



# Система управления движением локомотивов с использованием ГЛОНАСС/GPS

Илья Гундаев, Андрей Батраков

Рассматривается система точного определения местоположения локомотивов с использованием спутниковой радионавигации ГЛОНАСС/GPS, разработанная в ОАО «МКБ Компас» в рамках Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная спутниковая система». Система может быть использована как на магистральном железнодорожном транспорте ОАО «РЖД», так и на предприятиях промышленного железнодорожного транспорта, имеющих свой локомотивный парк и путевую инфраструктуру.

## **Общая оценка развития систем мониторинга на основе глобальных навигационных систем ГЛОНАСС и GPS**

Системы мониторинга транспортных средств с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS на протяжении ряда лет активно применяются для решения задач контроля и управления парками автомобильного транспорта и спецтехники. В ходе развития эти системы постепенно наращивали свой функционал: появились функции контроля расхода топлива, функции контроля узлов и агрегатов транспортных средств и рабочих органов спецтехники, функции видеорегистрации и др., обеспечивающие практически полный контроль использования автомобильных транспортных средств. Однако на железнодорожном транспорте системы диспетчерского управления и контроля эффективности использования локомотивного парка на основе ГЛОНАСС/GPS-технологий не нашли широкого применения, хотя функции контроля расхода топлива, а также состояния узлов и агрегатов локомотивов уже используются. Разработаны также различные системы маневровой (МАЛС) и горочной (ГАЛСР) локомотивной сигнализации, а также система КЛУБ-У, которые используют в своём составе аппаратуру ГНСС. Ос-

новная причина такого положения — недостаточная для контроля и управления движением локомотивов на станциях точность определения местоположения. Дело в том, что приёмники радионавигационных сигналов (ПРНС) ГЛОНАСС/GPS, представленные на рынке навигационных средств и являющиеся основой любого бортового навигационного оборудования, будь то трекеры, навигаторы, регистраторы и пр., обеспечивают точность определения местоположения порядка 10–15 м. В абсолютном режиме определения местоположения по данным ГНСС такая точность является предельной. То есть если для определения местоположения по ГНСС использовать только один ПРНС, как это делается в системах мониторинга автотранспорта, то получить точность более 10 метров с доверительной вероятностью более 0,6 невозможно. Для повышения точности определения местоположения, а для железнодорожного транспорта это 10–15 м на перегонах и 1 м на станциях, необходимо использовать относительный, или, как его называют в геодезии, дифференциальный режим, предполагающий использование нескольких ПРНС.

## **Область применения и цели создания системы**

В течение ряда лет в рамках Федеральной целевой программы «Глобаль-

ная навигационная спутниковая система» специалисты ОАО «МКБ «Компас» разрабатывали систему точного определения местоположения локомотивов с использованием спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС/GPS (далее — система). Система по-своему уникальна и не имеет аналогов в России и СНГ. Структура системы построена таким образом, что позволяет использовать её как на магистральном железнодорожном транспорте ОАО «РЖД», так и на предприятиях промышленного железнодорожного транспорта, имеющих свой локомотивный парк и путевую инфраструктуру, обслуживающих различные производственные комплексы добывающей, металлургической, химической и иных отраслей промышленности. В настоящее время система находится в режиме опытной эксплуатации на опытном полигоне Красноярского транспортного узла.

Система представляет собой высокотехнологичный аппаратно-программный комплекс, предназначенный для оперативного обеспечения в режиме реального времени систем управления движением на железнодорожном транспорте, а также других железнодорожных АСУ и ГИС (геоинформационных систем) информацией о местонахождении, скорости и направлении движения локомотивов с использованием систем ГЛОНАСС/GPS. Она

