

ТЕКСТ → КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ ФАУ «РОСДОРНИИ»:

М. В. МИХАЙЛЕНКО — НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В. Д. ЦУРКОВ — ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ ОТДЕЛА МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

А. А. ДОМНИЦКИЙ — ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА ДЕПАРТАМЕНТА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

А. М. КУЛИЖНИКОВ — НАЧАЛЬНИК УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Д. С. ГУМНЕНКОВ — ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ ОТДЕЛА МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Размещение линий связи вдоль автомобильных дорог

С 2022 года ФАУ «РОСДОРНИИ» осуществляет по заданию Министерства транспорта Российской Федерации, а с 2023 года — по заданию Федерального дорожного агентства работы по подготовке нормативно-технического документа, регламентирующего прокладку линий связи (далее — ЛС) вдоль автомобильных дорог, — проекта ГОСТ Р «Дороги автомобильные общего пользования. Линии связи. Требования к размещению» (далее — проект ГОСТ Р). Работы ведутся в порядке исполнения подпункта «д» пункта 8 перечня поручений Президента Российской Федерации В. В. Путина от 24.10.2020 № Пр-1726-ГС [1], в соответствии с которым для достижения национальной цели развития Российской Федерации «Цифровая трансформация» поручено обеспечить внесение в нормативные правовые акты изменений, предусматривающих в том числе создание инфраструктуры для размещения линий и оборудования связи при строительстве и реконструкции автомобильных дорог общего пользования.

На сегодняшний день доработанная вторая редакция проекта ГОСТ Р разослана рецензентам и размещена на сайте Технического комитета по стандартизации № 418 «Дорожное хозяйство».

Область применения разрабатываемого стандарта охватывает прокладку кабелей, кабельной канализации

(в том числе с применением микротрубочной технологии), размещение ЛС любым способом (подвесным, подземным, наземным) в полосе отвода или придорожной полосе автомобильных дорог всех категорий вне населенных пунктов во всех дорожно-климатических зонах в различных грунтово-гидрогеологических условиях.

Проект ГОСТ Р направлен на повсеместное и масштабное внедрение коммуникаций, обеспечивающих работу интеллектуальных транспортных систем (далее — ИТС), объектов транспортной безопасности (далее — ОТБ), объектов дорожного и придорожного сервиса и др. Требования проекта стандарта исходят из приоритета обеспечения надежности, безопасности и срока службы автомобильных дорог, требований ТР ТС 014/2011 [2]. В основном в проекте ГОСТ Р установлены требования к размещению ЛС традиционными способами, доказавшими свою эффективность и безопасность. Предлагается и применение инновационной технологии на основе микротрубочной кабельной канализации (далее — МКК), которую предусмотрено размещать вне дорожной конструкции или в центральной разделительной полосе автомобильных дорог. Прокладка ЛС в земляном полотне под обочинами не предусмотрена, исходя из опыта строительства и эксплуатации линейно-кабельных сооружений транспортной многоканальной коммуникации (далее — ЛКС ТМК) и других причин, описанных далее.

Перед разработкой стандарта были установлены участки автомобильных дорог, на которых уложены ЛКС ТМК

(устройство МКК в обочинах автомобильных дорог). На территории РФ строительство по технологии ЛКС ТМК было начато осенью 2016 года. На сегодняшний день ЛКС ТМК уложены в обочинах вне населенных пунктов на 12 участках автомобильных дорог на территории Самарской и Калужской областей общей протяженностью около 1110 км.

Следует отметить, что обследования участков дорог с ЛКС ТМК были выполнены ООО «Институт «Проектмостреконструкция» после прокладки МКК в обочинах, что по срокам эксплуатации недостаточно для оценки их эксплуатационного состояния. Согласно отчету по инженерному обследованию [3], на основной протяженности участков автодорог по оси проложения ЛКС ТМК коэффициент уплотнения грунтов обочин, например, был ниже, чем на участках, где МКК отсутствовала, и не соответствовал нормативным требованиям СП 34.13330.2012 [4].

