

15. Dubinin A. S. *Ustroistvo dlya obogreva strelochnogo perevoda* [A device for the thermal heating of a turnout switch]. Patent RU 2470108 C2. Application No. 2008117757/11 dated April 25, 2008; publ. October 27, 2009.

16. Gertsig D.V., Razmanov V.V. *Ustroistvo lokal'nogo elektroobogreva zheleznodorozhnykh putei* [A device for the local electric heating of railway tracks]. Patent RF No. 56903, Russian Federation. Application No. 2006117997 dated May 24, 2006; publ. September 27, 2006.

17. Gertsik D.V., Semyonov A.G. Ob aktual'nosti modernizatsii putevogo khozyaistva na zheleznoi doroge [On the relevance of modernization of railway track facilities]. *Izobretateli v innovatsionnom protsesse Rossii: materialy Nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Inventors in the innovative process of Russia: proceeding of the scientific and practical conference with international participation]. St. Petersburg, 2014. Pp. 153–156.

18. Gertsik D.V., Semyonov A.G. Innovatsii na zheleznykh dorogakh v surovom klimate: modernizatsiya sistemy ehlektroobogreva strelochnykh perevodov [Innovations on railways in a harsh climate: modernization of the electric heating system of turnout switches]. *Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii* [Transport and transport-technological systems: materials of the International scientific and technical conference]. Tyumen', 2016. Pp. 79–84.

19. Gertsig D.V., Semyonov A.G. Innovatsii na zheleznykh dorogakh: al'ternativa ehlektroobogrevu strelochnykh perevodov [Innovations on railways: an alternative to the electric heating of turnout switches]. *Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii* [Transport and transport-technological systems: materials of the International scientific and technical conference]. Tyumen, 2016 Pp. 84–88.

20. Aleksandr Semyonov. Innovatsii na zheleznoi doroge: sistemy obogreva strelochnykh perevodov (Monografiya) [Innovations on the railway: heating systems for switch crossings (a monograph)]. LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken – Berlin – Leipzig, Deutschland 04.2017. ISBN 978-3-330-07000-4.

Информация об авторах

Герциг Дмитрий Викторович – инженер, главный механик, Октябрьская железная дорога (Зеленогорская дистанция пути), г. Санкт-Петербург, e-mail: angel.777@mail.ru

Маломыжев Олег Львович – канд. техн. наук, доцент кафедры вагонов и вагонного хозяйства, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: olm@bk.ru

Семенов Александр Георгиевич – канд. техн. наук, старш. науч. сотрудник, доцент Высшей школы транспорта, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, e-mail: agenntnomer117@mail.ru

Маломыжев Дмитрий Олегович – кафедра электроподвижного состава, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kbprf13@gmail.com

Information about the authors

Dmitrii V. Gertsig – engineer, chief mechanic, the Oktyabrskaya railway (the Zelenogorskaya track maintenance section), Saint-Petersburg, e-mail: angel.777@mail.ru

Oleg L. Malomyzhev – Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Subdepartment of Railcars and Railcar Facilities, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: olm@bk.ru

Alexander G. Semyonov – Ph.D. in Engineering Science, Senior Researcher, Associate Professor of the Higher School of Transport, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, e-mail: agenntnomer117@mail.ru

Dmitrii O. Malomyzhev – The Subdepartment of Electric Rolling Stock, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: kbprf13@gmail.com

DOI 10.26731/1813-9108.2021.2(70).75-84

УДК 342.9

Использование специальных средств фото- и видеофиксации в целях профилактики дорожно-транспортных происшествий в Иркутской области

Д. П. Алейников✉, А. В. Зык

Восточно-Сибирский институт МВД России, г. Иркутск, Российская Федерация

✉ dmitriy-aleinikov@mail.ru

Резюме

Проблема аварийности на автотранспорте приобрела особую остроту в последнее десятилетие в связи с несоответствием существующей дорожно-транспортной инфраструктуры потребностям общества и государства в безопасном дорожном движении, недостаточной эффективностью функционирования этой системы, а также крайне низкой дисциплиной участников дорожного движения. Эффективным способом профилактики дорожно-транспортных происшествий является применение специальных средств фото- и видеофиксации, осуществляющих контроль за соблюдением водителями правил дорожного движения. Современные программно-аппаратные средства на основе применения технологий обработки «больших данных» позволяют анализировать и определять дорожные участки с наиболее частыми случаями дорожно-транспортных происшествий и способствуют оптимизации дорожно-транспортной сети. В данной статье приводится обзор специальных программно-аппаратных средств фото- и видеофиксации, используемых на территории Иркутской области, представлены их основные и сравнительные характеристики, рассмотрены принципы работы. На основе проведенного анализа применяющихся средств фото- и видеофиксации сформулированы следующие выводы: использование средств автоматизированной фото- и видеофиксации административных правонарушений в области дорожного

движения в рамках профилактики и обеспечения безопасности дорожного движения на наиболее аварийно-опасных участках автомобильных дорог позволит влиять на уровень аварийности; передислокация мест контроля скорости при небольшом количестве комплексов позволяет существенно повысить эффективность профилактики дорожно-транспортных происшествий и дисциплинирует водителей на различных участках дорог Иркутской области.