обеспечивает диспетчерский персонал и смежные системы информацией о номере пути следования, местоположении на пути в железнодорожной системе координат, скорости и направлении движения локомотива с точностью, достаточной для решения задач управления движением. В качестве смежных систем могут быть использованы автоматизированные системы управления работой станций, автоматизированные системы контроля расхода топлива, автоматизированные системы контроля сроков проведения технического обслуживания и плановых ремонтов локомотивов, автоматизированные системы контроля использования локомотивов на предприятиях контрагентов и многие другие АСУ и ГИС, которым необходима в режиме реального времени точная информация о местоположении, направлении и скорости движения локомотивов. В настоящее время ОАО «МКБ «Компас» проводит работы по интеграции разработанной системы с хорошо известными и зарекомендовавшими себя на рынке автоматизированной системой управления станциями «АСУ СТ», разработанной НТЦ «Транссистемтехника», и аппаратурой системы FAS компании Omnicomm.

Система создавалась с целью решения следующих наиболее значимых для железнодорожного транспорта задач:

- повышение безопасности движения на железнодорожном транспорте;
- обеспечение автоматического определения местоположения, направления и скорости движения локомотивов в режиме реального времени на цифровой карте путевого развития станций и перегонов;
- обеспечение управления движением локомотивов на малодеятельных линиях и станциях, не оборудованных средствами сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ);
- снижение затрат, связанных с содержанием и эксплуатацией подвижного состава, за счёт повышения эффективности использования локомотивного парка, сокращения холостых пробегов локомотивов, контроля за расходом топлива;
- автоматизация и повышение качества процессов управления движением и сокращение влияния человеческого фактора;
- снижение затрат на выполнение маневровых работ на станциях.

## ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

Функциональные возможности системы в сочетании с возможностями смежных систем позволяют полностью автоматизировать управление поездной и маневровой работой на железнодорожном транспорте, а также обеспечить автоматизированный дистанционный контроль за расходом топлива и параметрами работы локомотивов. Основные функции, которые может выполнять система, в сочетании с упомянутыми системами контроля топлива и управления работой станции, представлены далее.

- Определение местоположения с точностью до 1 м, направления и скорости движения локомотивов с точностью 0,05 м/с в режиме реального времени в одноосной системе координат (километр, пикет, плюс), принятой на железнодорожном транспорте, и отображение текущего местоположения на цифровой карте путевого развития на экране ЭВМ диспетчерского персонала.
- Воспроизведение трека траектории движения локомотива за требуемый период времени до 3 лет.
- Отображение и запись в архив событий (время начала и конца простоев, время выхода и возвращения в депо, время нахождения на путях контрагентов, время включения и выключения силовой установки, время и места ухода и возвращения на пути объекта железнодорожного транспорта и др.).
- Автоматическое формирование отчётов о работе локомотива и локомотивных бригад, в том числе о времени работы силовой установки локомотива, расходе топлива (при интеграции с системами контроля расхода топлива компании Omnicomm), простоях в рабочем и нерабочем состояниях, пробеге с момента последнего ремонта или технического обслуживания, времени нахождения на путях контрагентов, соблюдении предписанного скоростного режима, исполнении локомотива в нерабочее состояние и обратно, проведении отцепок (прицепок) локомотивов от поездов, смены локомотивной бригады и др.
- Автоматизация основных операций с поездами (при интеграции с системой «АСУ СТ» компании НТЦ «Транссистемтехника»), в том числе учёта прибытия поездов на станции, подготовки документов на при-

бывшие и сформированные поезда, контроля накопления вагонов в сортировочном парке и расчёта завершения образования поезда в соответствии с нормативами, контроля операций по обмену вагонами с подъездными путями контрагентов, контроля дислокации вагонов на подъездных путях предприятия, ведения вагонной модели района управления и др.

## СОСТАВ И ФУНКЦИИ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ

Система состоит из двух основных частей: бортовой аппаратуры, которая устанавливается непосредственно на локомотив, и постовой аппаратуры.

