



УДК 621.3.019.3

А.В. ФЕДУХИН*, Ар.А. МУХА*

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Киев, Украина

Анотація. Стаття присвячена проблемі забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах. Розглянуто інформаційний підхід у напрямку підвищення безпеки руху та наводиться опис базового варіанта виконання контрольно-інформаційної системи для залізничних переїздів «Благовіст 1.0». **Ключові слова:** інформаційний підхід, залізничний переїзд, шляховий датчик, радіоканал, інформаційне табло, контролер.

Аннотация. Статья посвящена проблеме обеспечения безопасности движения на железнодорожных переездах. Рассмотрен информационный подход в направлении повышения безопасности движения и приводится описание базового варианта исполнения контрольно-информационной системы для железнодорожных переездов «Благовест 1.0».

Ключевые слова: информационный подход, железнодорожный переезд, путевой датчик, радиоканал, информационное табло, контроллер.

Abstract. The article deals with traffic safety at railway crossings. An information approach towards improving traffic safety and a description of the basic embodiment of control of the information system for the railway crossings “Blagovest 1.0” was regarded.

Keywords: information approach, railway crossing, track gauge, radio channel, display board, controller.

1. Введение

Пересечения железнодорожных путей и автомобильных дорог в одном уровне являются наиболее сложными и опасными элементами транспортной сети и оказывают существенное влияние на эффективность эксплуатации автомобильного и железнодорожного транспорта в целом. Проблема железнодорожных переездов является актуальной для всех промышленно развитых стран. Эти пересечения характеризуются непроизводительными простоями автотранспорта, но наиболее острой проблемой продолжают оставаться дорожно-транспортные происшествия (ДТП) на переездах, в том числе с особо тяжкими последствиями.

Несмотря на то, что аварийность на железнодорожных переездах с каждым годом уменьшается, статистика подобных происшествий всё ещё потрясает своей масштабом. Ничем не оправданные ДТП регулярно происходят то в России, то в Украине.

Для начала приведём лишь несколько фактов и цифр, касающихся самых тяжёлых ДТП. 26 сентября 1996 г. на переезде в Ростовской области РФ произошло столкновение автобуса с тепловозом, что привело к гибели 21 человека (в том числе 19 детей) и увечью 18 человек. Это была самая крупная авария на железнодорожных переездах со времён распада СССР. В октябре 1997 г. на железнодорожном перегоне Самаровка – Новомосковск (Украина) произошло столкновение грузового автомобиля ГАЗ-66 с пригородным электропоездом. В результате 18 пассажиров автомобиля погибли. Июнь 2005 года, Украина. На переезде у села Новосёлка Одесской области произошло столкновение автобуса ЛАЗ-699Р с грузовым железнодорожным составом. Погибло 14 человек, восемь травмировано. Январь 2006-го, Краснодарский край РФ. На неохраняемом переезде перегона Варилка –

Усть-Лабинская автобус КАВЗ с рабочими ОАО «Кубаньстандарт» попал под электропоезд. 20 пассажиров и водитель погибли на месте, шесть человек получили травмы разной степени тяжести. Июнь 2006 года, Воронежская область РФ. На перегоне Россошь – Лиски автобус столкнулся с поездом. На месте погибли шестеро, увечья разной тяжести получили 12 человек, в том числе двое детей. В 2010 г. в Марганце Днепропетровской области (Украина) произошла самая масштабная за годы независимости Украины по количеству жертв катастрофа. Произошло столкновение автобуса с локомотивом на нерегулируемом переезде. В ДТП погибли 45 человек. Во всех перечисленных ДТП виноваты водители, проигнорировавшие правила пересечения железнодорожных переездов. В результате проблема аварийности на железнодорожных переездах приобретает общегосударственные масштабы в каждой из стран СНГ, особенно в России и Украине, которые лидируют по количеству ДТП на переездах.

Следует проанализировать ситуацию на предмет того, кто больше склонен к нарушению ПДД при пересечении железнодорожных переездов по возрастным категориям водителей. Наиболее точные статистические данные можно почерпнуть не у автоинспекторов, а у железнодорожников. Но если сопоставить статистику обеих структур и свести их в одно целое, то картина получится далеко не радужная: 33% в возрасте от 30 до 40 лет, 28% в возрасте от 20 до 29 лет и 21% в возрасте от 41 до 50 лет. Примерно такое же соотношение возрастных категорий виновников ДТП на железнодорожных переездах в Украине, что вполне очевидно: отношение водителей к ПДД, игнорирование ими элементарных норм безопасности в обеих странах одинаковое.