Ключевые слова

дорожное движение, дорожно-транспортное происшествие, аварийно-опасный участок автодороги, административное правонарушение, автоматическая фиксация правонарушений, специальные средства фото- и видеофиксации

Для цитирования

Алейников Д. П. Использование специальных средств фото- и видеофиксации в целях профилактики дорожно-транспортных происшествий в Иркутской области / Д. П. Алейников, А. В. Зык // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – № 2 (70). – С. 75–84. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.2(70).75-84

Информация о статье

поступила в редакцию: 22.12.2020, поступила после рецензирования: 25.01.2021, принята к публикации: 05.02.2021

Use of special means of photo and video recording for the prevention of road accidents in the Irkutsk region

D. P. Aleinikov✉, A. V. Zyk

The East Siberian Institute of the Russian Federation Ministry of Internal Affairs, Irkutsk, the Russian Federation

✉ dmitriy-aleinikov@mail.ru

Abstract

The problem of road traffic accidents has become especially sensitive in the last decade due to the inconsistency of the existing road transport infrastructure with the needs of society and the state in safe road traffic, insufficient efficiency of the functioning of this system, as well as extremely low discipline of road users. An effective way to prevent road traffic accidents is to use special photo and video recording tools that monitor the compliance of drivers with the requirements of road rules. Modern software and hardware based on the use of Big Data processing technologies allow one to analyze and identify road sections with the most frequent cases of road traffic accidents and contribute to the optimization of the road transport network. This article provides an overview of special software and hardware for photo and video recordings used in the Irkutsk region. It presents the main and comparative characteristics of special software and hardware for photo and video recording and considers their principles. Based on the analysis of the photo and video recording tools used, the following conclusions were formulated: the use of automated photo and video recording of administrative offenses in the field of road traffic as part of the prevention and safety of road traffic on the most hazardous sections of highways will affect the accident rate; redeployment of speed control places with a small number of complexes can significantly increase the effectiveness of road traffic accidents prevention and discipline drivers on various sections of the roads of the Irkutsk region.

Keywords

road traffic, road traffic accident, hazardous sections of highways, administrative offense, automated photo and video recording of administrative offenses, special means of photo and video recording

For citation

Aleinikov D. P., Zyk A. V. Ispol'zovanie spetsial'nykh sredstv foto i videofiksatsii v tselyakh profilaktiki dorozhno-transportnykh proissheshtvii v Irkutskoi oblasti [Use of special means of photo and video recording for the prevention of road accidents in the Irkutsk region]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2021, No. 2 (70), pp. 75–84. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.2(70).75-84

Article Info

Received: 22.12.2020, Revised: 25.01.2021, Accepted: 05.02.2021

Введение

В связи с ростом количества автомобильного транспорта проблема обеспечения безопасности всех участников дорожного движения становится как никогда актуальной. На решение данной проблемы государство затрачивает значительные ресурсы, выстраивая и создавая при этом комплексные системы профилактики, направленные на повыше-

ние культуры участников дорожного движения водителей и пешеходов. Так же выполняются мероприятия по созданию и поддержке объединений, деятельность которых направлена на реализацию социальных проектов связанных с воспитанием детей и подростков; улучшается качество подготовки водителей за счет применения современных обучающих технологий, тренажеров и виртуальных поли-

гонов. Современные программно-аппаратные средства на основе применения технологий обработки «больших данных» позволяют анализировать и определять участки дорог с наиболее частыми случаями дорожно-транспортных происшествий и способствуют оптимизации дорожно-транспортной сети [1, 2]. Также рост микропроцессорной техники позволяет внедрять современные инженерные системы мониторинга транспортного потока и средств обеспечения дорожного движения, специальных технических средств и автоматизированных систем контроля движением [3, 4]. Существенное внимание уделяется решению задач, направленных на формирование у участников дорожного движения навыков безопасного поведения, проектирование оптимальных схем управления системой безопасности дорожного движения на различных уровнях, в том числе обеспечивающих экономическую заинтересованность субъектов РФ муниципальных образований в финансировании на долевой основе с федеральным бюджетом мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения в регионах и муниципальных образованиях [5–12].

В соответствии с реализацией национальных целей и стратегических задач, утвержденных указом Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 7 мая 2018 г. № 204, основной задачей государственной политики в сфере безопасности дорожного движения на ближайшие пять лет (начиная с 2019 г.) является сокращение смертности населения от дорожно-транспортных происшествий (ДТП) до уровня, не превышающего четырех погибших на 100 тыс. населения к 2024 г. По итогам 2019 г. показатель социального риска не должен превышать 13,6, а по итогам 2020 г. – 12,6 [13, 14].

В связи с вышеизложенными проблемами, целью

настоящего исследования является анализ используемых в Иркутской области специальных средств фото и видеофиксации в целях профилактики дорожно-транспортных происшествий, а также определение возможности накопления и обработки «больших данных», способствующих оптимизации дорожно – транспортной сети.

Сравнительный анализ специальных средств фото- и видеофиксации

Анализ показывает, что 90 % ДТП происходит по причине сознательного нарушения водителями автотранспортных средств существующих правил дорожного движения (ПДД) [15]. Одним из наиболее эффективных способов предотвращения нарушений ПДД является применение систем автоматической фиксации нарушений в области дорожного движения [16].

На сегодняшний день на территории Иркутской области установлено и введено в эксплуатацию 136 комплексов автоматизированной фиксации административных правонарушений: «Скат», «Арена», «Автоураган-ВСМ», «Вокорд», которые выполняют функции профилактики и контроля за соблюдением ПДД. Данные комплексы позволяют выявлять и зафиксировать следующие нарушения: превышение установленного скоростного порога, выезд на запрещающий сигнал светофора, выезд на встречную полосу движения, нарушение правил остановки / стоянки, выезд за стоп-линию, нарушение правил расположения транспортного средства (ТС) на проезжей части, игнорирование требований ПДД уступать дорогу пешеходам [17, 18].