Блок бортовой аппаратуры построен на основе операционной системы реального времени (ОС РВ) QNX Neutrino и вычислительного модуля FASTWEL CPC304, выполненного в форм-факторе PC/104. Выбор в качестве вычислительного ядра модуля FASTWEL CPC304 объясняется оптимальным соотношением производительности и цены, широким температурным диапазоном эксплуатации, а также поддержкой операционной системы QNX. К достоинствам данного модуля можно дополнительно отнести пассивное охлаждение, наличие интерфейсов RS-232 и RS-485, а также разъёма для подключения CompactFlash-карт.

Вычислительный модуль является ядром блока бортовой аппаратуры, в состав которой также входят:

- блок питания;
- плата расширения COM-портов;
- плата коммутации с установленными ПРНС, к которой подключается устойчивый к внешним воздействиям защищённый электронный ключ, выполняющий функции идентификации машиниста и функции регистрации информации;
- GSM-модем.

Состав и структура бортовой аппаратуры показаны на рис. 1.

Как видно на рис. 2, блок бортовой аппаратуры собран в виде «сэндвича» плат форм-фактора PC/104.

Постовая аппаратура системы состоит из следующих компонентов:

- QNX-сервер системы;
  - ЭВМ диспетчера;
  - блоки аппаратуры удалённых постов.
- Структура комплекса постовой аппаратуры системы представлена на рис. 3.
- Система работает в соответствии с изложенными далее пунктами.

