

СИСТЕМА СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Ю.А. Репин, Л.В. Хватов (ООО "М2М телематика"),
Н.А. Захаров (Журнал "Автоматизация в промышленности")

Представлен программно-аппаратный комплекс локального мониторинга и навигационного обеспечения движения железнодорожного транспорта с применением сигналов ГНСС ГЛОНАСС, GPS, GALILEO и стандартных каналов связи, используемых на российских железных дорогах. В основу работы комплекса положен дифференциальный способ вычисления параметров местоположения объекта.

Ключевые слова: дифференциальный способ, параметры местоположения, мониторинг, навигация.

Растущая актуальность повышения интенсивности железнодорожных перевозок и качества предоставления услуг на железнодорожном транспорте определяют необходимость создания систем мониторинга и навигационного обеспечения движения подвижного состава. Задача выработки унифицированного решения, применимого как для железнодорожных перевозок в масштабах страны, так и для транспортного комплекса и логистики крупных предприятий становится все более востребованной.

На сегодняшний день для подвижных объектов железнодорожного транспорта, располагающихся в пристанционных зонах и в пределах путевого хозяйства крупных промышленных предприятий со сложной структурой путевого развития, характеризующейся размером межпутевого расстояния 3,5 м, актуальной является задача определения местоположения с погрешностью не более 1 м в масштабе РВ. В указанных зонах предъявляются высокие требования к обеспечению безопасности и надежности процессов движения подвижного состава и диспетчерского управления им.

В основу системы мониторинга подвижного состава, базирующейся на высокоточном определении местоположения и скорости железнодорожных транспортных средств, положена технология спутникового позиционирования по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) с реализацией дифференциального режима навигационно-временных определений. Дифференциальный режим спутникового позиционирования подразумевает обработку информации, получаемой со спутников ГНСС, навигационной аппаратурой потребителя (НАП), и внесение в расчеты навигационных поправок, полученных от ближайшей базовой станции, имеющей точно известные географические координаты.

Для реализации дифференциального способа вычисления параметров местоположения объекта вблизи зоны его расположения или перемещения размещают одну или две базовые станции, обеспечивающие вычисление дифференциальных поправок. Также требуется наличие телекоммуникационной инфраструктуры на базе проводных каналов связи между стационарными элементами системы (базовыми станциями и диспетчерским пунктом) и беспроводного доступа для информационного обмена с железнодорожными транспортными средствами (ж/д ТС).

Для решения поставленной задачи накоплен системотехнический и технологический задел для создания

унифицированного программно-аппаратного комплекса локального мониторинга и навигационного обеспечения движения железнодорожного транспорта. Аппаратная часть типового комплекта навигационного оборудования для мониторинга параметров местоположения и движения железнодорожных транспортных средств с использованием сигналов ГНСС ГЛОНАСС, GPS, GALILEO и стандартных каналов связи, используемых на российских железных дорогах, включает:

- абонентские терминалы (АТ), устанавливаемые на ж/д ТС;
- базовые станции (БС), устанавливаемые вблизи станционного диспетчерского пункта (СДП).

Комплексное применение АТ и БС обеспечивает дифференциальный режим измерения навигационных параметров.

Кроме того, в состав системы входят: аппаратное и программное обеспечение СДП; линии связи, используемые на российских железных дорогах, включая аппаратное и программное обеспечение для взаимодействия с системой.

Основу СДП составляет АРМ на базе ПК, подключенного к средствам связи и иному оборудованию железнодорожной автоматики. Высокоточное определение координат и скорости АТ (ж/д ТС) в дифференциальном режиме реализуется на АРМ СДП при помощи специализированного ПО.

В качестве основного канала связи для приема, передачи дифференциальных поправок и обмена информацией между АТ, БС и СДП задействованы линии связи, используемые на российских железных дорогах. В качестве запасного канала связи предлагается использование сетей GSM/GPRS.

К универсальным функциям АТ и БС относятся:

- прием и обработка сигналов ГНСС ГЛОНАСС, GPS, GALILEO;
- сопряжение со станционными пунктами диспетчерского управления и контроля, другими внешними устройствами по одному или нескольким интерфейсам из перечня: RS-232C/422/485, USB, CAN-интерфейс (стандарт ISO 11898) и др.;
- определение, запись и передача в СДП по каналам связи: псевдодальностей до всех видимых спутников ГНСС; географических координат своего местоположения; текущего времени и даты.

К специфическим функциям АТ, кроме того относятся определение, запись и передача в СДП по каналам связи скорости движения ж/д ТС, а также прием

и обработка дифференциальных поправок, формат которых в целях экономии трафика связи должен быть основан на рекомендации стандарта RTCM.

Специфическими функциями БС являются:

- формирование дифференциальных поправок, формат которых в целях экономии трафика связи должен быть основан на рекомендации RTCM;

- определение, запись и передача в СДП по каналам связи метки времени относительно бортовой шкалы времени ГЛОНАСС.