В Иркутской области используются следующие комплексы фото- и видеофиксации:

1. Аппаратно-программный комплекс Vocord Traffic R (рис. 1) для фото- и видеофиксации нарушений ПДД на линейных участках дорог. В этом



Рис. 1. Аппаратно-программный комплекс Vocord Traffic R
Fig. 1. Hardware and software complex Vocord Traffic R

случае Vocord Traffic R устанавливается на придорожную опору за рубежом контроля либо же размещается на специальной треноге, как в случае с Vocord Cyclops Portable. Один комплекс обеспечивает мониторинг и контроль минимум над четырьмя полосами движения в одном или двух направлениях и измеряет скорость движения ТС радарным или оптическим методом (рис. 2). Возможности комплекса позволяют контролировать и фиксировать мгновенную и среднюю скорость движения ТС. Имеется возможность посредством использования беспроводных каналов связи, таких как Wi-Fi, 3G/4G, GPRS, экспортировать необходимую базу данных, содержащую доказательную информацию с фиксацией геопозиции, времени, идентификационных параметров ТС.

Фиксация средней скорости (рис. 3) позволяет бороться с нарушителями, которые осведомлены о нахождении рубежа контроля скорости и снижающими скорость непосредственно перед ними. Для этого применяются программно-аппаратные комплексы Vocord Traffic A, которые устанавливаются на начальных и конечных участках зон контроля. Принцип данной системы основан на фиксации времени проезда ТС рубежа контроля в начале и в конце зоны и определения средней скорости движения. Данный метод контроля невозможно определить антирадарными устройствами, которыми оснащаются ТС, так как радарный способ определения скорости не используется. Минимальное расстояние между начальным и конечным участком рубежа контроля средней скорости составляет не

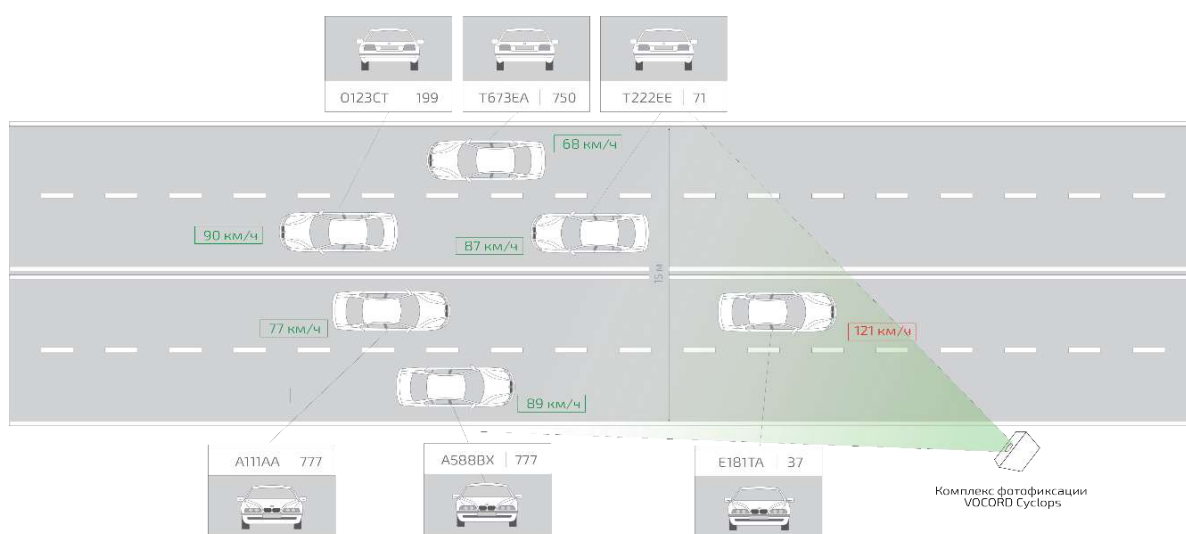


Рис. 2. Фиксация скорости движения транспортного средства радарным методом
Fig. 2. Determination of vehicle speed by the radar method

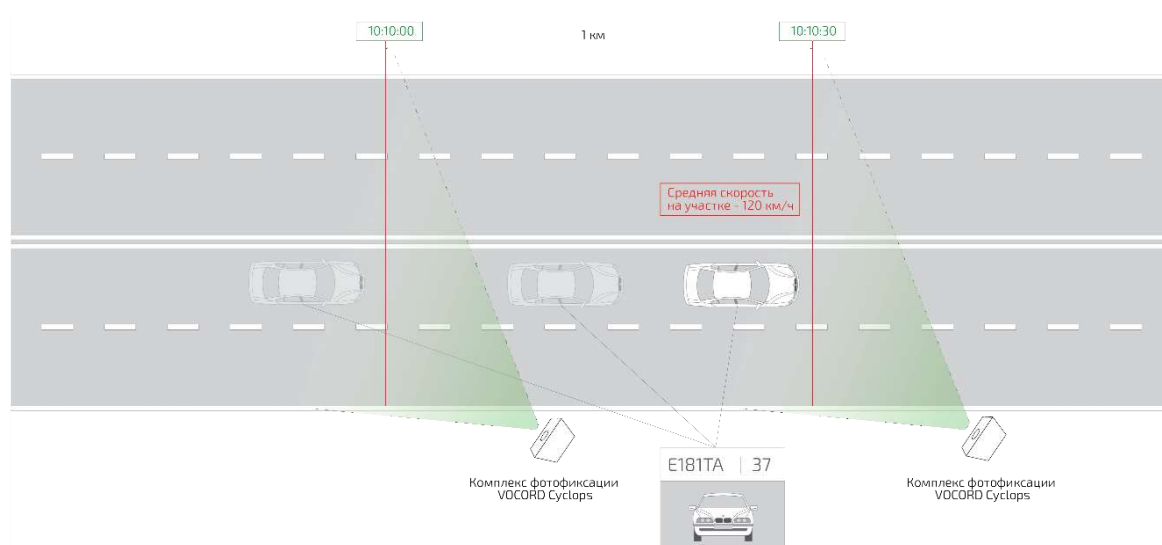


Рис. 3. Фиксация средней скорости движения транспортного средства оптическим методом
Fig. 3. Determination of the average speed of the vehicle by the optical method

менее 100 м, а максимальное не ограничено.