В основном к авариям на переездах приводит неверное оценивание дорожной ситуации водителем. Их невнимательность, беспечность и не оправданная в таких случаях торопливость имеют необратимые последствия. И хотя всем участникам дорожного движения прекрасно известно, что железнодорожный грузовой состав – не автомобиль, что ему для экстренного торможения требуется от 800 до 1 тыс. метров, пресловутое «авось проскочим» у многих в приоритете. Скоростные поезда, мчащиеся со скоростью более 100 км/ч, не такие тяжёлые, но их тоже сразу не остановить перед переездом. В таких случаях локомотив разрывает легковой автомобиль на части, а автобусы и грузовики отбрасывает на десятки метров, превращая их в груды металла. В Украине на скоростных участках движения переезды в лучшем случае имеют охраняемые посты, оборудованные сигнализациями или двухсторонними автоматическими шлагбаумами (АШ) (на которые перед прохождением скоростного поезда дежурный переезда вешает навесной замок во избежание открытия их водителями) и автоматической переездной сигнализацией (АПС). В этом случае приходится рассчитывать лишь на бдительность дежурных и сознательность водителей, но многих участников движения не останавливают ни преграждающий дорогу шлагбаум, ни красный сигнал светофора, ни включённая сигнализация. О ситуации на неохраняемых украинских переездах можно и не говорить, поскольку экстремальность ситуаций там граничит со смертельной опасностью. Именно там происходит наибольшее количество ДТП.

Статистика железнодорожных происшествий свидетельствует о том, что в 98 % случаев последствия аварий на переездах с участием автотранспортных средств (АТС) лежат на совести водителей, которые нарушают правила безопасности в зоне функционирования железнодорожного транспорта. Оснащённость железнодорожных переездов Украины в процентном соотношении имеет следующее распределение: 49% переездов без дежурных, но оснащенных сигнализацией, 26% переездов без дежурных, но неоснащенных сигнализацией, и 25% переездов, управляемых дежурными. Сегодня в Украине имеется около 6 тыс. железнодорожных переездов, из них только 30% оборудованы автоматическими шлагбаумами. А вот порядка 1500 одноуровневых развязок вообще не оснащены какой-либо автоматикой или сигнализацией. Там в наличии лишь предупреждающие до-

рожные знаки о переезде, которые с регулярной периодичностью приходится обновлять по причине их повреждения вследствие актов вандализма.

В целях обеспечения безопасности движения Министерством инфраструктуры Украины совместно с украинской железной дорогой была разработана концепция Государственной целевой социальной программы повышения безопасности на железнодорожных переездах на участках с интенсивным движением поездов, которая предполагала ликвидацию пересечений автомобильных и железнодорожных путей в одном уровне на протяжении 2012–2016 гг. На реализацию данной программы, по предварительным подсчетам железнодорожников, необходим 1 млрд грн, но в госбюджете Украины средства на данные цели не предусмотрены, да и сама программа пока так и не принята.

В данный момент железнодорожники самостоятельно финансируют и производят все работы по приведению переездов к требованиям действующих нормативов, реализуя свою отраслевую программу «Обеспечение безопасности движения на железнодорожных переездах на 2011–2015 годы» [1].

2. Информационный подход к обеспечению безопасности

Решение проблемы аварийности требует концентрации усилий руководителей и специалистов в сфере железных дорог, автомобильного и дорожного хозяйств, сотрудников подразделений дорожно-патрульной службы, общественных организаций на всех уровнях управления. Успех в решении данной проблемы зависит также от активного участия науки в деле разработки и реализации современных технических решений в области предупреждения аварийности на переездах. Работа в этом направлении должна вестись с учетом изменяющихся условий эксплуатации переездов, а точнее – с учетом повышения интенсивности движения транспортных средств на том или ином участке автомобильных дорог и железнодорожных путей [2].

Предупреждение аварийности на железнодорожных переездах должно осуществляться на основе подготовки новой и пересмотра действующей нормативно-технической документации, путем разработки и внедрения на переездах новых технических средств обеспечения безопасности с использованием новой элементной базы.

Поиском решений в данной области занимаются сотрудники Института проблем математических машин и систем НАНУ [3–5]. Целью этой статьи является ознакомление специалистов с одной из разработок института в области обеспечения безопасности движения через железнодорожные переезды.

Примером повышения безопасности движения по пешеходным переходам в городе есть установка информационного табло, показывающего время, оставшееся до включения зеленого света светофора для автотранспортного средства (АТС) и запрета движения пешеходов через пешеходный переход. На некоторых пешеходных переходах дополнительно с отсчетом времени включается акустическое сопровождение для лиц с пониженным зрением и слепых. Исследованиями установлено, что такая недорогая информационная система позволяет сократить количество дорожных происшествий по вине пешеходов более чем на 20% [6].