При разработке проекта ГОСТ Р в 2022 году ФАУ «РОСДОРНИИ» оценило влияние ЛКС ТМК на дорожную конструкцию, преимущества и недостатки данной технологии, определило ее экономическую эффективность. Результаты проведенного ФАУ «РОСДОРНИИ» анализа применения технологии ЛКС ТМК на пяти участках федеральных и региональных автомобильных дорог (в Самарской области — на автомобильных дорогах Р-241 Казань – Буйнск – Ульяновск, Р-229 Обводная г. Самары от «Урала» до «Самара – Волгоград», М-5 «Урал» Москва – Рязань – Пенза – Самара – Уфа – Челябинск, «Урал» – Челно-Вершины – Шентала, в Калужской области — на автомобильной дороге М-3 «Украина») показали, что элементы дорог после размещения в них ЛКС ТМК не сохраняют свои первоначальные характеристики (см. статью «Быть или не быть ЛКС ТМС в обочинах автомобильных дорог?» [5]).

Проведенное обследование автомобильных дорог выявило множество недостатков — например, на автомобильной дороге М-3 «Украина» (см. рис. 1, 2, 3, 4).



Рис. 1. Дефекты покрытия над трассой МКК



Рис. 2. Размыты земляного полотна автомобильной дороги у смотровых колодцев и вывод незакрепленной кабельной канализации через канаву



Рис. 3. Застой воды вдоль трассы ЛКС, нарушение поверхностного водоотвода

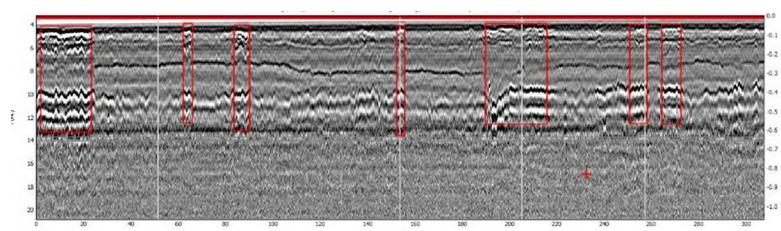


Рис. 4. Продольный вертикальный георадиолокационный разрез по траншее, показывающий повышение влажности в грунтах основания с образованием ослабленных зон

Результаты определения влажности грунтов обочины георадиолокационными методами (см. статью [5]) показали, что влажность грунтов обочины в местах с ЛКС ТМК в 2–3 раза больше, чем без ЛКС ТМК.

Одновременно с выполнением полевых работ были разосланы анкеты владельцам автомобильных дорог, а также в дорожные проектные, строительные и эксплуатирующие организации.

По результатам анкетирования отмечены факты превышения ширины мини-траншеи (в рабочей документации — 0,12 м, фактически до 1,0 м), несоблюдения расстояний от стоек дорожного ограждения до края траншеи (в рабочей документации — 0,5 м, фактически — 0 м), устройства обратной засыпки траншеи мерзлым грунтом без уплотнения, наличия излишка грунта в зоне барьерного ограждения. Результат перечисленного — нарушение водоотвода, загрязнение проезжей части и препятствие проведению работ по содержанию автомобильной дороги (см. рис. 5).

При производстве работ нарушаются слои дорожной одежды и снижается удерживающая способность барьерного ограждения. Допускались повреждения асфальтобетонного покрытия, бордюрного камня, устья водопропускных лотков (см. рис. 6).

Из анкет следует, что владельцы автомобильных дорог и эксплуатирующие организации фиксировали в предписаниях и претензиях несоответствие работ техническим условиям и несоблюдение правил строительства и эксплуатации ЛКС ТМК. При этом в случае повреждения ЛКС ТМК, расположенных в обочине, в ходе работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог (например, при переустройстве барьерного ограждения) организации связи добиваются от владельца автомобильной дороги возмещения значительных сумм на переустройство ЛС.