На перекрестках монтируется многополосный комплекс Vocord Traffic T (рис. 4), в состав которого входят камеры распознавания идентификационных параметров ТС и камеры наружного видеонаблюдения с возможностью ночного видения. Камеры для распознавания государственных регистрационных знаков (ГРЗ) ТС устанавливаются таким образом, чтобы они могли фиксировать передние ГРЗ ТС, а видеокамеры наружного наблюдения, чтобы фиксировать происходящую дорожно-транспортную обстановку на момент нарушения сигнала светофора, дорожных знаков, положения и траектории движения ТС. Также система Vocord Traffic имеет канал связи с системами управления светофоров, что позволяет определять нарушения выезда за стоп линию и проезда на красный сигнал светофора.

Система Vocord Traffic автоматически отправля-

ет накапливаемую информацию в центр автоматизированной фиксации административных правонарушений в области дорожного движения (ЦАФАП), используя при этом беспроводные технологии передачи данных. В случае обрыва связи с внешним сервером система работает в соответствии с ГОСТ Р 57144-2016 «Специальные технические средства, работающие в автоматическом режиме и имеющие функции фото- и киносъемки, видеозаписи, для обеспечения контроля за дорожным движением. Общие технические требования».

Представлена также схема детектирования нарушений по непредоставлению преимущества пешеходам водителями ТС комплексом Vocord Traffic T (рис. 5). Аппаратно-программный комплекс Vocord Traffic T устанавливается на пешеходных переходах для мониторинга различных видов нарушений ПДД [19]. Камеры для распознавания

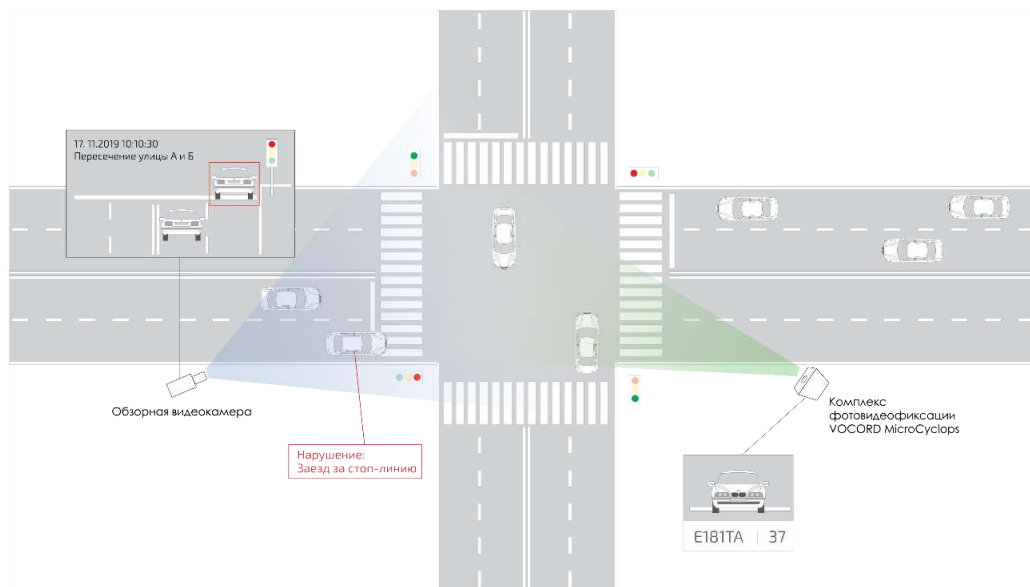


Рис. 4. Детектирования нарушений транспортных средств на перекрестках
Fig. 4. Identification of vehicle violations at intersections

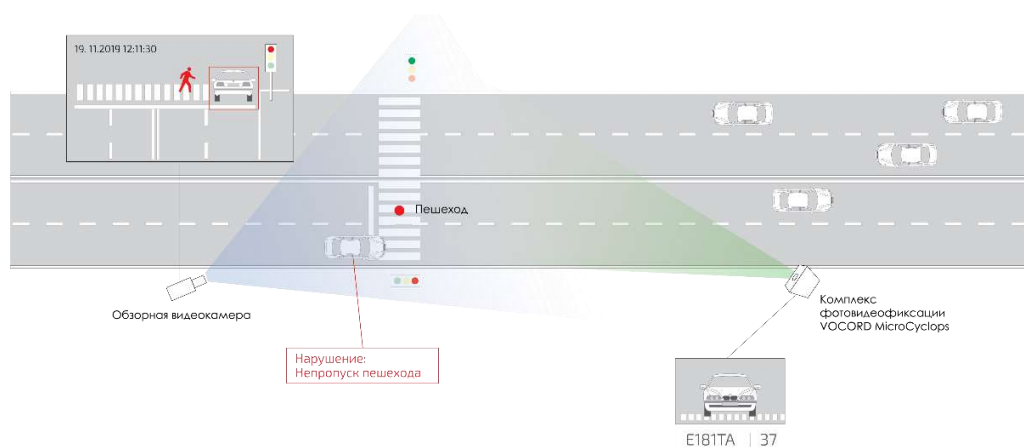


Рис. 5. Детектирования нарушений транспортных средств на пешеходных переходах
Fig. 5. Determination of vehicle violations at pedestrian crossings

ГРЗ и видеокамеры наружного наблюдения размещают на расстоянии не менее 5 м до пешеходного перехода.

