

ДОРОЖНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ – ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

DOI: 10.36724/2072-8735-2020-14-1-36-41

Поляков Александр Сергеевич,

Научно-исследовательский и проектный институт городского транспорта города Москвы (ГБУ "МосТрансПроект"),
Москва, Россия, mgtniip@mgtniip.ru

Трескинский Денис Вячеславович,

ООО "Институт городского транспорта", Москва, Россия,
denisvtreskinsky@gmail.com

Ключевые слова: дорожный контроллер, светофорный контроллер, функциональная схема, конструктивное исполнение, действующие государственные стандарты.

За последние 50 лет отечественной промышленностью выпущено несколько поколений дорожных контроллеров, которые составляют основу управления дорожным движением на улично-дорожной сети в Российской Федерации. Широко применяются микропроцессорные технологии. Большинство светофорных объектов включается в состав автоматизированных систем управления дорожным движением, а в последнее время – в интеллектуальные транспортные системы. При этом конструктивное исполнение осталось практически неизменным. По-прежнему необходимы отдельно стоящие вандалоустойчивые металлические шкафы на самостоятельных фундаментах. Переключение сигналов светофоров производится коммутацией силового электропитания. Подключение к контроллерам новых устройств (детекторов транспорта, видеокамер, линий связи и пр.) каждый раз требует разработки нового интерфейса. На основе классификации дорожных контроллеров по периодам развития и анализа их функций предлагается структура и конструктивное исполнение контроллеров 4 поколения. Предполагается, что концепция "умных светофоров" со встроенными ксветодиодными элементами позволит избавиться от необходимости самостоятельных конструктивных элементов в виде металлических шкафов при одновременном расширении функциональных возможностей. Выработаны предложения по внесению изменений и дополнений в действующие стандарты.

Информация об авторах:

Поляков Александр Сергеевич, к.т.н., директор научно-исследовательского и проектного института городского транспорта города Москвы (ГБУ "МосТрансПроект"), Москва, Россия

Трескинский Денис Вячеславович, ООО "Институт городского транспорта", генеральный директор, Москва, Россия

Для цитирования:

Поляков А.С., Трескинский Д.В. Дорожные контроллеры - прошлое, настоящее, будущее // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Том 14. №1. С. 36-41.

For citation:

Polyakov A.S., Truscinski D.V. (2020) Road controllers - past, nowadays, future. T-Comm, vol. 14, no.1, pp. 36-41. (in Russian)

Указом Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 7 мая 2018 года предусматривается, в частности, разработка и реализация мероприятий в рамках национального проекта "Безопасные и качественные дороги". К числу целевых показателей проекта отнесено снижение в 3.5 раза числа погибших в дорожно-транспортных происшествиях (до 4 на каждые 100 тыс. человек населения), а к 2030 году – стремление к нулевому уровню смертности.

При сохранении существующей динамики сокращения достичь поставленных целей не удастся и решение задачи потребует применения новых подходов к повышению безопасности дорожного движения, активизации усилий всех заинтересованных органов власти. К числу таких подходов следует отнести развитие и внедрение инновационных технологий в транспортную инфраструктуру России – прежде всего изложенных в концепциях "умная дорога", "умный город", "интеллектуальная транспортная система", "технологии спутниковой навигации ГЛОНАСС" и др. [2, 3].

Технические решения в соответствии с данными концепциями позволяют не только повысить безопасности на дорогах. Они дают возможность интеллектуально управлять транспортными потоками, улучшить качество обслуживания водителей и собирать необходимые данные для дальнейшего развития дорожно-транспортной инфраструктуры.

В то же время затраты на создание таких систем весьма значительны и необходим тщательный анализ всевозможных вариантов технической реализации интеллектуальных компонент дорожно-транспортной инфраструктуры.

К числу возможных методологических подходов к такому анализу следует отнести и изучение истории развития применяемых технических решений. Изучение истории развития техники дает возможность проследить закономерности технического развития, устанавливая связь между техникой, наукой и другими областями человеческой деятельности. Для инженерного и технического творчества фактологический материал по истории развития того или иного направления, изучение эволюции техники позволяет выработать подходы к формированию технических решений для новых поколений.

Подобного типа аналитические исследования в последнее время начали проводиться и в сфере организации и безопасности дорожного движения. В качестве примера можно привести любопытный анализ, проведенный А.А. Сушко [1], который количественные данные о числе применяемых дорожных знаков рассматривает как индикатор смены парадигм в организации дорожного движения. Прослеживание таких тенденций может привести, по нашему мнению, действительно к глобальному изменению взглядов на возможности регулирования и управления дорожным движением.

