

Применение спутниковой навигации и связи для организации движения поездов на малодеятельных участках

В. В. Елишев¹, Я. Е. Тихонов²

Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского

¹elishev_v_v@mail.ru, ²y.e.tikhonov@mail.ru

Аннотация. The possibility of using satellite navigation and communication to ensure reliable control of train traffic and safety of transport of low-activity sections of JSC "Russian Railways" is considered.

Ключевые слова: differential amendments; control and correction stations; low-activity sections; navigation definitions; satellite navigation systems; digital systems of a radio communication

I. ВВЕДЕНИЕ

«Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации» определяют малодеятельные участки (МДУ) как участки с размерами движения пассажирских и грузовых поездов (в сумме) по графику не более 8 пар в сутки.

Протяженность малодеятельных участков на сети железных дорог России более 13 тысяч км, что составляет около 15% эксплуатационной длины всей сети, их обслуживают не менее 10 тысяч человек. Подобные участки чаще всего являются убыточными. ОАО «РЖД» в 2016 году в поправках к целевой модели рынка грузоперевозок указывало, что только для сохранения долгосрочной эксплуатационной пригодности МДУ требуется до 250 млрд руб. Эксплуатационные расходы на их обслуживание необходимо сокращать за счет использования передовых информационных технологий, расширения функциональных возможностей применяемых технических систем. Необходимо оптимизировать оснащённость МДУ средствами железнодорожной автоматики, навигации и связи и находить экономически эффективные варианты автоматизации управления движением поездов.

II. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ И СВЯЗИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА МАЛОДЕЯТЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ

Предварительный анализ МДУ [1] показывает наличие значительных резервов пропускной способности таких линий по пути и устройствам сигнализации, централизации, блокировки. Например, автоматической блокировкой оборудованы около 40 малодеятельных участков. В основном это участки Московской (15 участков общей протяженностью почти 1000 км) и

Октябрьской железных дорог (10 участков общей протяженностью более 600 км).

Большая часть малодеятельных линий (более 60%) оборудована полуавтоматической блокировкой, которая позволяет пропускать поезда с более высокой частотой, чем это имеет место сейчас. В современной экономической ситуации серьёзные капитальные вложения в оснащение МДУ средствами сигнализации, централизации и блокировки нецелесообразны, а требуется максимально эффективно использовать уже имеющуюся инфраструктуру напольных средств автоматизации и связи [1, 2].

Таким образом, использование систем спутниковой навигации и связи для организации движения поездов на МДУ может позволить автоматизировать управление и повысить безопасность движения без существенного вложения средств на развитие напольной инфраструктуры, с минимальным использованием людских ресурсов.

Будем исходить из того, что низкая интенсивность движения подвижного состава на МДУ не предполагает регулирования интервалов движения в реальном времени и сверхточного позиционирования. Кроме того допустимы кратковременные перерывы в спутниковой навигации и связи при обязательном обеспечении заданного уровня безопасности.

Основные принципы использования систем спутниковой навигации и связи для организации движения поездов на МДУ приведены на рисунке.

Предлагается оборудовать локомотивную подсистему управления движением отечественными навигационными модулями (модули РНПИ, GNSS, СН-4706М или аналогичные). Модули способны проводить высокоточные навигационные определения по глобальным спутниковым навигационным системам ГЛОНАСС/GPS как в абсолютном, так и в дифференциальном режимах, принимая дифференциальные поправки в формате данных RTCM по цифровым радиоканалам связи. Кроме того, модули РНПИ способны работать со спутниковой навигационной системой ГЛОНАСС в двухчастотном режиме высокой точности. Погрешности определения координат всеми навигационными модулями в дифференциальном режиме не превышают 1...1,5 м.