Решение навигационных задач обеспечивается на любом из элементов системы по выбору: на АТ, БС, предоставляемых АРМ СДП или железнодорожных измерительных служб.

Конструктивно и технологически АТ и БС реализованы идентично, обеспечивается их автономное и совместное функционирование. В основу конструкции АТ и БС положен унифицированный навигационный блок (УНБ), обеспечивающий прием и обработку сигналов трех ГНСС – ГЛОНАСС, GPS, GALILEO.

В состав УНБ входят следующие модули: навигационно-временные приемники (НВП) – 2 ед.; бортовой компьютер (БК); модуль регистрации и хранения информации на 30 сут.; модуль сопряжения и связи в составе внутренних и внешних интерфейсов; модуль электропитания.

Для повышения надежности навигационных решений и их достоверности в конструкцию УНБ заложено дублирование радиотракта приема сигналов навигационных спутников. Высокие показатели по точности и оперативности решения навигационных задач достигаются благодаря технологии РТК (кинематика реального времени), использующей кроме кодовых еще и фазовые поправки.

Центральным в составе УНБ является модуль БК, выполняющий функции:

- контроллера состояний, режимов и алгоритмов работы изделий;

- анализ сигналов, поступивших по дублированным каналам связи, и выбор по заданному критерию сравнения информации о наиболее достоверном местоположении носителя АТ;

- формирования сообщений с результатами измерений и "сырыми" измерительными данными от АТ или дифференциальными поправками и метками времени от БС.

БК представляет собой процессорный модуль, имеющий процессор с тактовой частотой 500 МГц, оперативную память 256 Мб и память программ 128 Мб. Регистрация данных обеспечивается во встроенной CompactFlash памяти объемом 1 Гб. Процессорный модуль не требует принудительного охлаждения, что особенно важно для его применения на подвижном составе.

ПО БК включает модули: обработки информации в НВП; базовый для БК; специализированный для АТ или БС; формирования сообщений (пакетов информации); внутренних и внешних интерфейсов.

При работе УНБ в составе АТ сигналы от двух антенных блоков, разнесенных на крыше ж/д ТС на

Поезда ночью свистят так жалобно, словно заблудились в пути.

Рамон Гомес де ла Серна

известное расстояние, обрабатываются индивидуальными НВП, решения которых сравниваются в бортовом компьютере, расположенном в АТ. Такой подход позволяет получить дополнительный критерий определения "ненадежных" решений в условиях пропадания сигналов от спутников и многолучевости их приема при переотражении от конструкций железной дороги.

При работе УНБ в составе БС второй приемный тракт так же, как и первый, имеющий юстированный фазовый центр, позволяет корректировать в БК базовой станции мгновенные значения дифференциальных поправок.

Наличие второго приемного тракта может быть использовано в АТ и в БС в качестве горячего резерва для повышения аппаратной надежности изделий.

Основные технические характеристики системы мониторинга и навигационного обеспечения движения железнодорожного транспорта и его базового комплекта оборудования:

Точность измерения скорости в дифференциальном режиме, м/с	0,1
координат в дифференциальном режиме, м	1,0
координат в автономном режиме, м	10
координат в режиме постобработки, мм	10
СКО измерения псевдодальностей, м	0,1
Погрешность привязки к шкале UTS (SU) (бортовой шкале ГЛОНАСС), нс	100
Время получения первого достоверного навигационного отсчета, с	120
Период обновления выходной навигационно-временной информации, с	1...30
Запись данных в энергонезависимую память с частотой 1 Гц в формате RINEX, сут:	
в абонентском терминале	8
в базовой станции	30
Электропитание постоянного тока, В	40...70
Диапазон предельных температур: для антенны/аппаратуры, °С	-60...85/-30...55
Полный срок службы, лет	15

Предлагаемый комплект оборудования обеспечивает:

- получение в автономном режиме данных о местоположении и скорости ж-д ТС при движении на переездах;

- определение с высокой точностью в дифференциальном режиме в масштабе РВ местоположения и скорости ж-д ТС при его движении в пределах станционной инфраструктуры;

- контроль в режиме постобработки спутниковых навигационных данных состояния (пространственного положения) элементов железнодорожных путей.

Унифицированная конструкция основной сборочной единицы аппаратуры – УНБ – обеспечивает максимальный уровень унификации изделий АТ и БС в производстве и их практически идентичные эксплуатационные характеристики.

Модульное построение конструкции и ПО разрабатываемой аппаратуры позволяет при необходимости использовать в качестве отдельных компонентов как отечественные изделия, так и их импортные аналоги, осуществляя необходимую модернизацию с минимальными затратами.

Предлагаемая к применению элементная база и комплектующие отвечают требованиям по принадлежности к соответствующим федеральным целевым программам, максимальной унификации, минимальному уровню оригинальных и вновь разрабатываемых изделий, возможностям организации и обеспеченности серийного производства на отечественной производственной базе.

