

УДК 656.13:004

## РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ КОРИДОРАМИ

**П. И. Балтрукович,**

заместитель Председателя ГКНТ, канд. техн. наук

**А. В. Бусел,**

декан факультета транспортных коммуникаций БНТУ, д-р техн. наук, профессор

**В. В. Казаков,**

начальник конструкторско-технологического управления электроприборов Минского часового завода

Дата поступления в редакцию — 23.06.2014 г.

В статье излагаются основные принципы построения системы управления транспортным коридором.

The article outlines the basic principles of the system of management of transport corridor.

Решением глав правительств государств — участников СНГ от 31 мая 2013 г. утвержден к исполнению пилотный инновационный проект по созданию аппаратно-программного комплекса управления международными транс-

портными коридорами, проходящими по территории СНГ. Данный проект входит в Международную программу инновационного сотрудничества государств — участников СНГ на период до 2020 г. Он включает разработку



Рис. 1. Транспортный коридор Западная Европа — Западный Китай, проходящий по территории стран Таможенного союза

конструкторской документации на аппаратно-программный комплекс, картографическое обеспечение геоинформационной системы и создание динамической информационной системы контроля дорожных условий и расчета безопасных скоростей движения.

Апробацию и внедрение программного комплекса планируется осуществить на автодорожном международном транспортном коридоре, проходящем по территории Республики Беларусь, Российской Федерации и Республики Казахстан, входящих в Таможенный союз (рис. 1).

Развитие перевозок по этому межконтинентальному коридору позволяет экономить от 8 до 19 суток транспортного времени по сравнению с организацией перевозок в сообщении Европа — Азия морским транспортом с использованием Суэцкого канала [1]. Однако реализация такого перемещения грузов требует концентрации усилий транспортных ведомств государств Таможенного союза в первую очередь в области гармонизации систем управления перевозками.

На автомобильном транспорте скорость перемещения грузов во многом зависит от дорожных условий. Разработанная в Московском автодорожном институте (МАДИ) методика учета дорожных факторов при определении расчетной скорости движения автомобилей может быть положена в основу разрабатываемой системы прогнозирования времени перемещения грузов. Программное обеспечение в области геоинформационных систем, созданное в Республике Беларусь на основе разработок СП «Кредо-Диалог», может гарантировать точную геометрию транспортного коридора в цифровом представлении. Данные диагностики покрытий дорог, элементов их обустройства, дислокации дорожных знаков и других дорожных параметров формируют контент программного комплекса.

Республика Беларусь располагает определенным опытом разработки и внедрения отдельных элементов системы управления транспортными потоками, содержанием автомобильных дорог, состоянием покрытия автомобильных дорог (рис. 2), в том числе и автомагистрали М1/Е30, входящей в указанный транспортный коридор.

Основу информационной системы о состоянии условий движения составляет сеть дорожных измерительных станций (ДИС), число ко-



Рис. 2. Элементы системы контроля содержания автомобильных дорог

торых в настоящее время в Республике Беларусь превышает 80 единиц. Данные ДИС (рис. 3) позволяют формировать краткосрочный прогноз образования гололеда и прогнозировать передвижение атмосферных фронтов, в результате которых могут возникать, например, интенсивные снегопады, ливни, туманы. Эти задачи решаются путем интегрирования в систему ДИС данных, получаемых от Белгидромета, что позволяет уже говорить о специализированном метеопрогнозе для всего дорожного хозяйства республики.

Поскольку все метеопрогнозы, выдаваемые синоптиками, являются геопривязанными, это дало возможность накладывать их на цифровую карту дорог и получать прогноз, привязанный к конкретному участку дороги.

Развитие системы управления состоянием дорожных покрытий в Беларуси ведутся с сере-