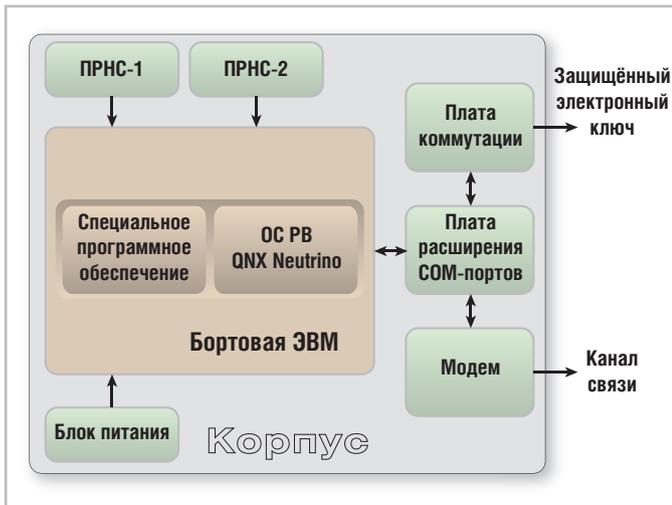


Рис. 1. Состав и структура бортовой аппаратуры системы

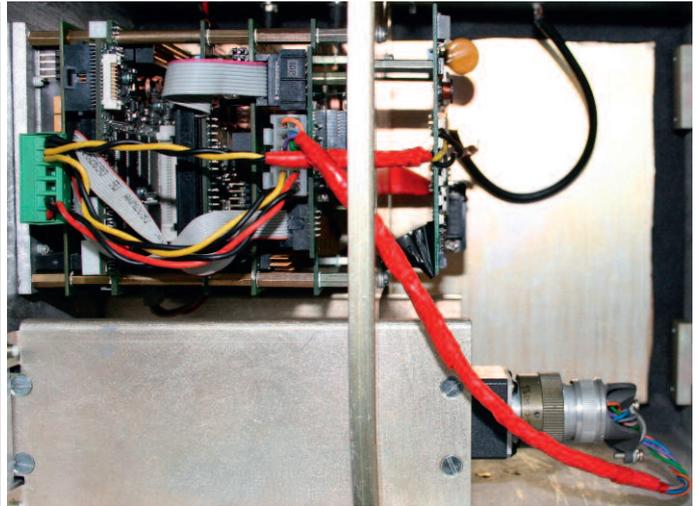
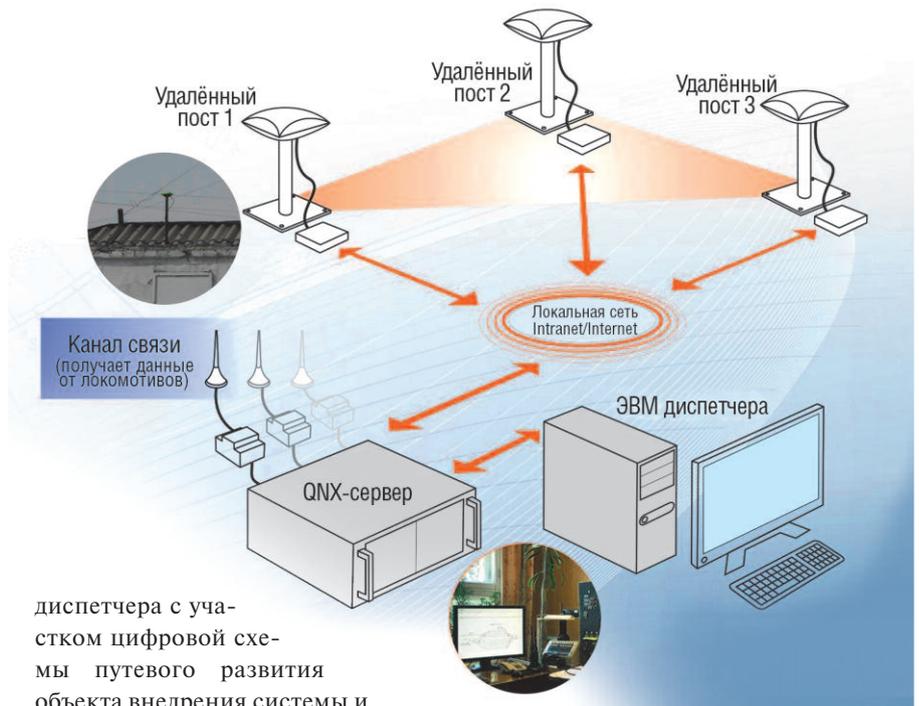


Рис. 2. Общий вид блока бортовой аппаратуры системы

- Бортовая аппаратура собирает данные от ПРНС и датчиков контроля параметров, установленных на локомотиве, выполняет первичную обработку данных, формирует пакеты данных и передаёт их по радиоканалу сотовой GSM-связи на QNX-сервер системы.
- QNX-сервер принимает информацию от оснащённых блоками бортовой аппаратуры локомотивов и информацию от блоков аппаратуры удалённых постов, распределённых по объекту внедрения системы, в состав которых входят ПРНС с антенной и модем.
- QNX-сервер выполняет в режиме реального времени совместную обработку данных, полученных от блоков бортовой аппаратуры и аппаратуры удалённых постов, вычисляет местоположение, направление и скорость движения локомотивов, записывает в базу данных (БД) координатно-временную и служебную информацию, а также информацию о параметрах работы локомотива и передаёт эту информацию в ЭВМ диспетчера и смежные системы.
- ЭВМ диспетчера получает по каналу Ethernet (это позволяет использовать существующие линии связи) из БД информацию о местоположении, направлении и скорости движения локомотивов, а также информацию о произошедших событиях (начало движения, выход за границы предписанных зон, въезд и выезд на территорию контрагентов и др.) и, по желанию оператора, отображает её на цифровой карте или схеме путевого развития объекта внедрения. Вид окна программного обеспечения (ПО) ЭВМ



диспетчера с участием цифровой схемы путевого развития объекта внедрения системы и обозначенными на ней неподвижным и движущимся локомотивами представлен на рис. 4. ПО ЭВМ диспетчера позволяет также осуществлять воспроизведение траектории движения выбранного локомотива, формировать, отображать на экране и выводить на печать различные отчёты о работе объекта, упомянутые ранее. Форма отчёта о пробегах и стоянках локомотива, выведенная на экран ЭВМ диспетчера, представлена на рис. 5. Форма отчёта о пребывании локомотива на смежных предприятиях, подготовленная к выводу на печать, представлена на рис. 6.