Заложенные возможности позволят использовать предлагаемое оборудование для интеллектуальной поддержки, автоматизированного контроля и управления ТП широкого спектра задач по развитию и поддержанию элементов железнодорожной и других инфраструктур с минимизацией рисков и потерь, определяемых человеческим фактором.

Проведенный анализ рынка навигационной аппаратуры, предназначенной для обеспечения задач управления железнодорожным транспортом, показал отсутствие прямых аналогов предлагаемого оборудования. Традиционные средства железнодорожной автоматики и сигнализации жестко зависимы от состояния элементов железнодорожной инфраструктуры и не создают необходимых предпосылок для уменьшения рисков, связанных с человеческим фактором.

Конкурентоспособность оборудования системы обеспечивается:

- возможностью использования сигналов трех ГНСС – ГЛОНАСС, GPS, GALILEO;
- отсутствием аналогов используемой отечественной навигационной аппаратуры;
- невысокой стоимостью оснащения железнодорожных объектов (порядка 3...5 тыс. долл. США за единицу оборудования с уменьшением при налаживании серийного производства);
- сопрягаемостью с широким спектром телекоммуникационных и ИТ-средств;
- гибкостью аппаратно-программной архитектуры, возможностью варьирования состава комплектующих, высоким модернизационным потенциалом.

Принимая во внимание значительную численность парка подвижного состава российских железных дорог (18 тыс. локомотивов), а также обширный перечень промышленных железнодорожных средств (5000...7000 ед.), можно рассчитывать на создание условий для продвижения разрабатываемого оборудования на зарубежные рынки при условии энергичного внедрения разрабатываемой техники и технологии на отечественном железнодорожном транспорте.

Потенциальные возможности межотраслевого применения предлагаемого оборудования достаточно широки (промышленная и транспортная инфраструктура, обеспечение управления и безопасности производственных процессов и т.п.), и могут быть эффективно использованы при условии квалифицированной постановки соответствующих прикладных задач подведомственными научно-проектными организациями соответствующих заказчиков.

*Юрий Александрович Репин – начальник отдела,
Леонид Викторович Хватов – ведущий аналитик*

отдела развития направления высокоточного позиционирования ООО "М2М телематика".

Контактный телефон (495) 234-16-84. E-mail: info@m2m-t.ru

*Николай Анатольевич Захаров – канд. техн. наук,
член редакционного совета журнала "Автоматизация в промышленности".*

E-mail: Zakharov@pravda.ru

Дебют космического маршрутизатора Cisco: "звонок из космоса"

Технология Cisco IRIS (Internet Routing in Space – Internet-маршрутизация в космосе) позволит установить связь по технологии VoIP (голос поверх IP) с помощью спутниковых каналов, причем без использования наземной инфраструктуры для маршрутизации вызовов. В этом – радикальное отличие Cisco IRIS от существующей технологии спутниковой связи, которая передает голос и видео между спутниками и конечными пользователями через наземные сетевые узлы.

Cisco неофициально называет свою технологию "звонок из космоса". Это последнее из приложений, которое компания испытывает с помощью спутника связи Intelsat-14, запущенного на орбиту в 2009 г. с установленным на борту маршрутизатором Cisco. Кроме того, испытываются решения для IP-мультикастинга и аппаратного шифрования входящих и исходящих IP-потоков.

Cisco хочет предложить эти и другие функции в качестве услуг коммерческим организациям и правительству США. Тем самым реализуется грандиозный план Cisco по трансформации спутниковых сетей, создающий новый и, возможно, очень большой рынок за счет запуска маршрутизаторов на околоземную орбиту на борту спутников связи и выхода Internet в космос. По мнению руководства Cisco, преимущества такого подхода включают возможность маршрутизации голоса, данных и видео между пользователями по

единой IP-сети более эффективным, гибким и экономичным образом, чем с помощью существующих фрагментированных спутниковых сетей.

К настоящему времени технология IRIS, проходящая этап тестирования, уже успела добиться ряда мировых достижений. Так успешно испытанная в октябре 2010 г. функция "звонок из космоса" впервые в истории воспользовалась технологией Cisco Unified Communications Manager Express для поддержки вызова VoIP через космический маршрутизатор (сегодня эта технология чаще используется в качестве IP-УАТС в корпоративных отделениях).

В октябре 2010 г. впервые в мире Cisco с земли обновила ПО маршрутизатора, работающего на борту спутника Intelsat 14. В результате на этом маршрутизаторе удалось активировать целый ряд функций, характерных для наземных продуктов Cisco, и теперь эти функции доступны и в космосе. Это по-настоящему революционный подход для космической отрасли, никогда не менявшей полезную нагрузку спутника после запуска на орбиту.

Следующим крупным этапом данной программы станет переход к полномасштабной коммерческой эксплуатации системы IRIS на борту спутника Intelsat 14. По планам Cisco, это должно произойти в течение 2011 г. После этого компания намерена начать продажу маршрутизаторов космического базирования.

Http://www.cisco.ru