Важным аспектом применения ЛКС ТМК является оценка ее влияния на работу дренажной системы. Размещение пакета микротрубок и смоловых устройств (далее — СУ) в дренажном слое



Рис. 5. Автомобильная дорога М-5 «Урал» Москва – Рязань – Пенза – Самара – Уфа – Челябинск на участке км 945 – км 1194



Рис. 6. Автомобильная дорога М-5 «Урал» Москва – Рязань – Пенза – Самара – Уфа – Челябинск на участке км 1096 – км 1099

автомобильных дорог нарушает работу дорожной конструкции. Для обеспечения равномерного поперечного водоотведения из дорожной конструкции обязательным условием является поперечный уклон слоев и однородное, равномерное их уплотнение. Методики расчета конструкции дорожных одежд не предусматривают вариант прокладки инородного тела в дренирующем слое, а его толщина должна обеспечивать возможность выведения воды из тела дорожной конструкции (см. рис. 7.1). При размещении ЛКС ТМК в дренирующем слое потребуется увеличение его толщины на высоту пакета микротрубок (см. рис. 7.2).

Кроме того, при увеличении толщины песчаного слоя повышаются сдвигающие усилия в нем, что может повлечь за собой необходимость увеличения толщины слоев вышележащих материалов, что ведет к удорожанию дорожной конструкции.

Отдельно стоит остановиться на размещении в дренажном слое СУ. В весенний период, когда происходит оттаивание земляного полотна автомобильных дорог, пустоты, образуемые такими колодцами, концентрируют в себе влагу и неминуемо затапливаются (см. рис. 8), а последующие фазы осушения через дренажные отверстия провоцируют размыв грунта под колодцами и, как следствие, просадки и разрушения обочин. Результаты обследования участков автомобильных дорог, на которых ЛКС ТМК уложены непосредственно в обочинах, это подтверждают (см. статью [5]).

Как показало обследование автомобильных дорог в Самарской области, мерзлотные деформации обочин привели к повреждению СУ (см. рис. 9).

Следует отметить, что в очищенных от снега зимой обочинах автомобильных дорог ЛС более подвержены промерзанию, чем под снежным покровом вне земляного полотна.

Еще одним из существенных недостатков устройства ЛС по технологии ЛКС ТМК в обочинах автомобильных дорог является неудобство доступа, повышенные затраты на эксплуатацию ЛС и низкий уровень безопасности при проведении работ.

При проведении регламентных работ по содержанию ЛС не требуется доступ непосредственно к линии кабельной канализации. Все работы по обслуживанию подземных ЛС производятся через СУ, предназначенные для обеспечения доступа к размещенному в грунте оборудованию.

Для предупреждения от разрушения СУ при прокладке ЛС в обочинах на объектах Самарской области их размещали ниже уровня обочины порядка 30–50 см. Следовательно, чтобы выполнить работы в смотровом устройстве, необходимо в любой период года поднять его крышку, тем самым вскрыть участок обочины, что впоследствии приводит к просадкам, разрушению, а сам процесс угрожает

Рис. 7. Влияние пакета микротрубок на дренажные свойства дорожной конструкции

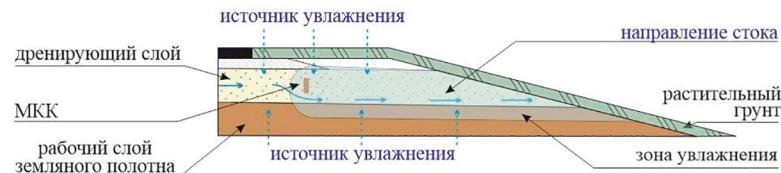


Рис. 7.1. Увлажнение рабочего слоя земляного полотна и грунта обочины при размещении ЛКС ТМК в дренирующем слое

