

СТАТЬИ

УДК 656.216.2

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДНОГО КОМПЛЕКСА**

<sup>1</sup>Ахмедзянов Г.Г., <sup>1</sup>Дремин В.В., <sup>2</sup>Литвинов А.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения»,  
Омск, e-mail: lzzzzlomsk@gmail.com;

<sup>2</sup>ФГКОУ ВО «Омская академия Министерства внутренних дел Российской Федерации»,  
Омск, e-mail: artyom\_hawk@mail.ru

Рассматривается проблема повышения эффективности эксплуатации железнодорожного переездного комплекса. Железнодорожный переездный комплекс включает элементы инфраструктуры автомобильных и железных дорог, устройства сигнализации и ограждения, системы контроля и видеонаблюдения. Количество дорожно-транспортных происшествий на железнодорожных переездах остается на одном уровне за последние десять лет. Предметом исследования является модель железнодорожного переездного комплекса. Целью работы является совершенствование информационной модели железнодорожного переездного комплекса для повышения эффективности его эксплуатации. Для исследования использовались модель связи устройств железнодорожного переездного комплекса, развернутый граф информационных связей объектов инфраструктуры железнодорожного переезда, информационный граф железнодорожного переездного комплекса. В статье сравнивается динамика дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации на автомобильных дорогах и железнодорожных переездах за последние десять лет. Больше всего дорожно-транспортных происшествий происходит на неохранных нерегулируемых железнодорожных переездах. Предложено исследовать полную схему железнодорожного переездного комплекса для разработки технических мероприятий по повышению эффективности и безопасности его эксплуатации. Представлены модели связи устройства переездного комплекса и неохранных нерегулируемого переезда. На основании развернутого информационного графа построены графы переездного комплекса с видеонаблюдением и неохранных нерегулируемого железнодорожного переезда. Для совершенствования информационных связей участников движения на неохранных нерегулируемом железнодорожном переезде предложен вариант его модернизации.

**Ключевые слова:** железнодорожный переезд, автоматическая переездная сигнализация, модель связи устройств, неохранный нерегулируемый переезд, информационный граф, непрерывный мониторинг

**IMPROVE THE MANAGEMENT OF PARAMETERS  
OF RAILWAY INFRASTRUCTURE TO IMPROVE  
THE EFFECTIVENESS OF THE LEVEL CROSSING COMPLEX**

<sup>1</sup>Akhmedzyanov G.G., <sup>1</sup>Dremin V.V., <sup>2</sup>Litvinov A.V.

<sup>1</sup>Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: lzzzzlomsk@gmail.com;

<sup>2</sup>Omsk City academy of the Ministry of Internal Affairs Russia, Omsk, e-mail: artyom\_hawk@mail.ru

The problem of increasing the efficiency of operation of the level crossing complex is discussed. The level crossing complex includes elements of the infrastructure of roads and railways, signaling and barrier devices, control and video surveillance systems. The number of road traffic accidents at level crossings has remained at the same level over the past ten years. The object of study is a model of a level crossing complex. The aim of the work is develop the information model of the level crossing complex to increase the operating efficiency. For research, we used a model of communication between devices of a level crossing complex, an information graph of a level crossing complex. The article compares road accidents dynamics. To date, the number of road traffic accidents at level crossings had not decreased significantly. It is proposed to study the complete scheme of the level crossing complex to its improvement. Models of communication between the components of the level crossing complex had been developed. On the basis of the extended information graph, the graphs of the level crossing complex were built. A variant of its upgrading has been proposed, to improve the information connections of road users at passive level crossing.

**Keywords:** level crossing, active level crossing, passive level crossing, device communication model, information graph, continual monitoring

Железнодорожный переездный комплекс (ЖДПК) – это технологический комплекс, включающий железнодорожный переезд (место пересечения в одном уровне железной и автомобильной дорог), технические средства ограждения и сигнализации (как для автомобильного, так и железнодорожного транспорта), системы контроля и диагностики, существующую инфраструктуру желез-

нодорожной линии (контактную сеть, рельсовые цепи и рельсовый путь) и автомобильной дороги (дорожное и резинокордовое покрытие, дорожные знаки, разметка). ЖДПК служит для обеспечения безопасного движения железнодорожного подвижного состава и автомобильного транспорта, сохранности перевозимых грузов, пассажиров и здоровья людей в зоне железнодорожного переезда.

Несмотря на общее снижение количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в Российской Федерации (с 2009 по 2020 г. снижение на 28,8%) количество ДТП на переездах остается на одном уровне (с 2009 по 2020 г. рост на 1%) [1]. Поэтому задача повышения эффективности и безопасности эксплуатации ЖДПК требует новых подходов. Также следует отметить, что большая часть ДТП (58,8% на 2020 г.) приходится на неохраняемые нерегулируемые железнодорожные переезды (четвертая категория).