В рамках настоящей статьи предпринята попытка проследить эволюцию одной из компонент технических средств организации дорожного движения – дорожного светофора и, прежде всего – дорожного контроллера.

В соответствии с "ОДМ 218.6.003-2011. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах" будем использовать следующие термины:

"контроллер дорожный – устройство для управления дорожным движением путем переключения сигналов светофоров и многопозиционных дорожных знаков, как на локальных пересечения автомобильных дорог, так и входящих в систему координированного управления дорожным движением;

светофор дорожный – светосигнальное устройство, применяемое для регулирования очередности пропуска транспортных средств и пешеходов, а также для обозначения опасных участков дорог;

светофорный объект – группа светофоров, установленных на участке дорожной сети, очередность движения по которому конфликтующих транспортных потоков или транспортных и пешеходных потоков регулируется светофорной сигнализацией".

Первый электрический светофор с ручным управлением в США был установлен в Кливленде (США) в 1914 г. Роль дорожного контроллера выполнял регулировщик. Уже через 10-15 лет была реализована концепция автоматического контроллера. Выходными параметрами для дорожного контроллера является уровень напряжения на соответствующей силовой цепи, отвечающей за включение определенного сигнала светофора. В части результирующего выходного сигнала контроллер можно представить как реле, включающее или выключающее определенную лампу (группу ламп).

В дальнейшем дорожные контроллеры были объединены в автоматизированные системы, которые управляли переключением сигналов светофора по планам координации, которые рассчитывались на основании данных о транспортных потоках. План координации под названием «зеленая волна» широко используется на слабо загруженных дорожных сетях и в настоящее время.

В СССР разработки систем координированного управления дорожным движением начались в 60-х годах. Освоенные в производстве контроллеры достаточно четко можно подразделить на три поколения.

Контроллеры **первого поколения** производились примерно до 1980 г. К числу контроллеров первого поколения относятся серии УК (УК-1, УК1-У1 УК-2), пешеходные вызывные устройства (ПВУ-2М и УВУ-2М). Контроллеры данного типа исполнялись в виде навесного металлического шкафа антивандального типа.

С точки зрения состава электронной базы они функционировали на дискретных элементах. Алгоритмы управления светофорной сигнализацией были узко специализированы. Количество переключаемых фаз не превышало трех и их длительность не могла корректироваться в соответствии с изменениями дорожных условий. Длительность промежуточного такта также не могла изменяться. Возможность ручного переключения фаз с пульта оператора отсутствовала. По мере усложнения структуры улично-дорожных сетей и роста интенсивности движения такие контроллеры не могли обеспечить необходимого уровня и качества управления.

В качестве элементной базы использовались не отдельные дискретные элементы, а интегральные схемы средней степени интеграции.

Агрегатная система кардинально изменила возможности гибкого управления. Число фаз регулирования увеличилось до 8, что сделало возможным управлять движением по отдельным направлениям. В числе типовых элементов имелись блоки для подключения детекторов транспорта и реализации адаптивных алгоритмов на основе методов поиска разрывов в транспортном потоке. Важным свойством явились функции вызова фазы пешеходами и ручное управление. Унифицировано было и конструктивное исполнение, что сделало возможным модифицировать функции контроллера путем лишь замены соответствующих блоков. В контроллеры были встроены блоки самодиагностики некоторых функций.

Обобщенная функциональная схема дорожного контроллера представлена на рис. 1.

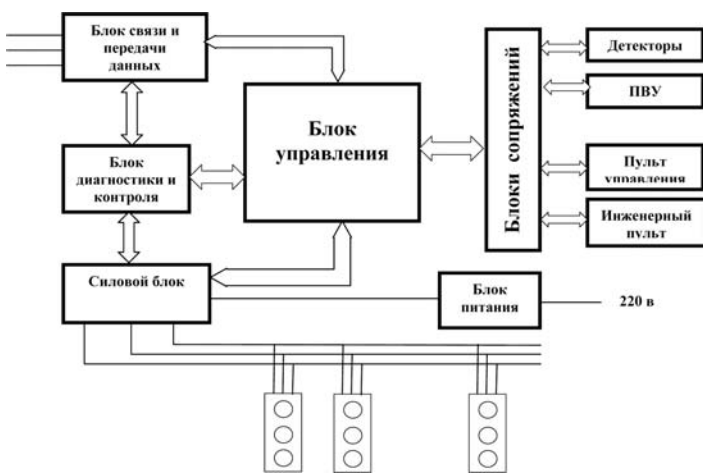


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема дорожного контроллера

В составе контроллеров второго поколения наиболее массово выпускались и применялись на практике ДКМ 2С-4, ДКМ 5-4, ДКМ 5-8, ДКМ 6-4, ДКМ 6-8.

