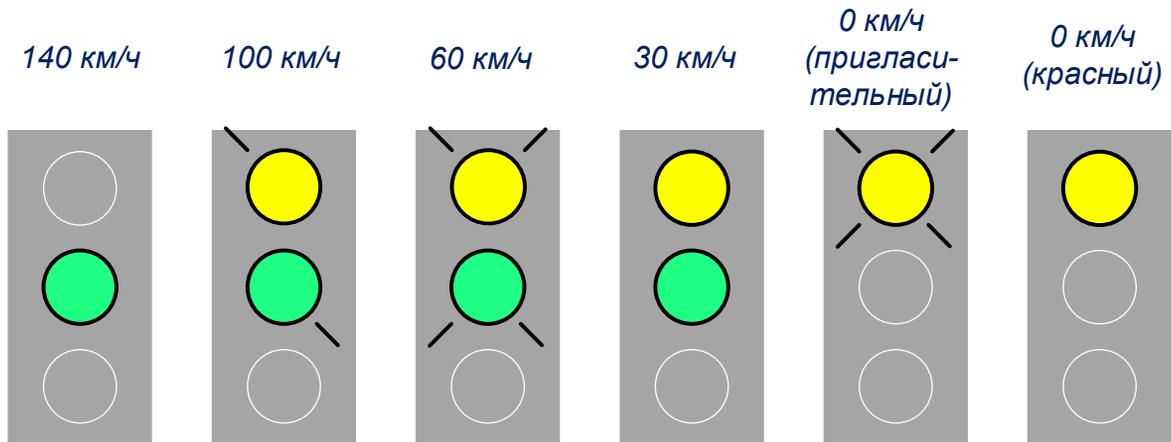
Рис. 9. Демонстрация проезда двух параллельно следующих поездов при открытии участка Эрфурт — Галле / Лейпциг высокоскоростной магистрали Берлин — Мюнхен в 2015 г.

Рост скоростей в железнодорожном сообщении требует, с одной стороны, увеличения значности показаний напольных светофоров, а с другой — усложняет их восприятие машинистом, особенно при увеличении числа ламп на светофоре. Таким образом на интенсивных пригородных участках Санкт-Петербурга и Москвы появилась четырехзначная автоблокировка с новым показанием — одновременно горящими желтым и зеленым огнями, а в системы сигнализации других стран для передачи машинисту дополнительной информации при сохранении минимума сигнальных ламп на светофоре пришли такие решения, как:

- использование двух одновременно или попеременно мигающих огней (Италия, рис. 10);
- использование разных режимов мигания — медленный и быстрый (Венгрия, Польша, Чехия и Словакия, рис. 11);
- добавление желтых или зеленых полос под основным показанием для разрешения проследования отклонения по стрелочному переводу с повышенной скоростью (все страны Восточной Европы, использующие принципы сигнализации ОСЖД² [13], рис. 12).

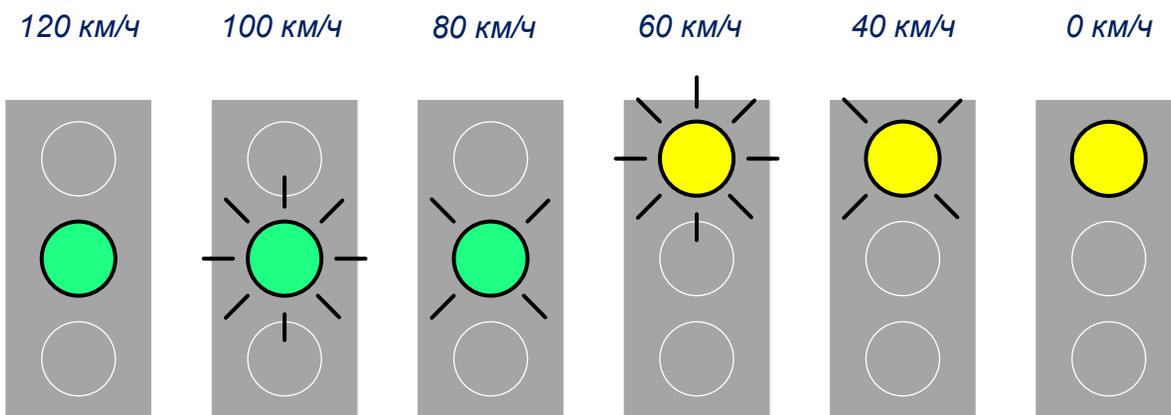
¹ Приложение 1 к Инструкции по движению поездов и маневровой работе. Раздел I «Общие положения», пункт 5. — 2012.

²ОСЖД: Организация сотрудничества железных дорог основана в 1956 г. для гармонизации технических решений и сотрудничества железных дорог социалистических стран.