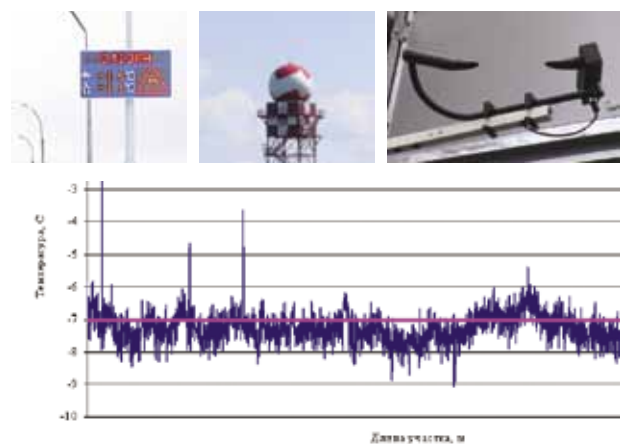


Рис. 3. Элементы информационной системы о состоянии условий движения

дины 1990-х годов. Накопленный опыт позволяет утверждать, что для внедрения на международных транспортных коридорах целесообразно использовать единый подход, основанный на проведении диагностики дорог на общих принципах, использовании общего корпоративного банка данных автомобильных дорог, а также внедрении универсальной системы управления. Как показала практика, реализация этого информационного комплекса позволяет обеспечить увеличение срока службы автомобильных дорог, снижение затрат пользователей дорог, увеличение средней скорости движения транспортных средств. Эффект от внедрения систем оценочно составляет 3 цента на 1 автомобиле-километр пробега. Кроме того, внедрение системы управления зимним содержанием автомобильных дорог уже позволило обеспечить снижение его стоимости на 18 % в условиях Республики Беларусь.

Перспективным направлением является создание аналитической системы, позволяющей в реальном времени прогнозировать скорость транспортного потока с привязкой к конкретным участкам дороги [2]. Общие закономерности, положенные в основу данной системы, уже достаточно давно изучены профессором МАДИ А. П. Васильевым [3]. Он предложил использовать конкретные коэффициенты обеспеченности расчетной скорости для определенных дорожных условий. Для практического применения необходима определенная доработка и расширение области действия данной методики. Кроме исходных данных, используемых в «классической» методике, система будет использовать ряд элементов дополнительной информации, собираемой с использованием автоматических датчиков, фиксирующих интенсивность движения и состав потока, освещенность проезжей части, интенсивность осадков, состояние покрытия проезжей части метеорологическую видимость и другие данные.

Должна быть принята во внимание информация о технических средствах организации дорожного движения, как постоянных, так и временных: дорожной разметки, дорожных знаков, дорожных ограждений (рис. 4), светофоров, направляющих устройств, противоослепляющих экранов, островков безопасности и прочих.

Поэтому в состав аппаратно-программного комплекса предлагается включить:

- систему телекоммуникаций с использованием развернутых в Республике Беларусь подси-



Рис. 4. Элементы дорожной инфраструктуры

стем связи, в т.ч. ВОЛС, GSM, УКВ, а также ведомственных коммуникаций Минсвязи, МВД, МЧС, Минтранса, и др.;

- подсистему контроля и прогнозирования метеорологической обстановки в зоне транспортного коридора, (видимость, температуры воздуха и дорожного полотна, наличие гололеда, тумана, дождя, задымленности) и оповещения обслуживающих транспортный коридор служб;

- подсистему контроля качества состояния дороги и особенно в зонах пересечения и примыкания дорог на соответствие актуальной проектной документации;

- аппаратуру дистанционного постоянного контроля деформаций и смещений объектов в зонах повышенной опасности возникновения чрезвычайных ситуаций (дамбы, мосты, плотины, тоннели, виадуки, искусственные защитные сооружения, развязки, здания и другие сооружения инфраструктуры), в том числе при их строительстве, а также интерактивные программные средства прогнозирования изменения ситуации и возможного возникновения локальных и масштабных разрушений;

- подсистему дистанционного контроля уровней воды, перемещения оползней, снежных, ледяных и песчаных масс, селевых и водных потоков, возникновения камнепадов и др. а также интерактивные программные средства прогнозирования изменения ситуаций;

- подсистему снижения страховых рисков, включающую аппаратуру и программные комплексы дистанционного определения стиля вождения водителя, с использованием данных о поведении транспортного средства в процессе движения и биометрических данных водителя, информирующую оперативно-диспетчерский





Рис. 5. Размещение антенн приемников сигналов систем ГЛОНАСС и Navstar на конструкциях моста через реку Днепр в г. Могилеве

персонал и водителя о необходимости и характере действий с целью предупреждения возникновения ДТП, обеспечивающую точное определение траектории движения транспортного средства при ДТП (до/во время/после);

- подсистему дистанционного контроля перемещения транспорта и грузов при отсутствии искусственных навигационных полей, в том числе в тоннелях, ущельях, условиях плотной городской застройки и др.