**Материалы и методы исследования**

В работе использован метод описания информационного взаимодействия элементов инфраструктуры железнодорожного переездного комплекса и участников движения. Материалом работы послужили данные о ДТП на железнодорожных переездах Западно-Сибирской железной дороги с 2015 по 2020 г.

**Результаты исследования и их обсуждение**

На первом этапе для определения причин ДТП на ЖДПК необходимо построить

схему ЖДПК и рассмотреть имеющиеся подсистемы и их связи. ЖДПК включает множество различных технических средств, обеспечивающих безопасное движение по переезду. Рассмотрим ЖДПК с максимальным техническим оснащением. Он будет включать следующие элементы: автоматическую переездную сигнализацию с автошлагбаумом (АПС АШ), устройство заграждения переезда (УЗП) с датчиками контроля занятости (КЗ), переездный светофор, устройства звукового оповещения, противотаранные устройства, дорожные знаки, дорожную разметку, систему видеонаблюдения, релейный шкаф, батарейный шкаф, рельсовую цепь, рельсовый путь, автомобильную дорогу, резинокордовое покрытие, заградительный светофор, автоматическую локомотивную сигнализацию, аппаратуру диспетчерского контроля (ДК), переездный пост, контактную сеть [2]. На рис. 1 представлены связи между отдельными элементами ЖДПК. Выделены информационные и механические связи, передача команд управления и линии электропитания.