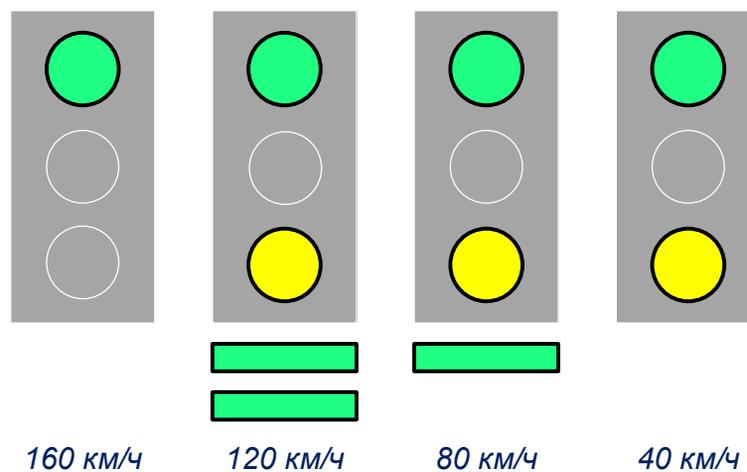
Разрешающее показание перегонного светофора (как минимум один блок-участок свободен) с указанием скорости у следующего светофора

Рис. 10. Пример из инструкции по сигнализации на ж. д. Италии



Разрешающее показание перегонного светофора (как минимум один блок-участок свободен) с указанием скорости у следующего светофора

Рис. 11. Пример из инструкции по сигнализации на ж. д. Словакии



Разрешающее показание станционного светофора (как минимум два блок-участка свободны) с указанием ограничения скорости на первом блок-участке

Рис. 12. Пример из инструкции по сигнализации на ж. д. Венгрии

Однако и добавленные показания недостаточны для передачи информации на поезд, следующий в скоростном и высокоскоростном сообщении. Так, для обеспечения следования со скоростью выше 200 км/ч необходимо передавать на поезд несколько десятков комбинаций скоростных ступеней. При этом время устойчивого восприятия показания напольного светофора при данной скорости ограничено несколькими секундами. По этой причине на выделенных высокоскоростных линиях отказались от использования напольных светофоров и необходимую информацию на поезд передают с помощью АЛСН (АЛС непрерывного типа) — через рельсовые цепи или по радиоканалу. Например, в проекте высокоскоростной линии VDE 8 на новых участках магистрали Берлин — Мюнхен [14, 15] (до 300 км/ч) отказались от использования проходных светофоров. В проекте строящейся высокоскоростной линии в Египте (до 250 км/ч) отказались от использования как проходных, так и станционных (входных, выходных, маршрутных и маневровых) напольных сигналов.

Благодаря этому на новых линиях высокоскоростных магистралей перестают применять такие термины, как «правильное» и «неправильное» направление движения. Разве что установленные для удобства пассажиров указатели регулярного направления движения поездов на платформах еще долго будут напоминать нам о временах, когда не только места посадки пассажиров, но и пути на перегонах были специализированы по направлениям. Ну и, конечно, старые линии как рудименты первых шагов развития железных дорог — по месту расположения напольных светофоров — расскажут нам о принятом когда-то в этой стране направлении движения.

В следующем разделе представлен сравнительный анализ современных отечественных и зарубежных систем, исключая использование проходных светофоров и, таким образом, не специализированных под определенное направление движения.

5. Будущее наступает

Разработанная для железных дорог России система АЛСО (автоматическая локомотивная сигнализация как самостоятельное средство сигнализации и связи) обеспечивает движение