Схема работы комплекса следующая: распознающая часть считывает передний ГРЗ ТС, видеокамера наружного наблюдения производит запись данных о сигнале светофора (в случае регулируемого перехода) и текущей обстановке в зоне контроля. Благодаря видеоаналитическим алгоритмам комплекс Vocord Traffic T детектирует такие нарушения ПДД, как непропуск пешехода, проезд через пешеходный переход на запрещающий сигнал светофора, остановка или стоянка на «зебре». Для обработки данных с комплексов используется коммутационный шкаф небольшого размера с встроенным сервером [19]. Данные о нарушениях экспортируются во внешние информационные системы (ЦАФАП, ЦОД и пр.). При обрыве связи с внешним сервером система автоматически архивирует данные без потери в соответствии с ГОСТ Р 57144-2016.

2. Измеритель скорости «Скат» (рис. 6) является многоцелевым автоматическим специальным техническим средством, отвечающим всем современным требованиям и стандартам. Совмещение технологий, основанных на различных физических принципах, позволяет получить высокую достоверность фотоматериалов. В зависимости от тактики применения измеритель скорости «Скат» может по-разному использоваться в составе многоцелевых комплексов автоматической фотофиксации нарушений. Данный комплекс позволяет осуществлять фиксацию следующих нарушений ПДД: превышение скорости ТС, движение по полосе общественного транспорта, движение по обочине, выезд на полосу встречного движения. К функциональным характеристикам камеры фиксации «Скат» относятся:

- повсеместный контроль с фотофиксацией всего транспорта;
- регистрационные знаки различных стран распознаются автоматически;
- возможность видеотрансляции контролируемой зоны в режиме реального времени;
- сбор статистики;
- мониторинг на расстоянии;
- FTP и MySQL серверы.
- информация выгружается на внешний носитель;
- встроен модуль охраны;
- классификация транспортных средств;
- наличие системы диагностики.

3. Аппаратно-программный комплекс «АвтоУраган-ВСМ» (рис. 7) предназначен для автоматического определения ГРЗ ТС и фиксации нарушений ПДД. В феврале 2017 г. компания «Корда Групп» выполнила работы по поставке и вводу в эксплуатацию комплекса «АвтоУраган-ВСМ» на дорогах г. Иркутска. Комплексы «АвтоУраган-ВСМ» установлены на пересечении ул. Ленина и ул. Дзержинского. Комплекс позволяет фиксировать большое количество видов нарушений ПДД: выезд за стоп-линию на запрещающий сигнал светофора; проезд на запрещающий сигнал светофора; нарушение правил проезда перекрестка при выполнении поворота; нарушение проезда ТС по встречной полосе движения. Кроме того, комплекс проводит регистрацию всего проходящего транспорта, проверку по подключенным базам данным розыска, судебных приставов и налогового управления.

АвтоУраган-ВСМ выполняет автоматическую видеофиксацию ТС, пересекающего стоп-линию после включения запрещающего сигнала светофора (рис. 8). Комплекс получает сигнал от светофорного



Рис. 6. Аппаратно-программный комплекс СКАТ

Fig. 6. Hardware and software complex SKAT

контроллера о том, что включен красный сигнал све-

тофора. Через заданное время задержки (например, 2 с), необходимое для обеспечения возможности завершения маневра в соответствии с ПДД, любой автомобиль пересекший зону контроля считается нарушителем. При выявлении нарушения комплекс производит видеосъемку со всех возможных ракурсов. При нарушении таких ПДД, как выезд на перекресток при запрещающем сигнале светофора, комплекс АвтоУраган-ВСМ делает фото ТС с увеличением его ГРЗ и общего плана с подтверждением, что ТС находилось в запрещенной для него зоне автодороги

во время запрещающего сигнала светофора.

Заключение

Постоянное использование средств автоматизированной фото- и видеофиксации административных правонарушений в области дорожного движения в рамках профилактики и обеспечения безопасности дорожного движения на наиболее аварийно-опасных участках дороги позволит влиять на уровень аварийности, а передислокация мест контроля скорости при небольшом количестве комплексов позволяет существенно повысить эффективность



Рис. 7. Аппаратно-программный комплекс АвтоУраган-ВСМ
Fig. 7. Hardware and software complex AutoUragan-VSM