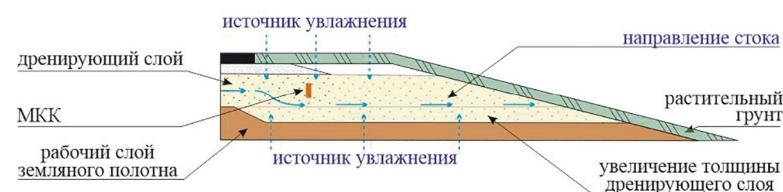


Рис. 7.2. Увеличение толщины дренирующего слоя для обеспечения водоотвода из дорожной конструкции при размещении ЛКС ТМК в дренирующем слое



Рис. 8. Затопление СУ в обочине автомобильных дорог



Рис. 9. Повреждения СУ в обочинах

безопасности и понижает удобство дорожного движения за счет сужения проезжей части (см. рис. 8, 9, 10, 11). В зоне работ снижается скорость транспортного потока до 40–50 км/ч, увеличивается время пребывания грузов и пассажиров в пути, существенно снижается скорость движения транспортных средств.

Обслуживание традиционно размещенных вне конструктивных элементов автомобильных дорог СУ обходится значительно дешевле, чем эксплуатация колодцев в обочине автомобильных дорог, так как за пределами земляного полотна люки, как правило, располагают выше поверхности земли и не требуется их разрытие и обратная засыпка с уплотнением. Регулярное вмешательство в обочину приведет к ее переувлажнению, ослаблению и впоследствии будет способствовать разрушению дорожной конструкции. Размещение кабельной канализации в обочинах автомобильных дорог на глубине около 0,4 м несет риск повреждения ЛКС ТМК при обустройстве участков автомобильных дорог удерживающими ограждениями, временными дорожными знаками, вновь устраиваемыми или ремонтируемыми элементами остановок общественного транспорта, примыканий, локальных уширений земляного полотна, сооружений для водоотвода с проезжей части и т. п. Следует отметить, что эксплуатирующие дорожные организации и владельцы автомобильных дорог, в обочинах которых расположены ЛС (ФКУ «Поволжуправтодор», ООО «Самаратрансстрой», ГКП Самарской области «АСАДО» филиал «Челно-Вершинское ДЭУ», ПК «АВТОБАН»), отмечают отсутствие за многолетний период эксплуатации случаев проведения регламентных работ на ЛС в зимний период со стороны организаций связи, поэтому при размещении ЛС за пределами земляного полотна не потребуется даже расчистка СУ от снега.

Технологию ЛКС ТМК можно назвать городской технологией. Именно в населенных пунктах имеются стесненные условия застройки и, как правило, отсутствуют необходимые площади для размещения коммуникаций вне



Рис. 10. Процесс вскрытия обочины с размещенным в ней колодцем ЛКС ТМК

Рис. 11. Что обычно остается после вскрытия колодца

конструктивных элементов городских улиц и дорог. В населенных пунктах допустимые скорости движения существенно снижаются, что позволяет допустить на отдельных улицах и дорогах с ограниченной скоростью движения размещение ЛС (в том числе СУ) как под обочинами, так и под проезжей частью. Здесь возможны определенные неровности покрытия проезжей части над трассой коммуникаций, которые не столь опасны для участников дорожного движения.

При высоких скоростях движения транспорта на автомобильных дорогах вне населенных пунктов неровности на проезжей части и обочинах могут привести к ДТП с тяжкими последствиями для участников движения и к повреждению автомобилей.

Был изучен и проанализирован зарубежный опыт, в том числе отраженный в европейских рекомендациях Международного союза электросвязи МСЭ-T L.48 [6], МСЭ-T L.49 [7], МСЭ-T L.83 [8], который подтверждает, что эффективной областью применения технологий

строительства ЛС в обочинах и под проезжей частью являются участки дорог в городской черте (как правило, из-за сложившихся стесненных условий), при этом зарубежные технологии существенно отличаются от технологии прокладки ЛКС ТМК в дорожной конструкции вне населенных пунктов, которая предлагается организациями по услугам связи. Технология ЛКС ТМК [9] не соответствует перечисленным рекомендациям Международного союза электросвязи, в том числе по области применения, местам и среде размещения, по геометрическим параметрам и т. п. (табл. 1).