Использование систем спутниковой навигации и связи для организации движения поездов на малодеятельных участках

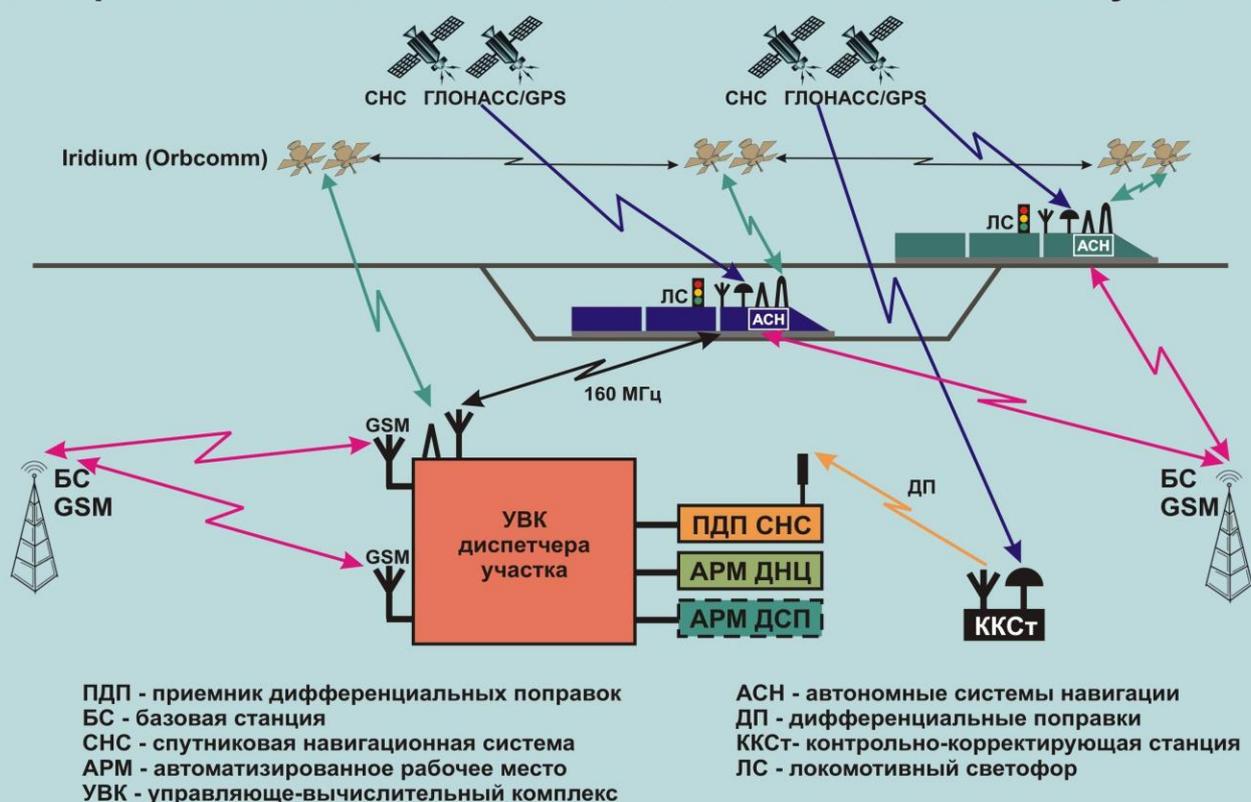


Рис. 1. Применение спутниковой навигации и связи для организации движения поездов на малодеятельных участках

Контрольно-корректирующие станции ГЛОНАСС/GPS отечественного производства предлагается размещать вблизи узловых станций малодеятельных участков железных дорог таким образом, чтобы обеспечить требуемые точности определения дислокации поездов минимальным числом станций. Дифференциальные поправки, формируемые контрольно-корректирующими станциями, сначала передаются по радиоканалам СВ диапазона на приемник дифференциальных поправок в формате RTCM 104, расположенный вблизи диспетчера участка. Из этого приемника дифференциальные поправки поступают в управляюще-вычислительный комплекс диспетчера участка, где происходит их инкапсуляция в стандартные форматы сообщений, применяемой на данном участке конкретной цифровой системы радиосвязи, а затем они передаются на локомотивные навигационные модули в составе стандартных цифровых сообщений, но с сохранением формата данных RTCM. Использование контрольно-корректирующих станций ГЛОНАСС/GPS, передающих дифференциальные поправки в кодовом режиме, обеспечивает определение координат подвижного состава в плоскости с погрешностями не более 1 м вплоть до границ зоны радиусом в 300 км от станции.