Обеспечение необходимой точности и оперативности предоставления и обработки данных, расчёт местоположения сразу для нескольких локомотивов должны проводиться в режиме реально-

Рис. 3. Структура комплекса постовой аппаратуры системы

го времени, поэтому сервер работает под управлением ОС PB QNX Neutrino. Применение QNX Neutrino позволяет достигнуть высокого уровня надёжности работы системы. Уровни приоритетов задач и дисциплина их планирования, свойственные данной ОС PB, обеспечивают многопоточную обработку данных с заранее определённой циклограммой работы, а её микроядерная архитектура – требуемую производительность системы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе испытаний системы на Красноярском транспортном узле были подтверждены её основные эксплуатационные характеристики:

- среднеквадратичное отклонение (СКО) определения местоположения – 0,35 м;
- СКО определения скорости движения – 0,05 м/с;
- задержка в получении информации о местоположении локомотивов – не более 2 с.

Потенциал развития системы для решения различных задач железнодорожного транспорта поистине огромен. Информация, получаемая с помощью системы, может быть использована:

- для построения систем автоматического оповещения о приближении поездов к переездам;
- для построения систем автоматической привязки мест обнаружения дефектов в элементах верхнего строения пути, земляного полотна и контактной сети с использованием средств неразрушающего контроля;
- для построения систем автоматизации путевых работ с использованием путевых машин и комплексов;
- для построения автоматизированных систем учёта и контроля выполнения графиков плановых ремонтов и технического обслуживания локомотивов;
- для обеспечения в режиме реального времени координатно-временной информацией ГИС и АСУ железнодорожного транспорта (АСОУП, АСУ СС, ГИС РЖД, ИОММ и др.).

Внедрение системы в сочетании с упомянутыми в начале статьи системами на предприятиях магистрального и промышленного железнодорожного транспорта позволит:

- значительно (до 60%) сократить ручной труд по вводу и обработке информации;
- повысить оперативность и качество управления движением локомотивов;

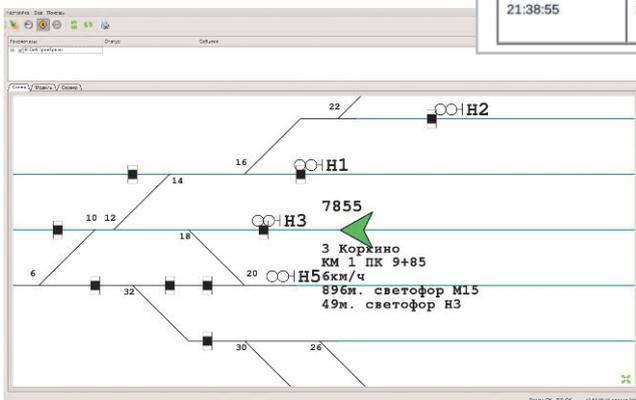


Рис. 4. Вид окна ПО ЭВМ диспетчера с участком цифровой схемы путевого развития объекта внедрения системы

Пробег локомотива.					
Начало:	Конец:	За период:		Общий:	
		Пробег:	Моточасы:	Пробег:	Моточасы:
13:33:05 27.январ.2012	22:00:43 27.январ.2012	48км. 962м	8ч. 27мин.	48км. 962м	8ч. 27мин.
22:03:23 27.январ.2012	18:10:40 30.январ.2012	382км. 642м	68ч. 7мин.	431км. 605м	76ч. 34мин.
19:07:01 30.январ.2012	20:57:42 30.январ.2012	12км. 500м	1ч. 50мин.	444км. 105м	78ч. 25мин.
21:00:02 30.январ.2012	21:04:10 30.январ.2012	0км. 721м	0ч. 4мин.	444км. 826м	78ч. 29мин.
21:12:18 30.январ.2012	05:21:17 31.январ.2012	32км. 621м	8ч. 8мин.	477км. 448м	86ч. 38мин.
05:23:26 31.январ.2012	19:08:00 01.февр.2012	168км. 482м	37ч. 44мин.	645км. 930м	124ч. 23мин.