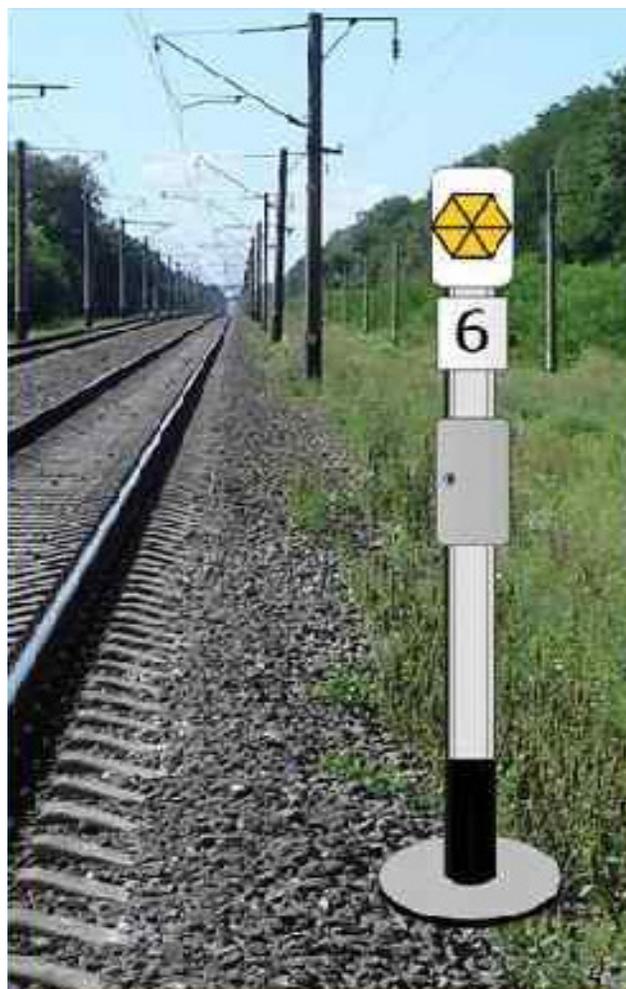


Рис. 13. Знак границы блок-участка в системе АЛСО

поездов на перегоне по сигналам локомотивных светофоров, где отдельными пунктами являются обозначенные границы блок-участков (рис. 13).

Преимуществом данной системы является отсутствие на перегонах проходных светофоров, повторяющих показание локомотивных сигналов, и таким образом происходит минимизация оборудования на перегонах без ущерба пропускной способности. Недостатком системы является невозможность регулярного следования по перегону локомотивов с неисправной системой АЛСН.

Новым шагом в дальнейшем развитии бессигнальной автоблокировки стала система АБТЦ-М (микропроцессорная автоблокировка с тональными рельсовыми цепями с централизованным размещением аппаратуры), которая создала условия для отказа от проходных светофоров и представленных на рис. 13 границ

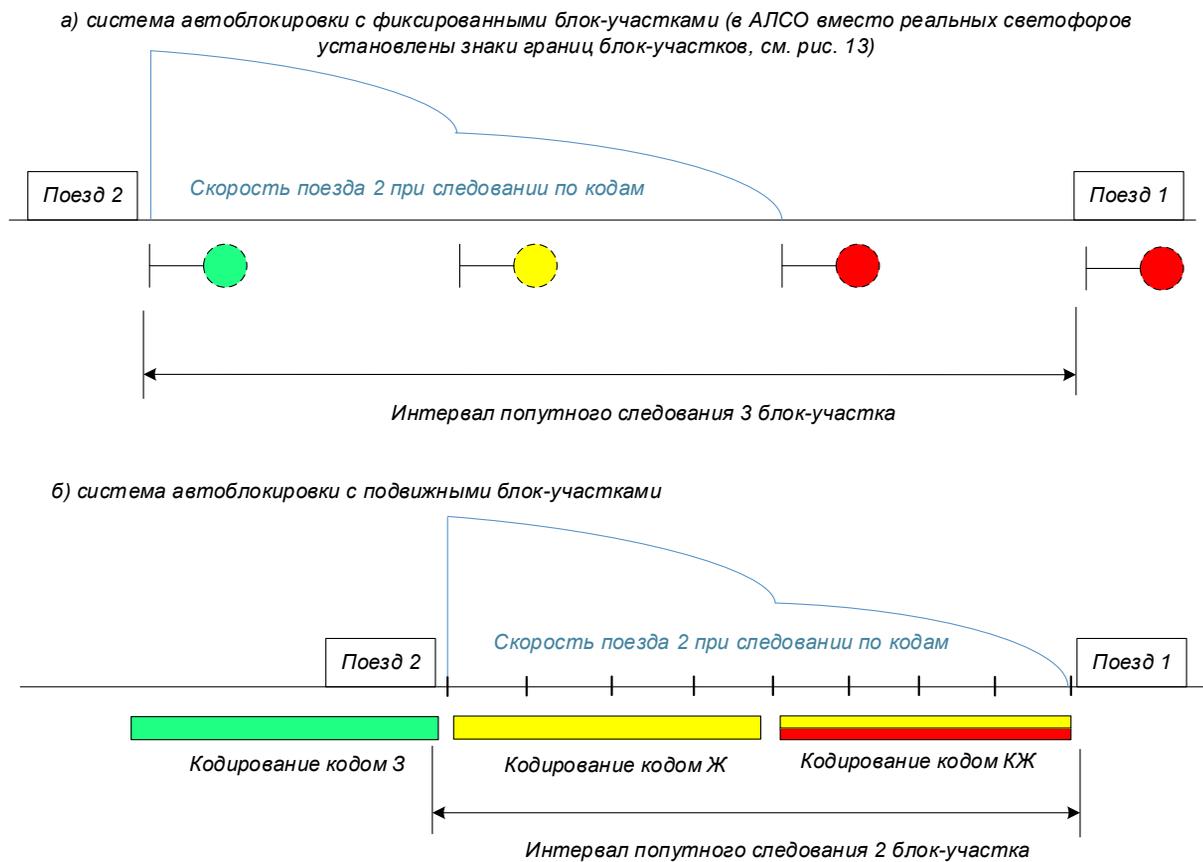


Рис. 14. Сравнение пропускной способности бессигнальных систем автоблокировки с фиксированной и подвижной границей блок-участков

блок-участков, сосредоточившись на разделении поездов определенным количеством тональных рельсовых цепей. Пока расстояние между поездами превышает длину двух блок-участков, следующий позади поезд получает код 3. При сокращении этого расстояния передается код Ж, а при достижении длины одного блок-участка — код КЖ, требующий готовности к остановке поезда перед препятствием. На рис. 14 представлено сравнение двух систем автоблокировки (с фиксированными и подвижными блок-участками) без использования защитных участков.