▼ Табл. 1. Сравнение технологии прокладки ЛКС ТМК в дорожной конструкции [9] с рекомендациями МСЭ-T

Параметр	Источник			
	Сайт АО «СМАРТС» [9]	МСЭ-T L.48 [6]	МСЭ-T L.49 [7]	МСЭ-T L.83 [8]
Название траншеи	Мини-траншея	Мини-траншея	Микротраншея	Мини-траншея
Ширина, см	5–10	7–15	1,0–1,5	Не более 5
Глубина, см	30–60	30–40	Не менее 7	Не более 30
Условия размещения	Неукрепленная и укрепленная обочина, тротуар, газон, проезжая часть	На асфальтированных поверхностях (дорога, тротуар); не рекомендуется в песчаном, щебеночном или содержащем булыжники основании	Внутри слоя асфальтобетона	На асфальтированных поверхностях (дорога, тротуар); не рекомендуется в песчаном, щебеночном или содержащем булыжники основании
Укладываемый элемент	Пакет микротрубок	Микротрубки или медные кабели	Оптический или медный кабель	Микротрубки или медные кабели
Область применения	В населенных и вне населенных пунктов	Не указана	Не указана	Городские дороги
Материал обратной засыпки	Не указано	Бетон с пенообразующими добавками	Горячий жидкий битум	Цементный раствор с высокой прочностью, с отборным заполнителем и специальными добавками. Следует избегать использования битумного материала
Иллюстрация	 	Полное совпадение условий размещения с МСЭ-T L.83 [8] косвенно подтверждает распространение технологии в населенных пунктах	Иллюстрация косвенно подтверждает условия населенного пункта	Иллюстрация указывает на размещение ЛС в монолитном материале независимо от материала слоя, в котором уложена ЛС
Примечания	Иллюстрация указывает на размещение ЛКС ТМК в дискретном слое и что материал заделки соответствует материалу слоя			

Наука и технологии

Анализ зарубежного опыта и данных интернет-ресурсов показал, что доказательства широкого применения за рубежом метода прокладки МКК в дорожной конструкции вне населенных пунктов отсутствуют. Не имеется и информации о размещении ЛС в обочинах автомобильных дорог с климатическими условиями, схожими с условиями I и II дорожно-климатических зон Российской Федерации (далее — ДКЗ).

Размещение ЛКС ТМК вне населенных пунктов на автомобильных дорогах всех категорий во всех ДКЗ является преждевременным еще и потому, что в Российской Федерации технологические аспекты прокладки ЛКС ТМК не отражены ни в одном из нормативно-технических или методических документов дорожного хозяйства.

Некоторые параметры устройства ЛКС ТМК в конструктивных элементах автомобильных дорог Российской Федерации вне населенных пунктов содержатся в ряде документов (в СП 34.13330.2021 [10], утвержденном Минстроем России; в СТО АВТОДОР 8.3-2014 [11], утвержденном ГК «Автодор» для дорог госкомпании, в патентах [12–13], в специальных технических условиях (далее — СТУ) [14–17]) (см. табл. 2).

Из имеющихся источников можно сделать вывод о неотрегулированном понятийном аппарате (в разных источниках — траншеи, мини-траншеи, микротраншеи), об отсутствии единого подхода к назначению геометрических параметров траншей (ширина, глубина), единых требований к материалам для восстановления разрушенного покрытия, к условиям размещения ЛКС ТМК и др.

Необходимо обратить внимание, что засыпку траншей ЛС следует проводить материалами, идентичными по свойствам, однако на существующих автодорогах с покрытием из плотного асфальтобетона применяли в качестве слоя заделки литой асфальтобетон, отличающийся по своим характеристикам от существующего асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги, что, как правило, приводит к нарушению ровности на его поверхности (см. рис. 1, 3 и статью [5]). Кроме того, обратная заделка мини-траншееи в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т L.83 [8] должна производиться цементным раствором жидкой консистенции из высокопрочного цемента со специальными добавками и следует избегать использования битумного материала.