Анализируя аварии на переездах, причинами которых являются объезды автомобилями АШ или выезды на пути перед поездом, в случае переезда при необорудованном АШ, неизбежно возникает вопрос: «Произошла бы такая авария, если бы водитель АТС знал, откуда приближается поезд, с какой скоростью он движется и сколько придется ждать, пока откроется переезд?» Отвечая на этот вопрос, с большой долей уверенности можно утверждать, что если бы водитель имел эту информацию, то у него бы хватило выдержки дожидаться открытия переезда.

Опрос участников дорожного движения по железнодорожным переездам показал, что почти 70% водителей автотранспорта поддерживают идею внедрения систем инфор-

мирования водителя, которые предоставляют информацию в отношении поездной ситуации в зоне переезда. Данная идея нашла поддержку не только среди водителей, но и в Государственной автомобильной инспекции Украины, а также в ведущем высшем транспортном научно-образовательном заведении Украины – Национальном транспортном университете (г. Киев).

Основным преимуществом предлагаемого решения для железнодорожного транспорта является то, что эти контрольно-информационные системы для железнодорожных переездов (КИСЖП):

- являются дешевыми современными средствами, позволяющими повысить безопасность движения АТС по переездам;
- они являются автономными, не требуют схемной увязки с действующими системами АПС и АШ;
- могут устанавливаться на переездах любых имеющихся типов и при любых видах тяги и системах АПС.
- на них не распространяются требования по функциональной безопасности, предъявляемые к системам железнодорожной автоматики, которые связаны с обеспечением безопасности движения поездов.

Все это дает возможность широкого внедрения такого рода систем на железнодорожном транспорте Украины.

3. Требования к контрольно-информационным системам

Основные функции:

1. Своевременное информирование с использованием информационного табло (ИТ) водителей АТС, которые движутся через переезд, о поездной ситуации в зоне переезда, в частности, о:

- занятости участка приближения к переезду;
- направлении движения поезда;
- скорости движения поезда;
- оставшемся времени до проследования поезда через переезд (обратный отсчет с учетом переменной скорости движения поезда);
- освобождении участка приближения к переезду;
- других обстоятельствах на переезде (например, ремонтных работах) в виде информационной бегущей строки.

2. Контролируемая скорость движения поезда до 200 км / ч и выше.

3. Предел дальности контроля движения поезда до 2,5 км.

4. Расстояние надежного восприятия видеоинформации на ИТ с транспортного средства от 1 до 50 м.

5. Температура окружающей среды эксплуатации от -30°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

6. Автономное электропитание от аккумуляторной батареи с подзарядкой от солнечной батареи или от промышленной сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В.

7. Использование энерго- и материалосберегающих технологий (электроэнергия, кабельная продукция и др.).

8. Влажно-, вибро- и антивандальная устойчивость исполнения оборудования.

9. Самоконтроль работоспособности и автоматический переход в защитное состояние при отказе аппаратуры.

10. Возможность эксплуатации на переездах любых имеющихся типов и при любых видах тяги.

Дополнительные функции:

1. Объективный аппаратный контроль свободности зоны переезда и формирование предупредительной информации об аварийной ситуации на переезде на ИТ.
2. Видеонаблюдение и видеопотоколирование состояния зоны переезда во время движения поезда.
3. Передача информации об аварийной ситуации на переезде в систему диспетчерского контроля (СДК) и службу Министерства чрезвычайных ситуаций (МЧС).
4. Использование технических возможностей информационной бегущей строки на ИТ в рекламных целях.

4. Контрольно-информационная система «Благовест 1.0»

Система «Благовест 1.0» имеет базовую комплектацию (без дополнительных функций) и является наиболее бюджетной системой серии «Благовест». В модификации для однопутного пути с двусторонним движением система «Благовест 1.0» (рис. 1) содержит в своем составе два счетных пункта (СП), которые размещаются на удалении от переезда, что обеспечивает достаточное время для своевременного оповещения участников движения на переезде.