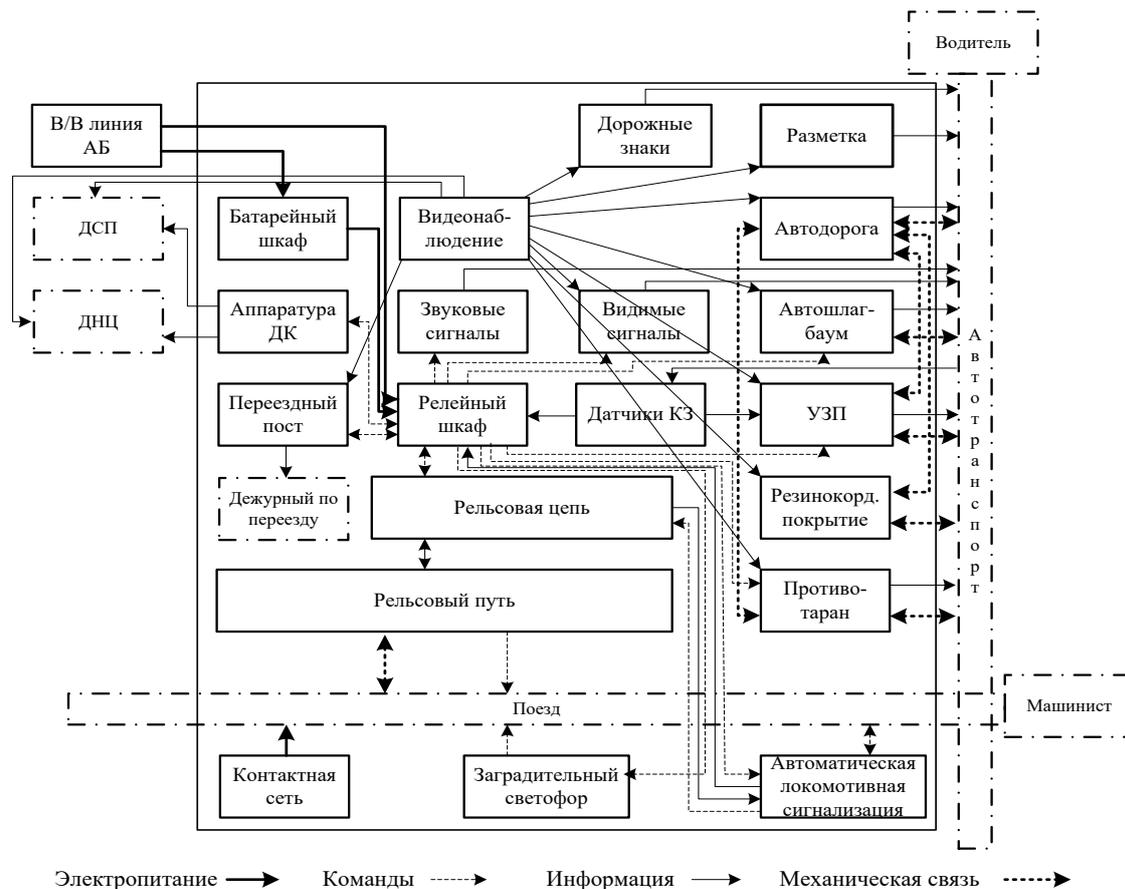


Рис. 1. Модель связи устройств на ЖДПК

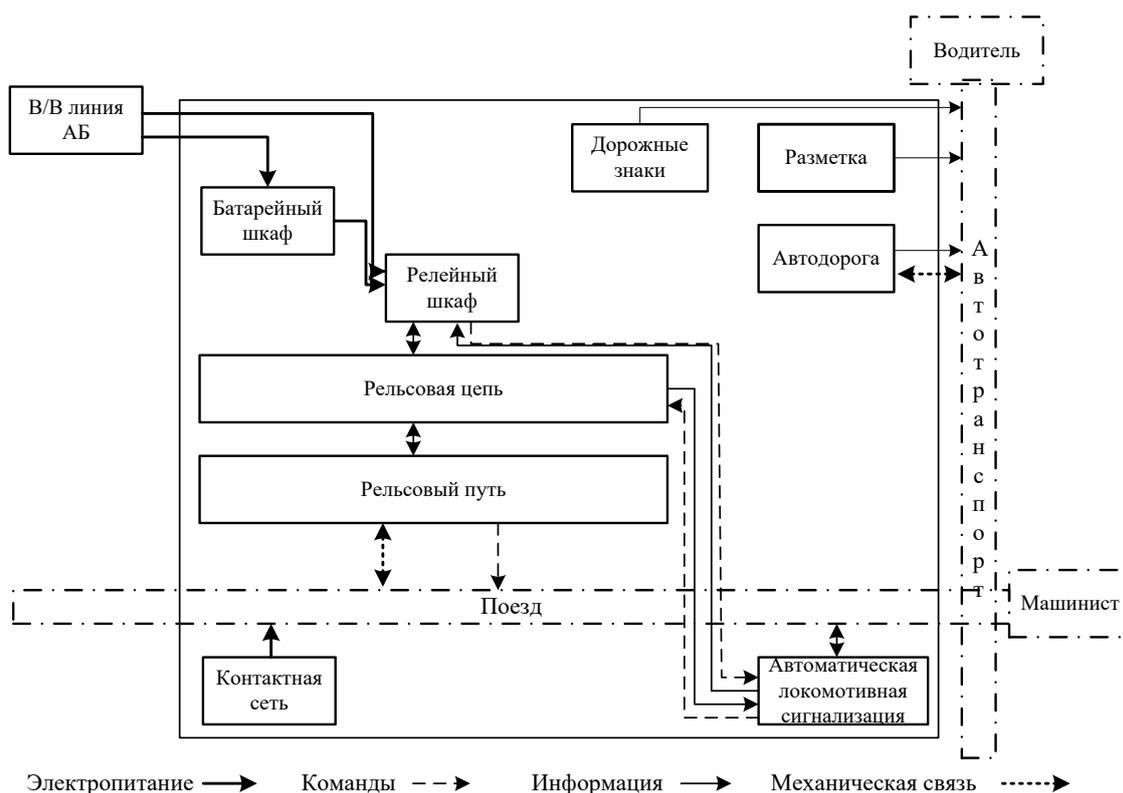


Рис. 2. Модель связи устройств на неохраемом нерегулируемом ЖДПК

Из модели связи устройств на ЖДПК видно, что основная информация о большинстве устройств может быть получена через систему видеонаблюдения. Имеющиеся на сегодняшний день системы видеонаблюдения позволяют контролировать небольшое число объектов ЖДПК. Так система «Кордон» позволяет контролировать зону конфликта и показание переездного светофора [3]. Расширение области обзора видеокамер позволит контролировать состояние всех объектов ЖДПК и повысит эффективность его работы.

Основным местом концентрации ДТП являются железнодорожные переезды четвертой категории, поэтому рассмотрим отдельно модель связи устройств для неохраемого нерегулируемого переезда (рис. 2).

Количество элементов ЖДПК для неохраемых нерегулируемых переездов сокращается. Водитель автотранспорта получает информацию о приближении зоны переезда только с помощью разметки и дорожных знаков, а машинист остается без информации о текущей ситуации на переезде и может рассчитывать только на свое зрение. В случае неблагоприятных атмосферных явлений видимость для машиниста и водителя автомобиля

резко ухудшается. Поэтому для повышения эффективности работы неохраемых нерегулируемых переездных комплексов необходимо дополнить такие ЖДПК дополнительными средствами сигнализации для водителя автотранспорта и информирования для машиниста поезда. Для автомобильной дороги можно использовать автономный желтый мигающий сигнал, хорошо себя зарекомендовавший для повышения безопасности на пешеходных переходах [4]. Машинист может получать информацию о нештатной ситуации на переезде с помощью линии автоматической локомотивной сигнализации [5].