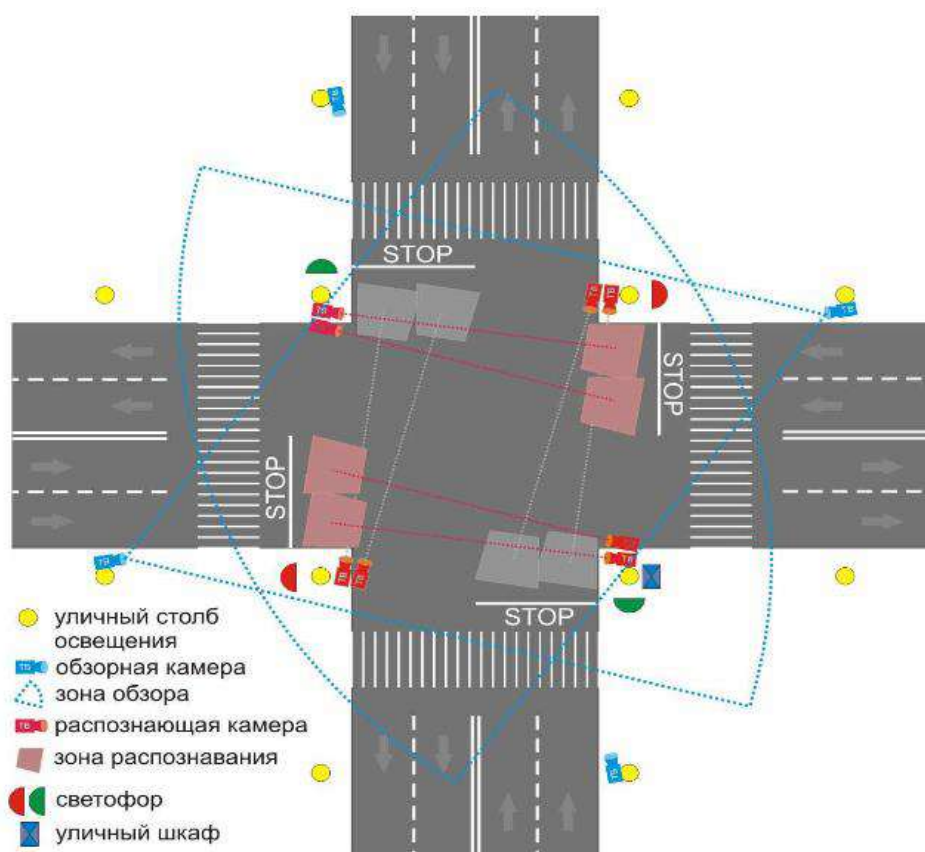


Рис. 8. Схема организации видеоконтроля с помощью аппаратно-программного комплекса АвтоУраган-ВСМ стандартного четырехполосного перекрестка
Fig. 8. The diagram of organization of video control at the standard four-lane crossing using hardware and software complex AutoUragan-VSM

профилактики ДТП и дисциплинирует водителей на различных участках дорог Иркутской области.

Также можно отметить недостаточный уровень использования технологий анализа «больших данных», накапливаемых средствами автоматической фото и видеофиксации, которые позволили бы более эффективно оптимизировать дорожно – транспортную сеть и повысить общую безопасность дорожного движения.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение средств автоматической фото- и видеофиксации правонарушений в сфере дорожного движения является оправданным и соответствует современным общественным реалиям. Однако необходимо дальнейшее совершенствование имеющихся специальных технических средств и организационно-правовых аспектов их использования.

Список литературы

1. Мархеева М.О. Эффективность применения специальных технических средств автоматической фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения в Иркутской области // Актуальные вопросы транспортной безопасности. Иркутск, 2019. С. 65–67.
2. Кашталинский А.С., Петров В.В. Влияние дорожно-транспортных факторов на неравномерность транспортных потоков в городах // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. 2016. № 1 (108). С. 116–123.
3. Косолапов А.В. Прогнозирование транспортных заторов на перегоне улицы при использовании спутниковых навигационных систем // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. 2005. № 5 (50). С. 98–101.
4. Петров В.В., Кашталинский А.С. Исследование некоторых свойств транспортного потока // Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования – основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России : материалы конференции. Омск, 2012. С. 4–8.
5. О безопасности дорожного движения : федер. закон по состоянию на 30 июля 2019 г. // СЗ РФ. 1995. № 50. Ст. 4873.
6. Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : федер. закон по состоянию на 15 апр. 2019 г. // СЗ РФ. 2018. № 1. Ч. I. Ст. 27.
7. О правилах дорожного движения (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения» : постановление Правительства РФ от 23 окт. 1993 г. № 1090 (ред. от 21 дек. 2019 г.) // Собр. актов Президента и Правительства РФ. 1993. № 47. Ст. 4531.
8. Об утверждении Концепции федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах»: распоряжение Правительства РФ № 1995 от 27 окт. 2012 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. 2012. № 45. Ст. 6282.
9. Полтавская Ю.О., Драгунов А.Ф., Ляпустин П.К. Повышение пропускной способности по улице Карла Маркса // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2014. Т. 1. С. 43.
10. Полтавская Ю.О. Повышение пропускной способности и уровня обслуживания в транспортной теории // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2019. Т. 1. С. 200–201.
11. Федотова А.С., Лебедева О.А. Степень использования пропускной способности автомобильных дорог // сб. науч. тр. Ангар. гос. техн. ун-та. 2015. Т. 1. № 1. С. 270–274.
12. Полтавская Ю.О. Надежность как показатель эффективного функционирования транспортной системы // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2018 : материалы междунар. науч.-практ. конф. 2018. С. 206–209.
13. Пугачев Н.И. Организация и безопасность дорожного движения : учеб. пособие. М. : Академия. 2009. 272 с.
14. Шарухнова Д.Н., Капусткин Н.А. Технические средства фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения: история и перспективы развития // Обеспечение общественной безопасности и противодействие преступности: задачи, проблемы и перспективы. Краснодар. 2017. С. 348–355.
15. Количество автоматических камер на дорогах России за год выросло до 15 тысяч // Коммерсант. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3843438> (дата обращения 03.01.2020).
16. Назаров В.Ю. Административно-правовое регулирование организации дорожного движения в городах : дис. ... канд. юрид. наук. М. 2007. 196 с.
17. Клопова Е. С., Седов Д.В. Актуальные проблемы применения средств фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения // Актуальные вопросы транспортной безопасности : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. Иркутск, 2017. С. 89–94.
18. Тихалева Е.Ю. Вопросы административной ответственности за правонарушения в области дорожного движения, зафиксированные средствами фото и видеофиксации // Вестник ВГУ. Сер. Право. 2017. № 3. С. 168–175.
19. Система VOCORD Traffic – распознавание автомобильных номеров и фиксация нарушений ПДД. URL: <https://www.vocord.ru/products/vocord-traffic/> (дата обращения: 01.10.2020).