Общий вид дорожного контроллера 2-го поколения представлен на рис. 2 (<https://www.dosaaf-khab.ru/by1-sozdan-svetofor-kak-ustroen-sovremennyi-svetofor-blok.html>).

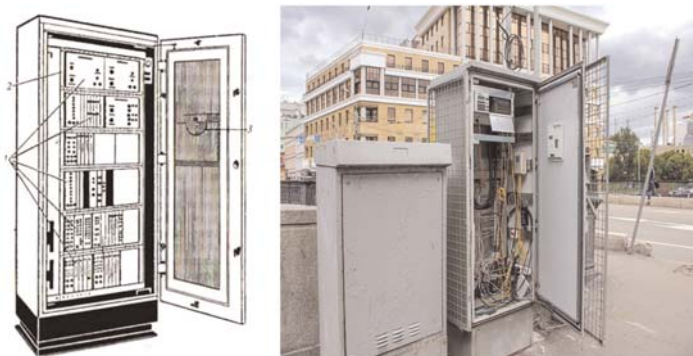


Рис. 2. Общий вид дорожного контроллера 2-го поколения

С 1985 г. начато производство контроллеров 3-го поколения с использованием микропроцессорной техники.

Необходимость наращивания вычислительных мощностей на дорожном контроллере была связана с реализацией адаптивных режимов работы на локальном объекте (а в последствии и на сети), что привело к попыткам создания вычислительных кластеров на базе дорожных контроллеров, производящих расчеты длительности цикла в реальном масштабе времени в зависимости от показаний детекторов транспорта.

Контроллеры разработаны на современных технических средствах. Обеспечивается сокращение времени обслуживания, ремонта и профилактики. Практически все контроллеры реализованы программными средствами. Рассчитанные планы координации переносятся и загружаются в контроллер дистанционно или с переносных средств вычислительной техники. Неразрушающаяся память контроллера сохраняет введенные данные в широком диапазоне условий эксплуатации. Имеется возможность оперативного изменения длительности тактов регулирования и отдельных фаз (до 12) в зависимости от времени суток с учетом рабочих и выходных (до 8), количество подключенных светофоров и направлений движения.

В настоящее время продолжается производство контроллеров 3 поколения типа ДКС, ДКМ, ДКМП и др. Нарастиваются их функции – прежде всего в части подключения детекторов разного типа и светодиодных светофоров. При этом сохраняется совместимость и возможность их сопряжения с системами 2 поколения. Конструктивно контроллеры 3 поколения размещают в тех же металлических шкафах и тех же размеров, что и контроллеры 2 поколения.

Таким образом, сегодня существует три поколения систем автоматизации и все три успешно используются по 30 лет и более. Новые задачи управления дорожным движением диктуют активное развитие интеллектуальных транспортных систем и формирование, в том числе, нового облика функциональных возможностей и конструктивного исполнения дорожных контроллеров.

Несмотря на смену аппаратной базы и системных элементов, функционально контроллеры второго и третьего поколения имеют много схожего и не генерируют новые возможности для интеллектуальных транспортных систем. Несмотря на гигантские скачки в развитии микропроцессорной техники и средств передачи данных вопросы создания дорожных контроллеров следующего поколения до сих пор не проработаны даже в концептуальном аспекте.

Контроллеры четвертого поколения реализуются пока только фрагментарно: одна компания производит одну позицию, вторая – другую и так по кругу. Никто в мире ещё не дошёл до выпуска данного оборудования в полном объёме. Давно пора сформулировать требования и пожелания к системам будущего как на уровне сегодняшних возможностей, так и с возможными прогнозами развития науки и техники.

Ретроспективный анализ развития дорожных контроллеров позволяет, на наш взгляд, сформулировать самые существенные требования к продуктам четвертого поколения.