В качестве примера можно рассмотреть работу макета разработанной по инициативе российских и белорусских специалистов аппаратуры дистанционного контроля деформаций и смещений элементов реконструируемого моста через реку Днепр в г. Могилеве (рис. 5). В зоне моста была установлена аппаратура, позволяющая в объектовой системе координат оценить возможные смещения контрольных точек на конструкциях в трех измерениях.

В качестве первичных преобразователей пространственных смещений и деформаций использовались антенны приемников сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС (РФ) и Navstar (США). В процессе наблюдений контролировались пространственные положения фазовых центров антенн, размещенных в контрольных точках, относительно фазового центра антенны расположенной на неподвижном основании за пределами контролируемого объекта.

На рис. 6 приведены графики изменения координат одной из точек контроля совмещенной с мультянтенной системой съема координат.

Съем координат осуществлялся в реальном времени с частотой 1 Гц.

На рис. 7 приведена дисперсия результатов измерений координат (м) фазового центра антенны № 2 в плане при наблюдении в течение 4 ч при динамической нагрузке на перекрытия моста.

Высокоточные координаты фазовых центров антенн рассчитывались в специализированном микропроцессорном приемо-вычислительном блоке одновременно обрабатывающем сигналы глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и Navstar в открытом диапазоне L1. Полученные результаты по каналам связи передавались в серверную группу системы для последующей обработки с целью визуализации и принятия решений при чрезмерных деформациях. Данное техническое решение может быть использовано для геометрических измерений различных объектов дорожной инфраструктуры и передачи данных персоналу соответствующих дорожных и диспетчерских служб и непосредственно водителям.

На второй стадии функционирования системы вступает в действие бортовой компьютер, который анализирует техническое состояние автомобиля и сопоставляет его с геоинформационными данными о состоянии дороги. На этой стадии появляется реальная возможность беспилотного управления автомобилями.

Третья составляющая — это мониторинг прохождения грузов с помощью систем ГЛОНАСС и Navstar, который включает установку таможенных меток и отслеживание их перемеще-

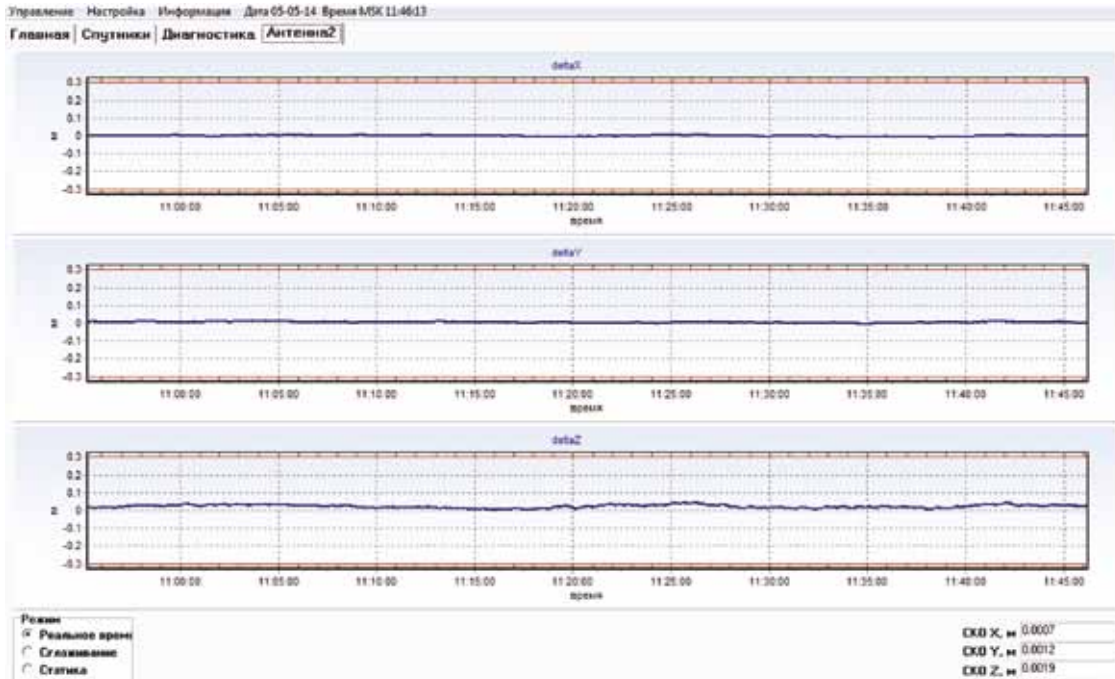


Рис. 6. График изменения координат контрольной точки № 2 (м)