Разработанная европейским концерном компаний-производителей техники СЦБ и внедряемая на железных дорогах мира унифицированная система ETCS [16] по своему принципу действия во многом похожа на системы АЛСО с фиксированными (аналог ETCS L2 [17], см. знак границы блок-участка ETCS L2 на рис. 15) и АБТЦ-М с подвижными блок-участками [18] (аналог ETCS L3 [19]). Разница заключается в системе передачи информации на поезд (в российских системах по рельсовым цепям,

в единой европейской системе ETCS по радиоканалу), характере информации (о скоростной ступени кода АЛСН в начале и конце блок-участка либо о расстоянии до препятствия в системе ETCS), а также в методах определения местоположения поезда в системах с подвижными или квазиподвижными блок-участками [20]. Так, в системе АБТЦ-М информация о местоположении поезда поступает от тональных рельсовых цепей, и поэтому точность определения позиции поезда ограничена их длиной. В системе ETCS L3 информация о местоположении поезда поступает от бортовых устройств, и поэтому ее точность определяется удалением от последнего приемопередатчика [21]. Ее погрешность, в соответствии с п. 5.3.1.1 UNISIG Subset 041, не должна превышать 5 % от указанного расстояния. Таким образом, при условии размещения приемопередатчиков на каждом километре пути ошибка в определении местоположения поезда может достигать порядка 50 метров, что существенно меньше длин рельсовых цепей на перегоне и может обеспечить более короткий интервал попутного следования (рис. 16).