References

1. Markheeva M.O. Effektivnost' primeneniya spetsial'nykh tekhnicheskikh sredstv avtomaticheskoi fotovideofiksatsii narushenii pravil dorozhnogo dvizheniya v Irkutskoi oblasti [Effectiveness of the use of special technical means of automatic photo and video recording of traffic violations in the Irkutsk region]. *Aktual'nye voprosy transportnoi bezopasnosti* [Current problems of transport safety]. Irkutsk, 2019. Pp. 65–67.

2. Kashtalinskii A.S., Petrov V.V. Vliyaniye dorozhno-transportnykh faktorov na neravnomernost' transportnykh potokov v gorodakh [The influence of road traffic factors on the unevenness of traffic flows in cities]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Irkutsk State Technical University], 2016. No. 1 (108). Pp. 116–123.
3. Kosolapov A.V. Dinamicheskoe raspredeleniye transportnykh potokov na osnove tekhnologii intellektual'nykh transportnykh sistem [Dynamic distribution of traffic flows based on technologies of intelligent transport systems]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Kuzbass State Technical University], 2005. No. 2 (46). Pp. 136–138.
4. Petrov V.V., Kashtalinskii A.S. Issledovaniye nekotorykh svoystv transportnogo potoka [Investigation of some properties of the traffic flow]. *Orientirovannyye fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya – osnova modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya arkhitekturno-stroitel'nogo i dorozhno-transportnogo kompleksov Rossii: Materialy konferentsii* [Oriented fundamental and applied research is the basis for modernization and innovative development of architectural and construction and road transport complexes in Russia: Conference proceedings], 2012. Pp. 4–8.
5. O bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya: feder. zakon ot 10 dek. 1995 g. No. 196-FZ (red. ot 30 iyulya 2019 g.) [Federal law of 10.12.1995 No. 196-FZ (ed. dated July 30, 2019) "On road safety"]. *SZ RF* [Collection of legislation of the Russian Federation], 1995. No. 50. P. 4873.
6. Ob organizatsii dorozhnogo dvizheniya v Rossiiskoi Federatsii i o vnesenii izmenenii v otdel'nyye zakonodatel'nyye akty Rossiiskoi Federatsii: feder. zakon ot 29 dek. 2017 g. No.443-FZ (red. ot 15 apr. 2019 g.) [Federal law No. 443-FZ of 29.12.2017 (ed. dated April 15, 2019) "On the organization of road traffic in the Russian Federation and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation"] *SZ RF* [Collection of legislation of the Russian Federation], 2018. No. 1 (Part I). P. 27.
7. O pravilakh dorozhnogo dvizheniya (vmeste s «Osnovnymi polozheniyami po dopusku transportnykh sredstv k ekspluatatsii i obyazannosti dolzhnostnykh lits po obespecheniyu bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya»: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 23 okt. 1993 g. No. 1090 (red. ot 21 dek. 2019 g.) [The order of the Government of the Russian Federation dated October 23, 1993 No. 1090 (as amended on December 21, 2019) "On the Rules of the road" (along with "Basic provisions for the admission of vehicles to operation and duties of officials to ensure road safety")]. *Sobr. aktov Prezidenta i Pravitel'stva RF* [Coll. of memoranda of the President and the Government of the Russian Federation, November 22, 1993], No. 47. P. 4531.
8. Ob utverzhdenii Kontseptsii federal'noi tselevoi programmy «Povysheniye bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v 2013–2020 godakh»: rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 27 okt. 2012 g. No. 1995 [The order of the government of the Russian Federation dated October 27, 2012 No. 1995-R "On approval of the Concept of the Federal target program" Improving road safety in 2013–2020"]. *SZ RF* [Collection of legislation of the Russian Federation], 2012. No. 45. P. 6282.
9. Poltavskaya Yu.O., Dragunov A.F., Lyapustin P.K. Povysheniye propusknoi sposobnosti po ulitse Karla Marksa [Increasing the capacity along Karl Marx Street]. *Sovremennyye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress* [Modern technology and technological advance], 2014. Vol. 1. P. 43.
10. Poltavskaya Yu.O. Povysheniye propusknoi sposobnosti i urovnya obsluzhivaniya v transportnoi teorii [Increasing capacity and service level in transport theory]. *Sovremennyye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress* [Modern technology and technological advance], 2019. Vol. 1. Pp. 200–201.
11. Fedotova A.S., Lebedeva O.A. Stepen' ispol'zovaniya propusknoi sposobnosti avtomobil'nykh dorog [The degree of use of the throughput capacity of highways]. *Sbornik nauchnykh trudov Angarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Scientific papers collection of Angarsk State Technical University], 2015. Vol. 1. No. 1. Pp. 270–274.
12. Poltavskaya Yu.O. Nadyozhnost' kak pokazatel' effektivnogo funktsionirovaniya transportnoi sistemy [Reliability as an indicator of the efficient functioning of the transport system]. *Transport Rossii: problemy i perspektivy – 2018: Materialy mezhdunarodnoi-nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Transport of Russia: problems and prospects – 2018: Materials of the international scientific and practical conference], 2018. Pp. 206–209.
13. Pugachev N.I. Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya: uchebnoe posobie [Organization and safety of road traffic: a textbook]. Moscow: Akademiya Publ., 2009. P. 272.
14. Sharukhnova D.N., Kapustkin N.A. Tekhnicheskyye sredstva foto- i videofiksatsii narushenii pravil dorozhnogo dvizheniya: istoriya i perspektivy razvitiya [Technical means of photo and video recording of traffic violations: history and prospects of development]. *Obespecheniye obshchestvennoi bezopasnosti i protivodeistvie prestupnosti: zadachi, problemy i perspektivy* [Ensuring public safety and countering crime: problems, issues and prospects]. Krasnodar, 2017. Pp. 348–355.
15. Kolichestvo avtomaticheskikh kamer na dorogakh Rossii za god vyroslo do 15 tysyach [The number of automatic cameras on Russian roads has grown to 15 thousand in a year]. *Kommersant*. [Electronic media]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3843438> (Accessed: January 03, 2020).
16. Nazarov Y.V. Administrativno-pravovoe regulirovaniye organizatsii dorozhnogo dvizheniya v gorodakh: dis. kand. yurid. nauk [Administrative and legal regulation of the organization of traffic in towns: Ph.D. (Legal Science) diss.]. Moscow, 2007. P. 196.
17. Klopova E.S., Sedov D.V. Aktual'nyye problemy primeneniya sredstv foto- i videofiksatsii narushenii pravil dorozhnogo dvizheniya [Actual problems of using photo and video recording of traffic violations]. *Aktual'nyye voprosy transportnoi bezopasnosti* [Current issues of transport security]. Irkutsk, 2017. Pp. 89–94.
18. Mikhalyova E.Yu. Voprosy administrativnoi otvetstvennosti za pravonarusheniya v oblasti dorozhnogo dvizheniya, zafiksirovannyye sredstvami foto i videofiksatsii [Problems of administrative responsibility for offenses in the field of traffic recorded by means of photo and video]. *Vestnik VGU. Seriya Pravo* [Proceedings of Voronezh State University. Series: Law], 2017. No. 3. Pp. 168–175.
19. Sistema VOCORD Traffic – raspoznavaniye avtomobil'nykh numerov i fiksatsiya narushenii PDD [VOCORD Traffic system – license plate recognition and registration of traffic violations] [Electronic media]. URL: <https://www.vocord.ru/products/vocord-traffic/> (Accessed: October 01, 2020).