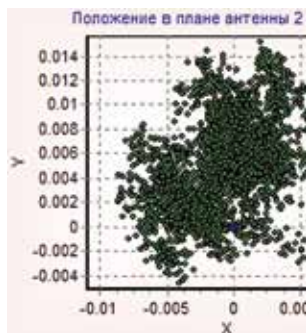


Рис. 7. Дисперсия результатов измерений координат (м) контрольной точки № 2

ния. Такие разработки планируется выполнить на основе RFID-технологий у нас в республике. Пока сдерживающим фактором является высокая стоимость радиочастотных меток, но проведенные исследования выводят нас на приемлемые решения. Таким образом, многоуровневая интегральная интеллектуальная система управления, развернутая на протяжении всего транспортного коридора, позволит регулировать безопасное передвижение транспортных средств и доставку грузов. Чтобы ее реализовать на практике, необходимо гармонизировать технические подходы задействованных в реализации проекта, создать единый аппаратно-программный комплекс, объединяющий региональные цен-

тры управления транспортным коридором, узаконить платные информационные услуги для участников дорожного движения и грузоотправителей.

Для диагностики транспортного коридора Западная Европа — Западный Китай (см. рис. 1) был проведен автопробег из г. Бреста (Беларусь) до г. Харгоса (Казахстан) [4], в том числе 610 км по Беларуси, 2250 км по России и 2784 км по Казахстану.

В ходе этого мероприятия в частности была проведена оценка технических параметров автомобильной дороги М-1/Е30, проходящей по территории Республики Беларусь. Установлено, что проезжая часть на всем протяжении имеет асфальтобетонное покрытие шириной 7,5 м, двухполосное движение в каждом направлении, обочины шириной 3,5 м с укреплением асфальтобетоном средней шириной 2,5 м. Средняя суточная интенсивность движения составляет 6000 авт./сут., доля грузового транспорта 30 %, максимальная среднесуточная интенсивность движения — 16000 авт./сут., минимальная — 4300 авт./сут.. Дорога проходит по 13 населенным пунктам, устроены переходно-скоростные полосы общей протяженностью 160 км и 57 съездов. Средняя ровность покрытия по направлению к границе РФ составляет 2,8 м/км, по направлению

к границе Республики Польша — 1,9 м/км, при максимальном допустимом значении 4,5 м/км. Средний коэффициент сцепления составляет 0,5.

Состояние проезжей части оценивалось долей повреждения, в среднем она составляет 6–10 %. Протяженность колеи глубиной более 10мм на покрытии по направлению к границе Российской Федерации составляет 44 км, по направлению к границе Республики Польша — 18 км. Несущая способность при круглогодичной эксплуатации установлена 11,5 т/ось.

На автомобильной дороге равномерно установлено 20 дорожно-измерительных станций, позволяющих контролировать изменение дорожно-климатических условий, видимость, состояние покрытия. Освещение установлено на 188 км дороги. Объекты сервиса: АЗС — 57; гостиниц — 5; мотели — 10; предприятия торговли — 55; пункты питания — 80; пункты связи — 76; СТО — 9. Количество участков концентрации ДТП — 92 протяженностью 50 км. Общее количество ДТП — 204 за год.

На основании этих данных было установлено, что в нормальных погодно-климатических

условиях грузный автопоезд пройдет по территории Республики Беларусь от одной границы до другой с учетом таможенного оформления, остановок на заправку и отдых за 10–12 ч. При этом средняя безопасная скорость движения на дороге составит 78 км/ч. Это подтверждает вышеприведенные данные об эффективности доставки грузов с использованием транспортного коридора, проходящего по территории государств Таможенного союза.

#### Литература:

1. Каримов, Б. Б., Салимбаев, Е. К. Автомобильные дороги Содружества Независимых Государств. — М.: Интертрансдорнаука, 2006. — С. 15.
2. Бусел, А. В., Богданович, С. В. Интеллектуальные системы в управлении транспортными коридорами / Сб. докладов МНТК Инновационное развитие международных транспортных коридоров. — Астана: МТКРК, КазАДИ, 2011. — С. 53–56.
3. Васильев, А. П. Эксплуатация автомобильных дорог. — М.: Академия, 2010. — 320 с.
4. Кашевская, Е. В. Автопробег, объединяющий народы / Дороги Содружества Независимых Государств. — 2013. — № 5(34). — С. 7–16.