Прежде всего – габариты. Наличие громоздких шкафов, необходимость их исполнения в антикоррозийном и вандалоустойчивом исполнении для различных климатических условий заметно увеличивает их стоимость. Такие конструктивные самым существенным образом влияют на эксплуатацию

эксплуатационные затраты – необходимы выделение земли, устройство фундаментов, регулярное мытье от загрязнений и покраска. Повсеместна проблема очистки от рекламных объявлений и надписей. В зимний период необходима расчистка подходов к контроллерам. Нередки случаи, когда они повреждаются в результате дорожно-транспортных происшествий и ошибочных маневров водителей транспортных средств.

Наиболее просто решаемая часть задачи резкого снижения габаритов дорожного контроллера – блок управления (рис. 1), который все больше приобретает признаки компьютера (наличие операционной системы, мыши, клавиатуры, монитора и др.), а компьютеры стремительно уменьшаются в габаритах и стоимости. Известно высказывание компьютерного магната Билла Гейтса: "Если бы автомобиль прогрессировал так же быстро, как компьютер, то "Роллс-Ройс" стоил бы сейчас меньше доллара, а на литре бензина можно было бы проехать тысячу километров"

Быстродействие, память и другие характеристики компьютеров за последние 30 лет выросли ха 3-5 порядков при том, что их стоимость за это же время снизилась в 3-5 раз [4]. Имеются компьютеры в конструктивах для жестких условий эксплуатации. Аппаратные различия между компьютером и контроллером постепенно исчезают.

Основными отличительными признаками контроллера и ограничениями по снижению габаритов остается его периферийное оборудование.

Одним из глобальных недостатков классического подхода к проектированию дорожных контроллеров является их позиционирование как центрального коммутирующего устройства, осуществляющего переключение сигнала переменного тока 220 В. Фактически к каждому светофору от дорожного контроллера необходимо тянуть не менее 3-х силовых кабелей питания 220 В.

В сложившихся условиях городской застройки наращивание количества перекрестков со светофорным регулирова-

нием упирается в огромное количество подземных коммуникаций, увеличивающих стоимость установки и эксплуатации объекта, усложняющих способы прокладки коммуникаций.

Такой подход был оправдан, когда светосигнальным элементом светофора являлась обычная лампа накаливания. В настоящее время большинство светофоров уже выпускаются на основе светодиодных панелей и в своем составе имеют встроенные контроллеры (будем их называть "светофорные контроллеры"), которые формируют сигналы различного типа, включая стилизованные изображения, стрелки, табло обратного отсчета времени (рис. 3).

Наличие светофорного контроллера позволит встраивать в него видеокамеры, датчики (шума, загрязнения, метеословий и пр.), средства беспроводной связи и т.д. [5]. Фактически ничто не препятствует тому, что в каждый светофор будет входить только два провода – питание (которое не обязательно должно подводиться от дорожного контроллера) и управление (которое может подаваться и по беспроводной связи). Это не только упростит строительно-монтажные работы на местности, но и позволит исключить из состава контроллера его наиболее крупную и энергоемкую часть – силовой блок.

Вторая по габаритам составная часть дорожного контроллера – платы сопряжения с внешними устройствами. В настоящее время в большинстве случаев каждое внешнее устройство имеет свой интерфейс и, соответственно, свою плату (карту) сопряжения. Перевод функциональной структуры дорожного контроллера на стандартные компьютерные конфигурации и применение технологии Plug and Play сведет эту часть проблемы к унифицированным разъемам типа USB. По этой же технологии могут быть реализованы подключения к линиям связи с центрами управления дорожным движением.

Предметом дополнительной разработки будет реализация функций диагностики и контроля работоспособности.