Информация об авторах

Алейников Дмитрий Павлович – канд. техн. наук, доцент кафедры информационных технологий, Восточно-Сибирский институт МВД России, младший лейтенант полиции, г. Иркутск, e-mail: dmitriy-aleinikov@mail.ru

Зык Артемий Владимирович – преподаватель кафедры информационных технологий, Восточно-Сибирский институт МВД России, капитан полиции, г. Иркутск, e-mail: zav633@gmail.com

Information about the authors

Dmitrii P. Aleinikov – Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Subdepartment of Information Technology, the East Siberian Institute of the Russian Federation Ministry of Internal Affairs, Irkutsk, e-mail: dmitriy-aleinikov@mail.ru

Artemii V. Zyk – Lecturer at the Subdepartment of Information Technology, the East Siberian Institute of the Russian Federation Ministry of Internal Affairs, Irkutsk, e-mail: zav633@gmail.com

DOI 10.26731/1813-9108.2021.2(70).84-92

УДК 621.31

Моделирование режимов электрических сетей, оснащенных устройствами распределенной продольной компенсации**В. П. Закарюкин¹✉, А. В. Крюков^{2,3}**¹ООО «Smart grid», г. Иркутск, Российская Федерация²Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация³Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

✉ zakar49@mail.ru

Резюме

В настоящее время активно развивается технология управления режимами электроэнергетических систем, основанная на применении устройств распределенной продольной компенсации на воздушных линиях электропередачи. Основные преимущества таких устройств заключаются в следующем: возможность централизованного или автономного регулирования тока линии; высокая надежность благодаря тому, что выход из строя одного устройства не окажет заметного влияния на систему в целом; ослабленная реакция на типичные аварийные ситуации; простая замена вышедшего из строя устройства; быстрая процедура монтажа; минимизация кольцевых потоков мощности и снижение потерь; уменьшение капитальных затрат для повышения передаваемой мощности. Для практического внедрения устройств распределенной продольной компенсации требуется разработка компьютерных моделей, обеспечивающих адекватное моделирование режимов сложных электрических сетей, оснащенных распределенными устройствами продольной компенсации. Такие модели могут быть сформированы на базе методов определения режимов электроэнергетических систем в фазных координатах, разработанных в Иркутском государственном университете путей сообщения. В статье представлены результаты исследований, направленных на разработку компьютерных моделей устройств распределенной продольной компенсации, предназначенных для расчетов электроэнергетических систем в фазных координатах. Результаты исследований показали, что разработанные модели обеспечивают адекватное моделирование режимов электрических сетей, оснащенных распределенными устройствами продольной компенсации. Модели этих устройств реализованы на базе мультифазного представления элементов электроэнергетических систем и могут применяться для решения следующих задач: определение нормальных, аварийных и неполнофазных режимов электроэнергетических систем, оснащенных устройствами распределенной продольной компенсации, а также расчет электромагнитных полей, создаваемых линиями электропередачи, на которых установлены данные устройства.

Ключевые слова

устройства распределенной продольной компенсации, режимы электрических сетей, моделирование, воздушная линия электропередачи

Для цитирования

Закарюкин В. П. Моделирование режимов электрических сетей, оснащенных устройствами распределенной продольной компенсации / В. П. Закарюкин, А. В. Крюков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – № 2 (70). – С. 84–92. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.2(70).84-92

Информация о статье

поступила в редакцию: 22.02.2021, поступила после рецензирования: 05.03.2021, принята к публикации: 15.03.2021

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № 0667-2020-0039)