

*Давыдов А.И.,  
кандидат технических наук, доцент  
доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика»  
Омский государственный университет путей сообщения  
Россия, г. Омск*

## **МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА И УЧАСТНИКОВ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕЕЗДЕ**

*Аннотация.* В настоящее время вопрос повышения безопасности на железнодорожных переездах является очень важным. В статье рассмотрена графическая модель информационного взаимодействия инфраструктуры и участников движения. Эта модель поможет структурировать потоки информации и выработать мероприятия по повышению безопасности.

*Ключевые слова:* переезд, безопасность, граф-модель, железная дорога, инфраструктура.

## **MODEL OF INFORMATION INTERACTION OF RAILWAY CROSSING INFRASTRUCTURE OBJECTS AND TRAFFIC PARTICIPANTS AT THE RAILWAY CROSSING**

*Annotation.* Currently, the issue of improving safety at level crossings is very important. The article discusses a graphical model of information interaction between infrastructure and road users. This model will help structure information flows and design safety improvements.

*Key words:* crossing, safety, graph model, railway, infrastructure.

Проблеме безопасности движения на переездах уделяется большое внимание со стороны инженеров, научных сотрудников и работников железных дорог. Но до сих пор движение по переезду для железнодорожного и автомобильного транспорта оказывается небезопасным [1, 2]. Участники движения не располагают полной информацией о дорожной обстановке, временных параметрах работы переезда, имеют место нарушения правил дорожного движения и отказы средств автоматики. Максимальный уровень безопасности в местах пересечения автомобильной и железной дорог может достигаться двумя кардинально разными путями.

Первый состоит в организации разноуровневых развязок: строительство тоннелей или путепроводов. Возможен вариант с организацией платных двухуровневых грузовых лифтов для проследования переездов, закрытых на продолжительное время.

Второй путь повышения безопасности на переездах – ликвидация человеческого фактора. Все технические объекты должны быть наделены искусственным интеллектом, подвижные единицы функционировать в режимах автопилотирования, а в случаях критических (опасных) отказов автоматика должна сама блокировать любое движение (в том числе, поезда) на переезде. Обозначенные пути повышения безопасности на переездах в силу современного состояния научно-технического прогресса и высоких экономических затрат трудно достижимы. Например, на большом количестве переездов в крупных городах строительство разноуровневых развязок невозможно из-за сложившейся инфраструктуры, а в малонаселенных пунктах – нецелесообразно ввиду низкого трафика автомобильной и железной дорог.

Главная проблема безопасной эксплуатации и передвижения по железнодорожному переезду состоит в том, что отсутствует контроль «поведения» объектов инфраструктуры, так же как и комплексный обмен информацией и, как следствие, нет полной картины на железнодорожном переезде, в регионе, на железной дороге и по сети железных дорог страны в целом.

Для того чтобы иметь полное представление об обстановке на переезде в любой момент времени, необходимо, помимо внедрения непрерывного мониторинга за всеми объектами инфраструктуры, объединить мониторинговые системы в одну сеть. Такой подход позволит создать своего рода сенсорную сеть на всем периметре переезда и контролировать его безопасное функционирование.

Представим весь комплекс устройств инфраструктуры на переезде в виде модели и построим граф взаимодействия информации между объектами в настоящее время, как показано на рисунке 1.

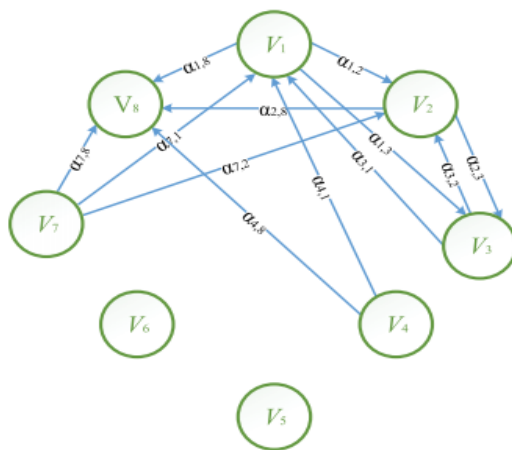


Рисунок 1 – Граф информационного взаимодействия объектов инфраструктуры железнодорожного переезда и участников движения на переезде

Обозначения вершин на рисунке 1 следующие: V1 – подвижной состав; V2 – автоматическая переездная сигнализация; V3 – рельсовые цепи; V4 – рельсовый путь; V5 – контактная сеть; V6 – резинокордовое покрытие; V7 – автодорога; V8 – автотранспорт.

На рисунке 1 указаны все имеющиеся связи и направления передачи информации; отметим недостаточный информационный обмен между объектами инфраструктуры и подвижного состава.

Компоненты информационного обмена между объектами графа

представлены в табл. 1. Там же обозначены имеющиеся и перспективные способы передачи данных.