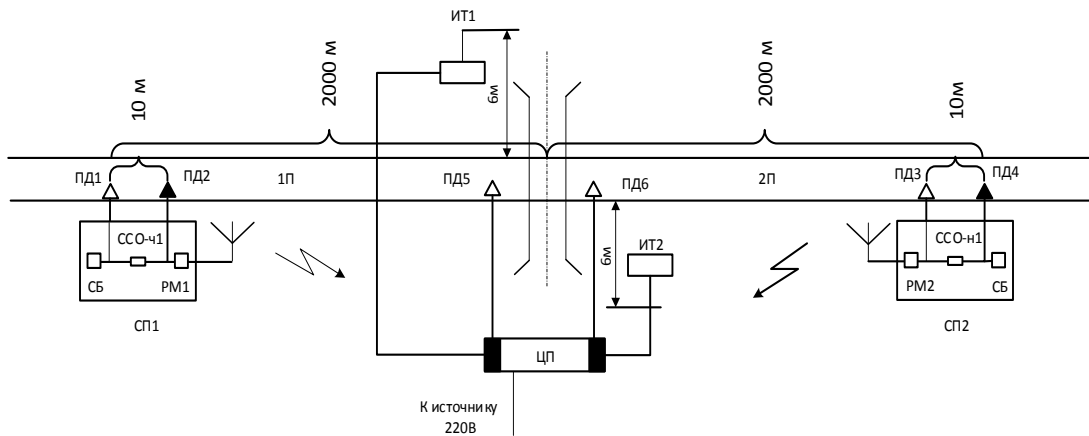


Рис. 1. Структурная схема системы «Благовест 1.0»

СП включает в себя два путевых датчика (ПД), схему счета осей (ССО), радиомодем (РМ) для передачи информации на центральный пункт (ЦП) по радиоканалу. Для повышения устойчивости от электромагнитных помех СП имеет автономное электропитание от аккумуляторной батареи с подзарядкой от солнечной батареи (СБ) или питание от источника переменного тока 220В (в зависимости от условий размещения оборудования).



Рис. 2. Вид информационного табло системы

ЦП управляет работой двух светодиодных ИТ (рис. 2): по одному с каждой стороны переезда. ИТ используются для информирования водителей транспортных средств и пешеходов на переезде о приближении поезда, времени, оставшегося до его проследования через переезд, скорости и направлении движения. ИТ должны устанавливаться над переездом с каждой стороны в зоне прямой видимости для водителей АТС. ИТ выполняется с учетом требо-

ваний влагозащиты ip67 и построено на базе сверхъярких светодиодов марки Cree, что позволяет достичь максимальной видимости на значительном расстоянии даже при дневном освещении.

Центральный пункт обеспечивает:

- прием данных по радиоканалу связи от СП;
- обработку информации, получаемой от СП;
- передачу информации по проводному каналу связи на ИТ.

Примечание. Данные о скорости движения поезда и оставшемся времени проследования его через переезд, отображаемые на ИТ, постоянно корректируются в реальном времени с учетом неравномерности движения поезда.

ЦП располагается или в типовом напольном шкафу в зоне переезда совместно с оборудованием системы железнодорожной автоматики, или в индивидуальном специальном шкафу, или в корпусе ИТ.

Счетный пункт обеспечивает:

- отслеживание продвижения поезда методом подсчета числа осей, проходящих в зоне контроля путевых датчиков;
- определение скорости и ускорения движения поезда;
- определение направления движения поезда;
- передачу информации по радиоканалу связи на ЦП.

СП располагается в металлическом шкафу на типовой мачте, используемой для напольных светофоров, на которой также устанавливаются антенна и панели солнечной батареи (в зависимости от вида электропитания).

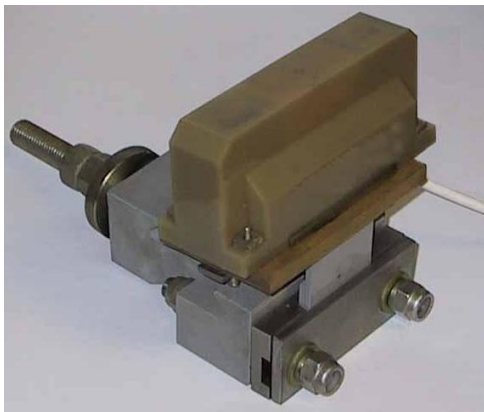


Рис. 3. Путевой датчик контроля прохождения колеса поезда

В системе используются путевые датчики прохождения колеса отечественного производства ДПД-03 ООО «ДСКТБ СКАТ» (рис. 3). Эти датчики имеют ряд преимуществ, проверены в разных условиях эксплуатации на магистральном транспорте в Украине и при этом обладают приемлемой стоимостью. Датчики имеют несколько чувствительных элементов, которые выдают циклограмму прохода колеса (рис. 4), что позволяет фиксировать скорость подвижного состава и направление его движения, а также осуществлять контроль целостности цепей питания датчика.