Рис. 15. Знак границы блок-участка в системе ETCS L2

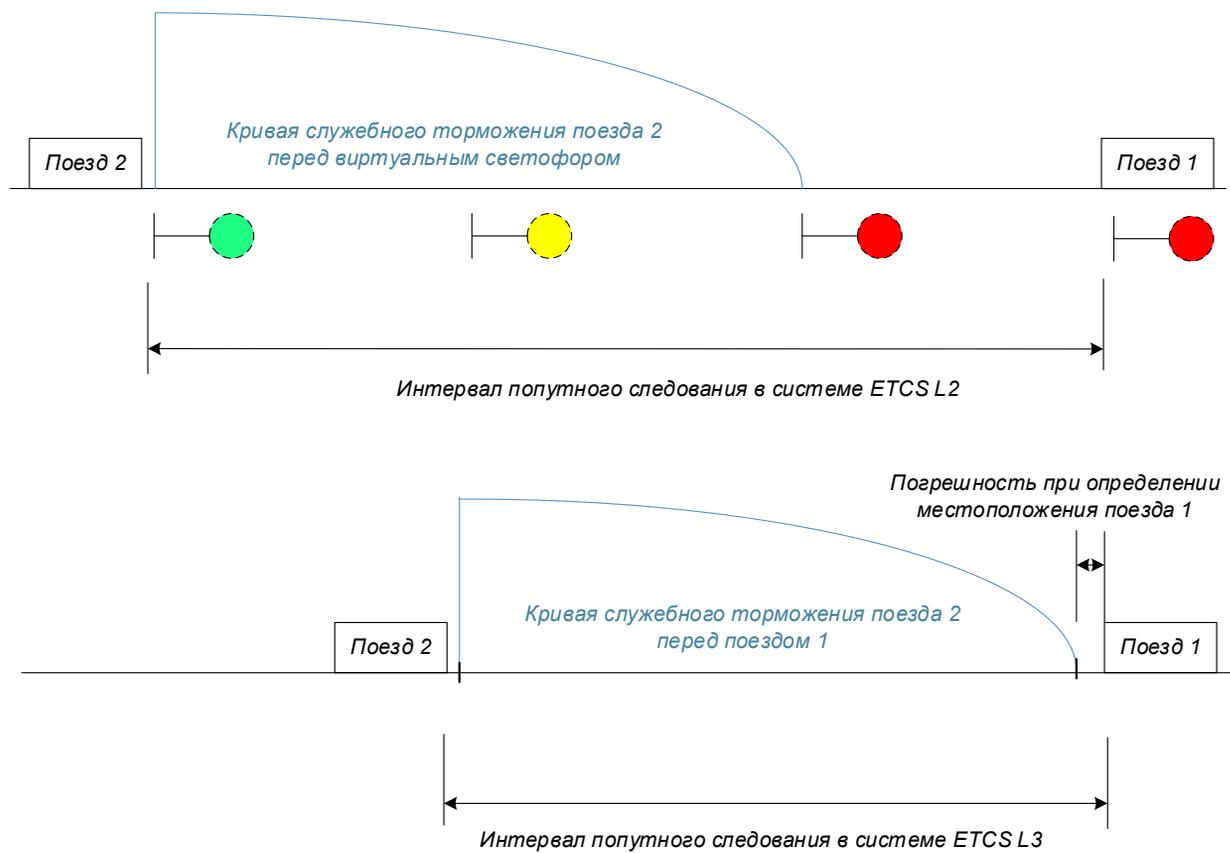


Рис. 16. Сравнение пропускной способности в системах ETCS L2 и ETCS L3

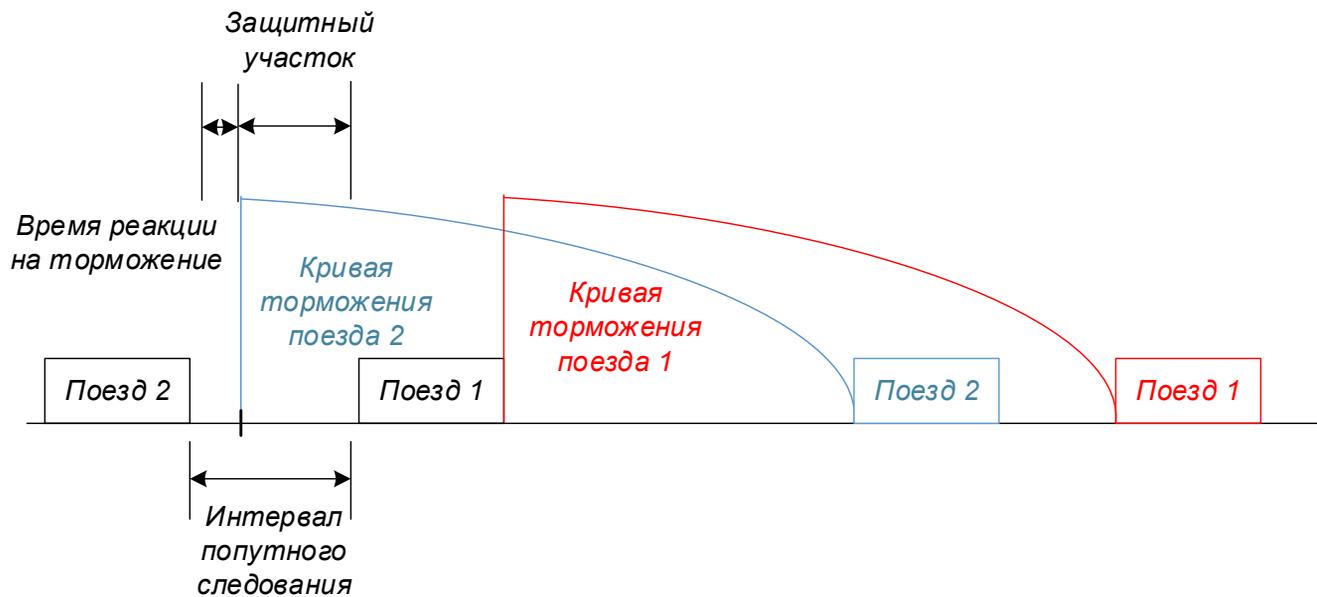


Рис. 17. Следование попутных поездов с интервалом, определяемым разницей длин тормозных путей

В настоящее время разрабатываются и иные бессигнальные системы обеспечения безопасности движения поездов с подвижными блок-участками, использующие принцип сравнения тормозных путей, следующих в попутном направлении поездов [22, 23]. Так, на однопутных грузовых железных дорогах частных компаний США, не оборудованных системами безопасности кроме радиосвязи для переговоров между машинистами с участием диспетчера, отправление пакета следующих в попутном направлении поездов начинается с самого тяжелого поезда и заканчивается самым легким. При необходимости их торможения при следовании по перегону информация передается от впереди идущего поезда на следующие, имеющие — в соответствии с их весовыми категориями — при равной скорости следования более короткую длину тормозного пути и поэтому достаточно времени на получение информации и реакцию машиниста. Таким образом, расстояние между следующими в попутном направлении движения поездами ограничивается не длиной тормозного пути позади идущего поезда, как в системе ETCS L3, а разницей длин между тормозными путями обоих поездов, которая может быть как угодно близка к нулю, отличаясь от него лишь временем, необходимым на реакцию машиниста или системы.

Иным направлением развития систем с подвижными блок-участками являются метрополитены [24]. Для достижения минимального интервала следования некоторые разработчики, вместе с расстоянием до занятого первым поездом участка, передают на следующий состав информацию о его скорости. С учетом идентичных тормозных характеристик метropоездов интервал попутного следования может достигать нескольких десятков метров, необходимых на передачу информации о торможении и времени реакции на нее второго поезда (рис. 17).