Важной проблемой эксплуатации ЖДПК являются неудовлетворительный уровень контроля технического состояния отдельных устройств и систем комплекса. Отсутствие полного обмена информацией не позволяет участникам движения формировать точную оценку ситуации на переезде. Существует концепция полносвязного непрерывного мониторинга объектов инфраструктуры, объединенных в одну сеть [6]. Данный способ может представляться в виде развернутого графа информационных связей элементов инфраструктуры переезда и участников движения (рис. 3).

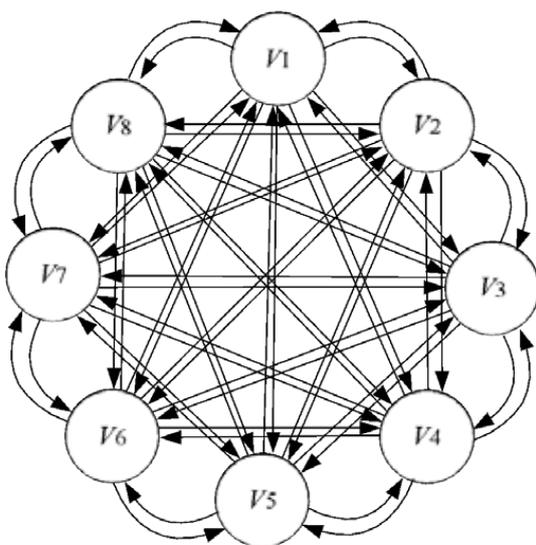


Рис. 3. Развернутый информационный граф ЖДПК

На рисунке показаны следующие вершины:  $V_1$  – железнодорожный транспорт;  $V_2$  – автоматическая переездная сигнализация;  $V_3$  – рельсовая цепь;  $V_4$  – рельсовый путь;  $V_5$  – электрическая контактная сеть;  $V_6$  – резинокордовое покрытие;  $V_7$  – автодорога;  $V_8$  – автомобильный транспорт. Реализация данного способа с использованием информационных технологий позволит интегрировать ЖДПК в «цифровую железную дорогу» [7].

Недостатком представленного графа является отсутствие некоторых объектов ЖДПК (УЗП, противотаран, видеонаблюдение и т.д.). Также на графе представлены избыточные информационные связи, например связь между резинокордовым покрытием и остальными вершинами (тот факт, что резинокордовое покрытие будет получать информацию о состоянии контактной сети, никак не повлияет на работу ЖДПК). Кроме этого, представленная модель не учитывает роль дежурного по переезду и поездного диспетчера. Изменим граф информационных связей ЖДПК, дополнив его новыми элементами и оставив только актуальные информационные связи (рис. 4).

Представленная модель позволяет осуществлять мониторинг устройств ЖДПК с резервированием основных информационных каналов, отслеживать нештатные ситуации на переезде и передавать эту информацию машинисту, водителю автотранспорта и поезвному диспетчеру. Использование видеонаблюдения для комплексного определения параметров инфраструктуры позволяет значительно уменьшить количе-

ство информационных связей между вершинами графа и сократить финансовые затраты на реализацию этих связей.