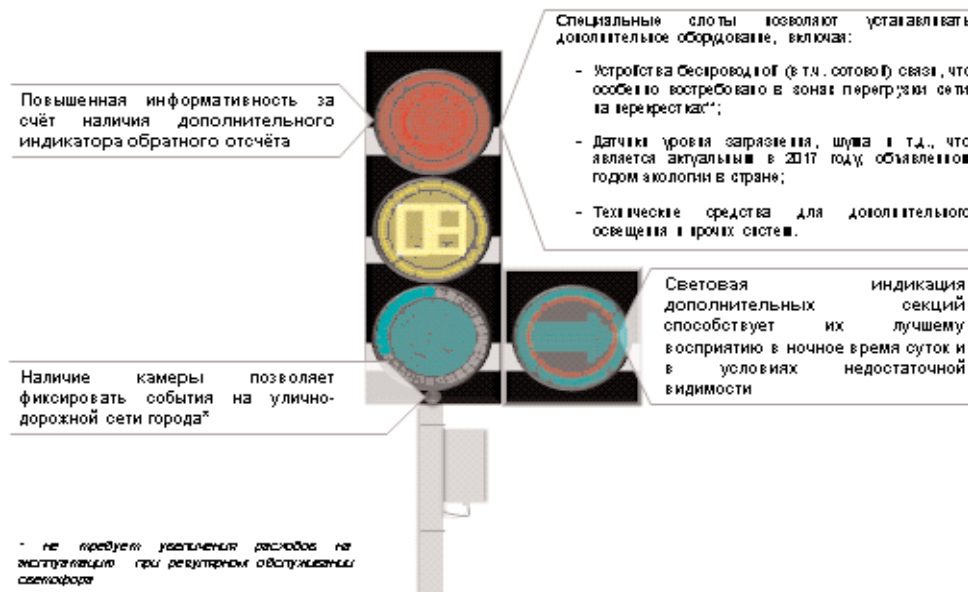


Рис. 3. Концептуальные возможности светодиодного светофора со встроенным светофорным контроллером

В любом дорожном контроллере должны быть реализованы как минимум следующие функции диагностики и контроля:

- иметь контроль отказов красных сигналов светофоров;
- иметь контроль и блокировку включения разрешающих сигналов светофоров по конфликтным направлениям;
- иметь защиту выходных силовых цепей от перегрузок и коротких замыканий;
- производить аварийное отключение в случае отклонений в работе выходных каналов либо появления на них внешнего паразитного напряжения;
- обеспечивать автоматическое включение в работу после перерыва в электропитании;
- сохранять работоспособность при воздействии промышленных радиопомех, наличие которых не должно приводить к сбоям в работе контроллера.

Реализация этих функций потребует распределения функций контроля между светофорным и дорожным контроллерами и разработки алгоритмов их совместного использования. Однако решение этой задачи не потребует дополнительных аппаратных средств, так как с учетом возможностей современных микропроцессоров, применяемых при создании компьютеров, может быть реализована программными средствами.

В концепции "Умных дорог" потребуются датчики движения не только автомобилей, но и пешеходов. Для выбора программ управления в соответствии с погодными условиями потребуются метео-датчики. На дорожные контроллеры могут возлагаться функции GPS/ГЛОНАСС навигации, передачи данных от средств фото-видеофиксации нарушений правил дорожного движения, управления уличным освещением, электронными дорожными знаками и информационными табло. В значительной мере дорожные контроллеры 4 поколения могут обслуживать периферийные компоненты управления единым парковочным пространством.

Эти и другие функции еще в большей степени предопределяют необходимость реализации дорожных компьютеров на базе промышленных компьютеров с хорошо отработанными операционными системами и интерфейсами взаимодействия.

По предварительной оценке габариты такого контроллера могут быть сведены к габаритам стандартного смартфона и размещения дополнительных конструктивов на улично-дорожной сети не потребуется!

Практическая реализация контроллеров 4 поколения должна начинаться с проработки вопросов внесения изменений и дополнений в действующие ГОСТы.

На сегодняшний день технические требования к дорожным светофорам в Российской Федерации устанавливаются двумя разными стандартами:

- межгосударственным стандартом ГОСТ 33385-2015 "Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные светофоры. Технические требования", введенным в действие с 8 сентября 2016г. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2016г. №1001-ст;
- национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ Р 52282-2004 "Технические средства организации дорожного движения. СВЕТОФОРЫ ДОРОЖНЫЕ. Типы и

основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний".

Оба стандарта действующие и содержат как общие требования, так и некоторые различия. Типы и исполнения светофоров по обоим ГОСТам полностью совпадают, однако ГОСТ 33385 содержит отсылку к национальным нормам стран участниц и содержит рекомендуемые типы и исполнения. Имеются разночтения и другие разночтения в применении обоих стандартов.

Например, межгосударственным стандарте ГОСТ 33385 имеется классификация светофоров в зависимости от температурных диапазонов: установлены пять температурных диапазонов. В национальном стандарте России этого нет. Имеются различия в требованиях к окраске корпуса светофора, к светоотражающим экранам и к креплениям, сохранены требования к козырькам (как для светофорных линз с лампами накаливания и некоторые др.

В связи с применением светодиодных светофоров требуется уточнение вопросов координаты цветности и фотометрических характеристик. На практике применяются светодиоды с длиной волны, обеспечивающей сине-зеленый цвет или изумрудно-зеленый, который в координаты цветности не попадает. В связи с массовым применением световой рекламы требуют нормирования вопросы различимости сигналов светофоров.