Вместе с тем такое решение не является бесспорным в двух случаях:

- при сходе с пути первого поезда его тормозной путь значительно меньше тормозного пути при экстренном торможении, что может вызвать столкновение с ним позади идущего поезда;

- при различных маршрутах следования поездов между ними потребуется осуществить перевод стрелки. Этот перевод должен быть завершен до того времени, как следующий позади поезд достигнет места, обеспечивающего экстренное торможение на случай недостижения стрелкой конечного положения в случае каких-либо неисправностей. Таким образом, расстояние между метropоездами перед предусмотренной для перевода стрелки должно быть увеличено как минимум до длины тормозного пути последнего поезда.

Заключение

Основными показателями эффективности транспорта являются не только его скорость и стоимость перевозок, но и достигаемая пропускная способность, а также высокая безопасность движения. С этой точки зрения были оценены перспективные системы интервального регулирования движения поездов с фиксированными и подвижными блок-участками. Основные результаты этого анализа приведены ниже:

– следующим направлением развития принципов автоблокировки для железных дорог могут стать бессигнальные системы, эквивалентные отечественным (АЛСО) и зарубежным (ETCS L2) системам интервального регулирования движения поездов (СИРДП);

– для пригородного и городского подземного рельсового транспорта в настоящее время требуются СИРДП с минимально возможным интервалом попутного следования. Для таких задач наиболее перспективны системы АБТЦ-М и ETCS L3 либо аналог последнего для метрополитенов СВТС (Communications-Based Train Control);

– решающими в определении интервалов попутного следования являются не устройства контроля свободности участка пути (рельсовые цепи, счетчики осей или сообщения о местоположении остальных поездов на участке) или системы передачи данных локомотивной сигнализации на поезд (по рельсовым цепям или радиоканалу), а заложенные в архитектуру систем принципы СИРДП с сигналами или без них с фиксированными блок-участками, а также с подвижными блок-участками с учетом или без учета тормозного пути впереди идущего поезда;

– системы с подвижными блок-участками имеют ограничения, определяемые требованиями к безопасности движения. Представление впереди идущего поезда не в качестве неподвижного объекта, а в динамическом виде с учетом его скорости и тормозных характеристик позволяет уменьшить интервал попутного следования следующих с одинаковой скоростью поездов до нескольких десятков метров. В то же время такое решение имеет ряд ограничений с точки зрения безопасности движения и гибкости оперативного управления транспортом. ▲

Библиографический список

1. Sagiv I. The Image of the Rider on Greco-Roman Engraved Gems from the Israel Museum (Jerusalem) / I. Sagiv // *ISTRAŽIVANJA, Journal of Historical Research*. — 2016. — №. 27. — Pp. 33–44.
2. Rovithis-Livaniou E. Astronomical Symbols on Coins of the Roman Empire-Part I: 27 BC to 96 AD / E. Rovithis-Livaniou, F. Rovithis // *Romanian Astron. J.* — 2015. — Vol. 25. — P. 129.
3. Clancy M. Innovations in Transport in Eighteenth and Nineteenth Century Limerick. The Turnpike Roads / M. Clancy // Martina Clancy, Limerick Civic Trust. — 2008.
4. Marshall C. F. A History of Railway Locomotives down to the end of the year 1831 / C. F. Marshall. — BoD — Books on Demand, 2012.
5. Caron F. The Evolution of the Technical System of Railways in France from 1832 to 1937 / F. Caron // *The development of large technical systems*. — Routledge, 2019. — Pp. 69–103.
6. Theeg G. Railway Signalling & Interlocking / G. Theeg, S. Vlasenko // *International Compendium*. Hamburg, Eurailpress. — 2009. — P. 448.
7. Mimeur C. Revisiting the structuring effect of transportation infrastructure: an empirical approach with the French Railway Network from 1860 to 1910 / C. Mimeur et al. // *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History*. — 2018. — Vol. 51. — №. 2. — Pp. 65–81.
8. Mellor R. E. H. German railways: A study in the historical geography of transport / R. E. H. Mellor. — Routledge, 2021. — Vol. 14.
9. Zeller T. Driving Germany: The Landscape of the German Autobahn, 1930–1970 / T. Zeller. — Berghahn Books, 2007. — Vol. 5.
10. Rumar K. The Swedish National Road Safety Program. New Approach to Road Safety Work / K. Rumar // *Transportation, Traffic Safety and Health*. — Springer. Berlin, Heidelberg, 1997. — Pp. 73–86.
11. Roesel F. The causal effect of wrong-hand drive vehicles on road safety / F. Roesel // *Economics of transportation*. — 2017. — Vol. 11. — Pp. 15–22.
12. World Health Organization. Global status report on road safety 2015. — World Health Organization, 2015.
13. Abed S. K. European rail traffic management system in overview / S. K. Abed // *2010 First International Conference for Energy, Power and Control (EPC-IQ)*. — IEEE, 2010. — Pp. 173–180.
14. Massel A. Nowe połączenie Berlin — Monachium. Charakterystyka eksploatacyjna / A. Massel // *TTS Technika Transportu Szynowego*. — 2018. — Vol. 25.
15. Feldwisch W. Die Verkehrsprojekte Deutsche Einheit (VDE) — Schienenprojekte / W. Feldwisch // *ETR Spezial*. — 2017. — №. 12. — Pp. 68–73.
16. Palumbo M. Railway Signalling since the Birth to ERTMS / M. Palumbo // *E-Journal Railway Signalling Europe*. — 2013. — URL: <https://www.railwaysignalling.eu>.
17. Vignali V. A methodology for the design of sections block length on ETCS L2 railway networks / V. Vignali et al. // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. — 2020. — Vol. 13. — Pp. 100–160.