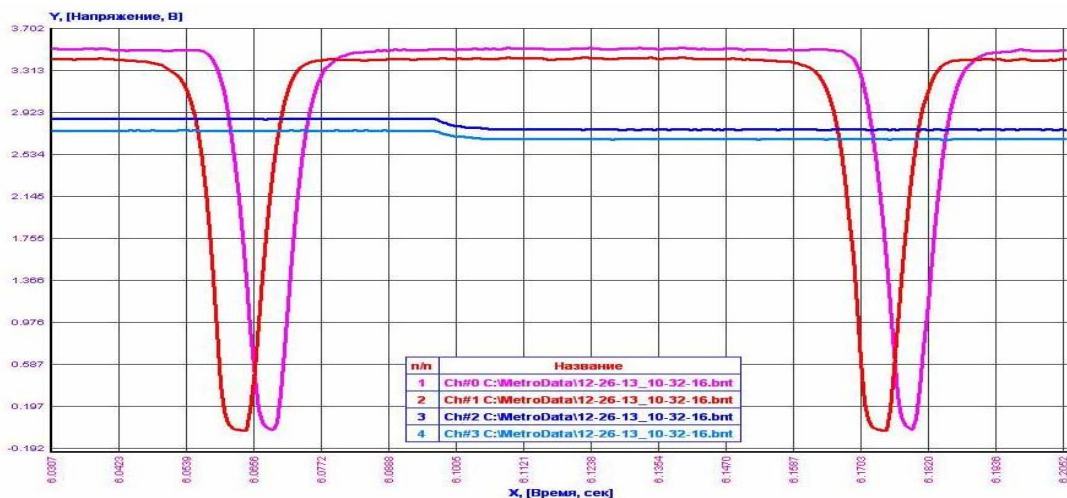


Рис. 4. Циклограмма сигнала на выходе датчика при прохождении колеса поезда

Также в системе используется устройство обработки сигналов, которое обеспечивает стабилизацию сигнала с датчиков и формирует устойчивость к электромагнитным помехам от проходящего электротранспорта.

Связь между ЦП и СП организована на базе РМ типа XBee PRO S2bc (рис. 5) с дальностью действия до 3000 м в комплексе с антенной 25+дБм, модуль работает в свободном диапазоне частот 2,4-2,4835 ГГц (рис. 6). Такой выбор позволяет использовать 128-битное AES-шифрование при передаче данных и привязку к Mac-адресам устройств.

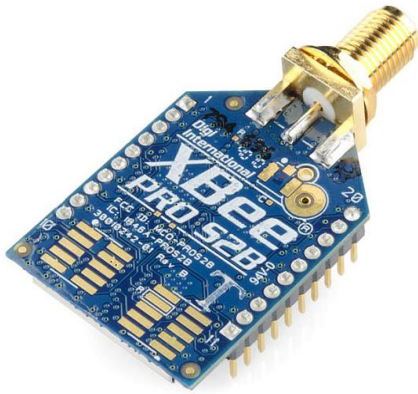


Рис. 5. Радиомодуль XBee PRO S2b



Рис. 6. Антенна 2.4GHz 25dbi

5. Выводы

Рассмотренный информационный подход в направлении повышения безопасности движения по железнодорожным переездам позволяет при минимальных затратах времени и средств повысить безопасность движения автомобильного транспорта по железнодорожным переездам за счет повышения информированности всех участников движения о направлении движения поезда, его скорости и оставшемся времени до начала движения по переезду. Предлагаемый подход реализован в виде радиомикропроцессорных систем серии «Благовест» и получил поддержку в департаменте Автоматики, телемеханики и связи Государственной администрации железнодорожного транспорта Украины "Укрзалізниця", в департаменте Государственной автомобильной инспекции МВД Украины и Национальном транспортном университете МОН Украины. Ожидаемая эффективность от внедрения систем этой серии определяется сокращением количества аварийных ситуаций на переездах и составляет порядка 50% и более.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://censor.net.ua/n184715>.
2. <http://rostransport.com/transportrf/pdf/35/47-50.pdf>.
3. Федухин А.В. Новый подход к автоматизации переездов на железнодорожном транспорте / А.В. Федухин, А.В. Гладков, Ар.А. Муха // Математичні машини і системи. – 2011. – № 3. – С. 135 – 141.
4. Федухин А.В. Радиомикропроцессорная гарантоспособная система автоматической переездной сигнализации на железнодорожном транспорте / А.В. Федухин // Математичні машини і системи. – 2013. – № 1. – С. 157 – 162.
5. Федухин А.В. Беспроводные микропроцессорные системы для железнодорожных переездов серии «Благовест» / А.В. Федухин, Ар.А. Муха // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2015. – № 2. – С. 1 – 5.
6. <http://www.gibdd.ru/news/federal/1360519>.

Стаття надійшла до редакції 19.10.2015