Таблица 1

Реализация информационного обмена между объектами переезда и движущимися объектами

Обозначение связей	Реализация в настоящее время	Варианты реализации	
		современные	перспективные
1	2	3	4
$\alpha$ 1,2	Рельсовая цепь	Рельсовая цепь, магнитные педали	Удаленное взаимодействие по радиоканалу
1	2	3	4
$\alpha$ 1,3	Рельсовая нить	Рельсовая нить	Рельсовая нить
$\alpha$ 1,8	Автоматическая переездная сигнализация	АПС, информационные табло	Передача по радиоканалу информации на бортовую систему автотранспорта и интеграция с системой управления автомобиля
$\alpha$ 2,3	Кабельная линия	Кабельная линия, дублирование радиоканалом передачи данных	Радиоканал передачи данных
$\alpha$ 2,8	Сигналы светофора	Информационные табло	Передача по радиоканалу

			информации на бортовую систему и интеграция с системой управления автомобиля
α 3,1	Автоматическая локомотивная сигнализация	АЛС, АЛС-Р	Радиоканал передачи данных, визуализация, видеотрансляция в кабине машиниста
α 3,2	Кабельная линия	Кабельная линия, дублирование радиоканалом передачи данных	Радиоканал передачи данных
α 4,1	Рельсовая цепь	Радиоканал передачи данных	Радиоканал передачи данных
α 4,8	Автоматическая переездная сигнализация	Интерактивные экраны оповещения об условиях на переезде (погодных, транспортных)	Передача по радиоканалу информации на бортовую систему автотранспорта и интеграция с системой управления автомобиля
1	2	3	4

α 7,1	Ручное включение заградительного сигнала	Передача по радио каналу информации об условиях на переезде	Передача по радиоканалу информации об условиях на переезде, трансляция видео в кабине машиниста
α 7,2	Ручное включение заградительного сигнала	Датчики, следящие за дорогой, формирование информации о дорожных условиях	Датчики, следящие за дорогой, формирование информации о дорожных условиях, анализ обстановки и автоматическое прогнозирование ситуаций автоматикой
α 7,8	Дорожные знаки, разметка	Интерактивные табло	Интерактивные оповещения и передача на бортовую систему, авто-, радиоканал

Анализ таблицы показывает, что многие связи между объектами требуют совершенствования. Так, ручное включение заградительного сигнала в экстренной ситуации можно заменить автоматическим и добавить функцию дублирования данных на борт приближающегося локомотива, а дорожные знаки дополнить системами оповещения, интегрированными во внутренние системы автотранспорта. Видно, что количество связей в графе рисунка 1 минимально.

Данная ситуация складывается по нескольким причинам. Нет, во-первых, мониторинга состояния каких-либо отдельных устройств, во-вторых,

каналов связи между объектами. Как пример отсутствия мониторинга можно привести отсутствие контроля перекоса пути, поднятия плит или нахождения посторонних предметов на переезде. Как пример отсутствия каналов связи можно привести отсутствие информирования машиниста об обстановке на переезде (есть ли на его пути препятствие, исправны ли устройства инфраструктуры и т. д.). Для того чтобы переезд в полной мере удовлетворял требованиям безопасности, необходимо идентифицировать и устранить все слабые места.

На переезде также вероятно появление людей и посторонних предметов (мусор, поваленные деревья, оставленные предметы и др.), наличие которых также необходимо выявлять.

Анализируя вышесказанное, представим на рисунке 2 модель железнодорожного переезда в виде полносвязного графа – графа полного информационного взаимодействия между объектами инфраструктуры и транспорта.

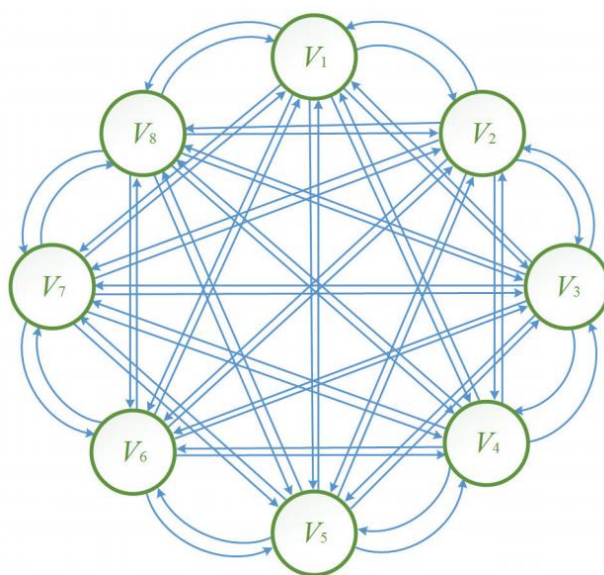


Рисунок 2 – Расширенный граф информационных связей объектов инфраструктуры переезда и участников движения через железнодорожный переезд

Как следует из рисунка 2, обеспечивается информационная связь между всеми составными частями переезда и тем более комплексно отслеживается безопасная транспортная обстановка. Происходит передача информации от каждого объекта инфраструктуры переезда и транспортного средства, проезжающего через него. Обеспечивается дублирование информационных каналов, а при отказе одного из каналов информация с объекта программно перенаправляется через другой канал. При сравнении рисунка 1 и рисунка 2 видны слабые места в обеспечении безопасности движения на переездах.

### **Список литературы:**

1. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 – 2024 годы. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-р.
2. Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (Белая книга) (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642).