Стоянки локомотива.			
Начало:	Конец:	Время стоянки:	Место:
13:35:08 27.январ.2012	13:38:10 27.январ.2012	0ч.3мин.2сек.	сп 9 парк Входяная
13:38:29 27.январ.2012	13:40:25 27.январ.2012	0ч.1мин.56сек.	сп 11 парк Входяная
13:43:03 27.январ.2012	13:45:03 27.январ.2012	0ч.2мин.0сек.	1 (км 7 ПК 3+59)
13:51:48 27.январ.2012	13:55:58 27.январ.2012	0ч.4мин.10сек.	1 (км 6 ПК 4+19)
13:57:49 27.январ.2012	14:08:08 27.январ.2012	0ч.10мин.19сек.	1 (км 7 ПК 0+27)
14:29:09 27.январ.2012	14:33:30 27.январ.2012	0ч.4мин.21сек.	6 Коркино (км 2 ПК 2+86)
14:43:23 27.январ.2012	14:49:21 27.январ.2012	0ч.5мин.58сек.	2 Коркино (км 2 ПК 3+68)
14:57:20 27.январ.2012	15:03:51 27.январ.2012	0ч.6мин.31сек.	14 Коркино (км 0 ПК 4+31)
15:05:00 27.январ.2012	15:07:07 27.январ.2012	0ч.2мин.7сек.	(х=20111.6 у=10156.2) Подъездной путь УНР 220 (км 0 ПК 5+67)
15:08:27 27.январ.2012	15:14:08 27.январ.2012	0ч.5мин.41сек.	сп 102
15:22:03 27.январ.2012	15:24:59 27.январ.2012	0ч.2мин.56сек.	(х=20067.6 у=10558.9) Подъездной путь СтальМонтаж (км 0 ПК 7+18)
15:31:13 27.январ.2012	15:32:20 27.январ.2012	0ч.1мин.7сек.	5 Коркино (км 0 ПК 5+72)
15:39:35 27.январ.2012	15:41:59 27.январ.2012	0ч.2мин.24сек.	4 Коркино (км 2 ПК 3+59)
15:42:30 27.январ.2012	15:45:26 27.январ.2012	0ч.2мин.56сек.	4 Коркино (км 2 ПК 2+93)

Рис. 5. Форма отчёта о пробегах и стоянках локомотива

Информация о пребывании локомотива на смежных предприятиях.							
Время ухода:	Время возвр.:	Предприятие:	За период:		Общий:		
			Пробег:	Время отсут.:	Пробег:	Время отсут.:	
05:45:17 29.январ.2012	06:06:09 29.январ.2012	Красноярск Северный	5км. 504м	0ч. 20мин.	5км. 504м	0ч. 20мин.	
10:18:05 29.январ.2012	10:29:12 29.январ.2012	ФБУ ИК 27	1км. 150м	0ч. 11мин.	1км. 150м	0ч. 11мин.	
11:41:15 29.январ.2012	13:03:36 29.январ.2012	ДПК "Северный"	11км. 22м	1ч. 22мин.	11км. 22м	1ч. 22мин.	
15:31:38 29.январ.2012	16:24:44 29.январ.2012	КрамЗ	2км. 751м	0ч. 53мин.	2км. 751м	0ч. 53мин.	
21:38:55	22:22:26	Красноярск Северный	3км. 607м	0ч. 43мин.	9км. 112м	1ч. 4мин.	

Рис. 6. Форма отчёта о пребывании локомотива на смежных предприятиях

- до 30% сократить расходы на эксплуатацию локомотивного парка;
- до 20% повысить эффективность использования локомотивного и вагонного парков;
- значительно сократить количество

ошибок, обусловленных человеческим фактором, возникающих в процессе управления движением;

- повысить безопасность движения за счёт более точного определения местоположения по сравнению с используемыми в настоящее время на железнодорожном транспорте системами СЦБ. ●

E-mail: [ilgund@mdbcompas.ru](mailto:ilgund@mdbcompas.ru)