Однако первоочередной задачей следует считать включение в государственные стандарты требований об обязательности светофорных контроллеров с регламентацией распределения функций между дорожным и светофорным контроллерами и по порядку обмена информацией между ними.

Внесение необходимых изменений в ГОСТы и практическая реализация "в железе" позволит перейти к созданию действительно интеллектуальных транспортных систем – по крайней мере в части обустройства дорожно-транспортной инфраструктуры.

Литература

1. Сушко А.А. Технические средства организации дорожного движения как индикатор смены парадигм в организации дорожного движения. В сб. Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения: состояние, проблемы, пути совершенствования. Орловский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.В. Лукьянова Номер: 1 (1), 2018- стр. 415-420.
2. Ком Е.Н. Исследование характеристик дорожных светофоров. В сб. Системы организации и управления безопасностью дорожного движения: Сборник докладов и статей целевой конференции 22-24 сентября 2008 г. СПб гос. архит. - строит. ун-т. СПб., 2008. С. 13-26.
3. Жанказиев С.В., Воробьев А.И., Бачманов М.Д. Оптимизация адаптивного управления светофорными объектами в рамках директивного управления транспортным потоком // Вестник МАДИ. 2016. № 4(47). С. 138-143.
4. Киселев И.П. Этапы развития систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи и высокоскоростного движения // Промышленные АСУ и контроллеры. 2010. №6. С. 56-69.
5. Савельев Е.О. Исследование и разработка направлений реализации высокоэффективных светодиодных светофоров [Электронный ресурс]: Дис ... канд. техн. наук : 05.22.08 .-М.: РГБ, 2005 (Из фондов Российской Государственной Библиотеки).

ROAD CONTROLLERS - PAST, NOWADAYS, FUTURE

Alexander S. Polyakov, Ph. D., Research and design Institute of urban transport of Moscow (GBU "Mostransproekt"), Moscow, Russia, mgtniip@mgtniip.ru

Denis V. Truscinski, Institute of urban transport, Moscow, Russia, denisvtreskinsky@gmail.com

Abstract

Over the past 50 years, the domestic industry has produced several generations of road controllers, which form the basis of traffic control on the road network in the Russian Federation. Microprocessor technologies are widely used. Most traffic lights are included in automated traffic control systems, and more recently in intelligent transport systems. At the same time, the design remained virtually unchanged. Free-standing vandal-resistant metal cabinets on independent foundations are still needed. Switching of signals of traffic lights is made by switching of power supply. Connecting new devices to the controllers (transport detectors, video cameras, communication lines, etc.) each time requires the development of a new interface. In the proposed article, based on the classification of road controllers by periods of development and analysis of their functions, the structure and design of the 4th generation controllers are proposed. It is assumed that the concept of "smart traffic lights" with built-in led elements will eliminate the need for independent structural elements in the form of metal cabinets while expanding the functionality. Proposals for amendments and additions to the existing standards have been developed.

Keywords: road controller, traffic light controller, functional scheme, design, current state standards.

References

1. Sushko A.A. (2018). Technical tools of organization of road traffic as indicator of paradigm shift in road traffic organisation. Orel law Institute of the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation number: 1 (1), pp. 415-420.
2. Kot E.N. (2008). Study of characteristics of traffic lights. In the collection of the System of organization and management of road safety: Collection of reports and articles of the target conference September 22-24, 2008. St. Petersburg state archit. builds. UN-T. SPb., pp. 13-26.
3. Zhankaziev S.V., Vorobiev A.I., Bachmanov M.D. (2016). Optimization of adaptive control of traffic lights within the traffic control. *Vestnik MADI*. No. 4(47), pp. 138-143.
4. Kiselev I.P. (2010). Stages of development of railway automation, telemechanics and communication systems and high-speed traffic. *Industrial ACS and controllers*. No. 6, pp. 56-69.
5. Savelyev E.O. (2005). Research and development of directions of implementation of high-efficiency led traffic lights [Electronic resource]: Dis. ... Cand. Techn. Sciences: 05.22.08. Moscow: RSL, 2005 (from the collections of the Russian State Library).

Information about authors:

Alexander S. Polyakov, Ph. D., Research and design Institute of urban transport of Moscow (GBU "Mostransproekt"), Moscow, Russia

Denis V. Truscinski, Institute of urban transport, Moscow, Russia