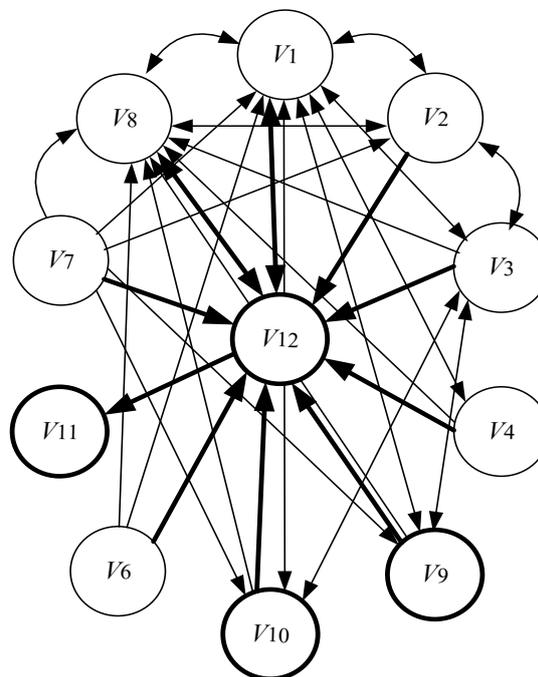


Рис. 4. Информационный граф ЖДПК с видеонаблюдением

Информационный граф дополнен следующими вершинами:  $V_9$  – устройство заграждения переезда;  $V_{10}$  – противотаранное устройство;  $V_{11}$  – дежурный по станции (поездной диспетчер);  $V_{12}$  – видеонаблюдение. Если рассматривать информационный граф неохраемого нерегулируемого ЖДПК (рис. 5), то на нем будет отсутствовать автоматическая переездная сигнализация ( $V_2$ ) ключевая вершина, реализующая функцию информирования водителя автотранспорта о занятости переезда. Также вместо резинокордового покрытия ( $V_6$ ) будет обычное асфальтовое покрытие.

Для повышения эффективности эксплуатации неохраемого нерегулируемого ЖДПК предлагается оснастить его системой контроля нештатных ситуаций на основе АЛСН ( $V_{13}$ ) и устройствами дополнительной сигнализации ( $V_{14}$ ). В качестве устройств дополнительной сигнализации могут использоваться лазерная стена [8] или желтый мигающий светофор, питающийся от аккумулятора и солнечной батареи [4]. Внедрение таких простых и экономичных технических решений позволит организовать дополнительные информационные связи для автоводителя и машиниста локомотива.

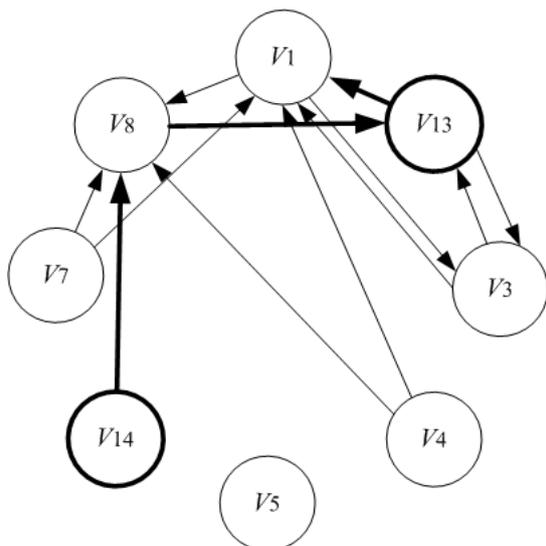


Рис. 5. Информационный граф для неохраяемого нерегулируемого ЖДПК

### Заключение

Использование видеонаблюдения, системы контроля нештатных ситуаций и устройств дополнительной сигнализации позволит при небольших финансовых затратах значительно усовершенствовать учет параметров объектов железнодорожной инфраструктуры и повысить эффективности эксплуатации ЖДПК.

### Список литературы

1. Официальный сайт Госавтоинспекции. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения: 28.10.2021).
2. Сапожников Вл.В., Кокурин И.М., Кононов В.А. Эксплуатационные основы автоматки и телемеханики: учебник для вузов железнодорожного транспорта. М.: Маршрут, 2006. 247 с.
3. Барский И.В. Комплексы «Кордон-М» КР. Новый уровень автоматической фиксации нарушений ПДД на пересечениях дорог // Вестник НЦБЖД. 2016. № 1 (27). С. 11–15.
4. Шешера Н.Г. Альтернативные источники энергопитания для светофорных объектов. Автономные пешеходные переходы на солнечных батареях // Безопасность дорожного движения: сборник научных трудов. М.: ФКУ НЦ БДД МВД России, 2020. С. 239–243.
5. Ахмедзянов Г.Г., Дремин В.В., Галиакберов Д.Р., Филиппова К.Г. Система контроля нештатных ситуаций на неохраяемых железнодорожных переездах // Патент РФ № 2759756. Патентообладатель ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения». 2021. Бюл. № 32.
6. Ефанов Д.В., Осадчий Г.В., Плотников Д.Г., Хорошев В.В. Комплексный учет параметров объектов инфраструктуры железной дороги, железнодорожного подвижного состава и автомобильного транспорта для обеспечения безопасности движения на переездах // Автоматика на транспорте. 2018. № 2 (4). С. 167–194.
7. Хорошев В.В., Ефанов Д.В., Осадчий Г.В. Концепция полного мониторинга инфраструктуры переездов // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 1 (74). С. 47–52.
8. Кованов А.Н. В России разработали светофор, который нельзя не заметить [Электронный ресурс]. URL: <https://auto.mail.ru/article/73828-v-rossii-razrabotali-svetofor-kotoryij-nelzya-ne-z> (дата обращения: 25.10.2021).