18. Розенберг Е. Н. Принципы построения систем управления и интервального регулирования движением поездов четвертого поколения / Е. Н. Розенберг // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2019). — 2019. — С. 27–32.
19. Mikulčić M. Railway Capacity Enhancement with Modern Signalling Systems — A Literature Review / M. Mikulčić, T. J. Mlinarić // *Promet-Traffic & Transportation*. — 2021. — Vol. 33. — №. 1. — Pp. 141–152.
20. Basile D. Exploring the ERTMS/ETCS full moving block specification: an experience with formal methods / D. Basile et al. // *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*. — 2022. — Vol. 24. — №. 3. — Pp. 351–370.
21. Deutsch P. Overview ERTMS/ETCS Baseline 3 and beyond / P. Deutsch // *Operating Rules and Interoperability in Trans-National High-Speed Rail*. — Springer, Cham, 2022. — Pp. 29–94.
22. Ranjbar V. Migration to ERTMS for dense traffic lines: investigation methodologies and application to the Stockholm Citybanan case study / V. Ranjbar // *Tecnoscienza: Italian Journal of Science & Technology Studies*. — 2021.
23. Ranjbar V. Impact of signalling system on capacity. Comparing legacy ATC, ETCS Level 2 and ETCS Hybrid Level 3 systems / V. Ranjbar, N. O. E. Olsson, H. Sipilä // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. — 2022. — Vol. 23.
24. Ferrari A. Model-based evaluation of the availability of a CBTC system / A. Ferrari et al. // *International Workshop on Software Engineering for Resilient Systems*. — Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. — Pp. 165–179.

TRANSPORT AUTOMATION RESEARCH, 2022, Vol. 8, No. 4, pp. 427–440
DOI: 10.20295/2412-9186-2022-8-04-427-440

Right- and Left-Hand Traffic on the World Railways: History and Future

Information about authors

Vlasenko S. V., Doctor of Engineering, Associate Professor¹.

E-mail: vlasenko@fh-erfurt.de

Orunbekov M. B., Senior Lecturer². E-mail: m.orunbekov@alt.edu.ru

¹Omsk State Transport University, “Railway Signaling” Department, Omsk

²Academy of Logistics and Transport, “Automatization and Control” Department, Almaty

Abstract: Starting with historical references on traffic direction choice and how railway transport has become the reason for the predomination of right-hand traffic on transport other kinds, the authors dwelled on the examples of traffic directions on automotive and partially air and sea transport and then went to forecasting the future in the definition of motion directions on railway transport, technical limitations of the systems with floor traffic lights and approached to the analysis of signalless systems of traffic control with fixed block-plots and then with mobile ones. It was shown that modern solutions for high-speed lines should exclude fixed signals. The main domestic and foreign examples for the design and exploitation of such systems at the world railways and subways as well as advantages and disadvantages in terms of traffic capacity and safety were demonstrated.

The comparison of domestic and foreign systems of interval regulation of train traffic was made in the article final part. The fundamental similarity of Russia signalless automatic blocking system “ALSO” with all-European system ETCS L2, preserving block-plot fixed lengths but excluding the use of checkpoint traffic lights, was demonstrated. In addition, the common principles for “ABTC-M” system, used on Russia railways, and ETCS L3 system with mobile block-plots, which rules out the use of traffic lights as well as the devices for track section vacancy control, are indicated. Both systems exclude fixed signals and fixed block sections. Then the example of the systems at railways and subways with mobile block-plots was demonstrated – the systems work on the difference in braking distances of trains, running in the same direction. These systems ensure the shortest headway thanks to data on speed and

braking curve of a leading train. But such systems have a lot of limitations in terms of railway operation and safety.

Keywords: story of moving directions; automatic block systems for motion in one and in both directions; one- and two-way systems of automatic blocking; signal visibility problem; etymology of international word “chauffeur”; right- and left-hand traffic at international highways and railways; signaling; automatic blocking with fixed and mobile block-plots; comparison of traffic capacity; traffic safety; automatic locomotive signaling “ALSO”; automatic blocking “ABTC-M”; ETCS L2 and L3 systems for train traffic control.