При дополнительном оборудовании локомотивов одометрической и инерциальной навигационными

системами возможно обеспечить требуемые точности координатного позиционирования подвижного состава и безопасное управление движением поездов даже в условиях кратковременного отсутствия сигналов ГЛОНАСС/GPS. Навигационные системы локомотива проводят совместные вычисления и полученную объединенную итоговую координатную информацию о местоположении локомотива передают по радиоканалам на управляюще-вычислительный комплекс диспетчера участка.

В качестве основного вида связи на МДУ предлагается использовать цифровую спутниковую связь. Локомотивы предлагается оборудовать радиомодемами низкоорбитальных систем мобильной связи предпочтительно системы «Iridium» (9522B Iridium Data Modem), но возможно использование модемов систем «Orbcomm» или «Globalstar-2». В ряде случаев, при невозможности по тем или иным причинам использовать систему «Iridium», допускается использование систем спутниковой радиосвязи на геостационарных орбитах, например, на основе спутников связи «Экспресс-АТ» или «Инмарсат» в стандарте BGAN. Также возможно использование и других современных геостационарных спутников из состава ИССС (интегрированной системы спутниковой связи). Организация системы поездной

радиосвязи с использованием системы глобальной мобильной спутниковой связи «Инмарсат» обрабатывалась на Свердловской железной дороге. Штатные радиосредства УКВ-диапазона резервировались станциями Inmarsat BGAN Hughes 9250, размещаемыми на локомотивах, и станциями Inmarsat BGAN Trane&Trane EXPLORER 700, устанавливаемыми у поездного диспетчера и дежурных по станциям.

При наличии базовых станций коммерческих сетей GSM вдоль всей протяженности малоделятельных линий предлагается оборудовать локомотивы радиомодемами GSM, работающими в режиме GPRS (EDGE, LTE и др.), в качестве дополнительного радиоканала связи. Если локомотивы оборудованы радиостанциями диапазона 160 МГц, то их допускается использовать в качестве дополнительного вспомогательного средства связи на дальностях не более 10 км от станций (реальная дальность связи в этом диапазоне). В зависимости от вида радиомодемов, применяемых на локомотивах, станции на МДУ оборудуются соответствующими радиомодемами спутниковых систем «Iridium» (ИССС, «Инмарсат»), модемами GSM и радиостанциями диапазона 160 МГц.

Если на МДУ отсутствует кабельное хозяйство, то управление стрелками (разъездами) также ведется по радиоканалу, при этом соответствующие технические средства оборудуются радиомодемами выбранной системы цифровой связи.

На вычислительный комплекс диспетчера участка по радиоканалам поступает вся информация, требуемая для проведения расчетов по управлению движением поездов, вырабатывается необходимая управляющая информация и передается по радиоканалам на локомотивы и другие технические средства.

На локомотивы по этим же радиоканалам от диспетчера участка передается управляющая информация о сигналах локомотивного светофора.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить, что не существует универсального (единственного) решения по использованию систем спутниковой навигации и связи для организации движения поездов на малоделятельных участках. Конкретный состав оборудования средств связи и навигации на каждом МДУ сильно зависит от его оснащенности средствами сигнализации, централизации и блокировки; рельефа местности; географических особенностей; растительности и наличия поблизости базовых станций сетей GSM. Исходя из указанных особенностей, каждый конкретный МДУ может быть оборудован навигационно-связной аппаратурой из состава перечисленных выше радиосистем. Так как основным требованием ОАО «РЖД» к малоделятельным железнодорожным линиям является их экономичность, то принципиальным предложением является использование, кроме средств технологической радиосвязи диапазона 160 МГц, систем коммерческой связи, таких как «Iridium», и систем связи GSM.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Прошкина Е.С. Модернизация малоделятельных железнодорожных линий России и повышение эффективности их использования в пассажирском сообщении: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М.: Государственный университет управления, 2008.
- [2] Каплин А.Ю., Степанов М.Г., Елишев В.В. Использование систем спутниковой навигации и связи для организации движения поездов на малоделятельных участках // Радиоэлектронные комплексы многоцелевого назначения: Сб. науч. тр. СПб., 2011.