References

1. Sagiv I. The Image of the Rider on Greco-Roman Engraved Gems from the Israel Museum (Jerusalem). *ISTRAŽIVANJA, Journal of Historical Research*. 2016, I. 27, pp. 33–44.
2. Rovithis-Livaniou E., Rovithis F. Astronomical Symbols on Coins of the Roman Empire-Part I: 27 BC to 96 AD. *Romanian Astron. J.* 2015, vol. 25, pp. 129.
3. Clancy M. *Innovations in Transport in Eighteenth and Nineteenth Century Limerick. The Turnpike Roads*. Martina Clancy, Limerick Civic Trust. 2008.
4. Marshall C. F. *A History of Railway Locomotives down to the end of the year 1831*. BoD—Books on Demand, 2012.
5. Caron F. *The Evolution of the Technical System of Railways in France from 1832 to 1937. The development of large technical systems*. Routledge, 2019, pp. 69–103.
6. Theeg G., Vlasenko S. *Railway Signalling & Interlocking*. *International Compendium*. Hamburg, Eurailpress. 2009, p. 448.
7. Mimeur C. et al. Revisiting the structuring effect of transportation infrastructure: an empirical approach with the French Railway Network from 1860 to 1910. *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History*. 2018, vol. 51, I. 2, pp. 65–81.
8. Mellor R. E. H. *German railways: A study in the historical geography of transport*. Routledge, 2021, I. 14.
9. Zeller T. *Driving Germany: The Landscape of the German Autobahn, 1930–1970*. Berghahn Books, 2007, vol. 5.
10. Rumar K. *The Swedish National Road Safety Program. New Approach to Road Safety Work*. *Transportation, Traffic Safety and Health*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1997, pp. 73–86.
11. Roesel F. The causal effect of wrong-hand drive vehicles on road safety. *Economics of transportation*. 2017, vol. 11, pp. 15–22.

12. World Health Organization. Global status report on road safety 2015. World Health Organization, 2015.
13. Abed S. K. European rail traffic management system in overview. 2010 First International Conference for Energy, Power and Control (EPC-IQ). IEEE, 2010. pp. 173–180.
14. Massel A. Nowe połączenie Berlin–Monachium. Charakterystyka eksploatacyjna. TTS Technika Transportu Szynowego. 2018, vol. 25.
15. Feldwisch W. Die Verkehrsprojekte Deutsche Einheit (VDE). Schienenprojekte. „ETR Spezial“ 2017, I. 12, pp. 68–73.
16. Palumbo M. Railway Signalling since the Birth to ERTMS. E-Journal Railway Signalling Europe. 2013. Available at: <https://www.railwaysignalling.eu>
17. Vignali V. et al. A methodology for the design of sections block length on ETCS L2 railway networks. Journal of Rail Transport Planning & Management. 2020, vol. 13, pp. 100–160.
18. Rozenberg E. N. Printsipy postroeniya sistem upravleniya i interval'nogo regulirovaniya dvizheniem poezdov chetvertogo pokoleniya [Principles of construction of control systems and interval regulation of the movement of trains of the fourth generation]. *Intellektual'nye sistemy upravleniya na zheleznodorozhnom transporte. Komp'yuternoe i matematicheskoe modelirovanie (ISUZhT-2019)* [Intelligent control systems for railway transport. Computer and mathematical modeling (ISUZhT-2019)]. 2019, pp. 27–32.
19. Mikulčić M., Mlinarić T. J. Railway Capacity Enhancement with Modern Signalling Systems—A Literature Review. *Promet-Traffic&Transportation*. 2021, vol. 33, I. 1, pp. 141–152.
20. Basile D. et al. Exploring the ERTMS/ETCS full moving block specification: an experience with formal methods. *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*. 2022, vol. 24. I. 3, pp. 351–370.
21. Deutsch P. Overview ERTMS/ETCS Baseline 3 and beyond. *Operating Rules and Interoperability in Trans-National High-Speed Rail*. Springer, Cham, 2022, pp. 29–94.
22. Ranjbar V. Migration to ERTMS for dense traffic lines: investigation methodologies and application to the Stockholm Citybanan case study. *Tecnoscienza: Italian Journal of Science & Technology Studies*. 2021.
23. Ranjbar V., Olsson N. O. E., Sipilä H. Impact of signalling system on capacity. Comparing legacy ATC, ETCS Level 2 and ETCS Hybrid Level 3 systems. *Journal of Rail Transport Planning & Management*. 2022, V. 23.
24. Ferrari A. et al. Model-based evaluation of the availability of a CBTC system. *International Workshop on Software Engineering for Resilient Systems*. Springer. Berlin, Heidelberg, 2012, pp. 165–179.