▼ Табл. 2. Параметры устройства ЛС в дорожной конструкции по технологии ЛКС ТМК

Параметр	СП 34.13330.2021 [10]	СТУ		Статья [18]	Патенты [12]	Патент [13]	СТО АВТОДОР 8.3-2014 [11]
		2015 [14]	2016-2017 [15-17]				
Название	Траншея	Мини-траншея	Мини-траншея	Мини-траншея	Микротраншея	Микротраншея	-
Ширина, см	Не более 15	От 5 до 12	10	4–10	-	-	-
Глубина, см	Не менее 40	От 45 до 60	30–60	40	-	-	-
Размещение	Обочина, проезжая часть	Обочины	Обочина, тротуар, газон, проезжая часть	Обочина	Обочина	Обочина	Обочина насыпи
Расстояние от кромки	Проезжей части не более 50 см	Краевой полосы не менее 50 см	Проезжей части не менее 50 см	-	-	-	-
Расстояние от бровки	Не менее 50 см	Не менее 50 см	-	-	-	-	Не менее глубины прокладки кабеля
Материал заделки	Идентичными по свойствам, но не ниже по качеству примененных при строительстве	Материалом, однородным по плотности и прочности с грунтами смежных слоев	-	Бетоном или грунтом, в укрепленной обочине — защитным покрытием	Бетоном или вынутым материалом, асфальтовой смесью	-	-

Рассмотрение укладки ЛКС ТМК в обочине в качестве оптимального варианта прокладки представляется некорректным. Для принятия решения необходимо оценивать как технологические, так и экономические аспекты в разрезе процессов жизненного цикла автомобильной дороги.

Важным аргументом против размещения ЛС в обочине является еще и отсутствие экономической выгоды: при сравнении вариантов прокладки ЛС в конструктивных элементах автомобильной дороги (земляное полотно, обочина) и надземным способом на присыпных бермах с вариантом прокладки ЛС в полосе отвода последний имеет преимущество над остальными. Вариант прокладки ЛКС ТМК под укрепленной частью обочины является самым затратным. Подробнее с результатами технико-экономического обоснования (далее — ТЭО) можно ознакомиться в статье «Технико-экономическое сравнение вариантов размещения ЛКС ТМС вдоль автомобильных дорог» [19]. При этом организации связи в ТЭО учитывают только строительные затраты на ЛС и эксплуатационные затраты на ЛС. В то время как дорожные организации учитывают в процессе жизненного цикла дополнительно к перечисленным дисконтированные затраты дорожных организаций при строительстве, капитальном ремонте, ремонте и эксплуатации, а также потери пользователей автомобильных дорог за срок сравнения вариантов по методике ОДМ 218.4.023-2015 [20].

Проведенный анализ сроков производства работ с применением различных технологий прокладки кабеля и микротрубок показал, что метод ЛКС ТМК в обочинах автомобильных дорог не является и самым скоростным.

Бестраншейные технологии прокладки кабелей или микротрубок вне конструктивных элементов автомобильных дорог более чем в два раза эффективнее по производительности, чем прокладка микротрубок в обочине даже без учета мероприятий по организации дорожного движения на период производства работ.

При подготовке проекта ГОСТ Р были проанализированы вопросы долговечности. Сроки службы защитных полимерных труб (далее — ЗПТ) и микротрубок одинаковы и составляют 50 лет. Кабельная канализация, выполненная из ЗПТ, так же как и МКК, герметизируется, поэтому при размещении ЛС вне обочин сооружения

связи при надлежащем содержании должна служить одинаково долго. Не следует забывать, что пневмо-задувка оптоволоконных кабелей возможна и в МКК, проложенной за пределами земляного полотна методом пропорки, что избавит ЛС от недостатков технологии ЛКС ТМК в обочинах и под проезжей частью.

Еще раз углубимся в вопросы безопасности дорожного движения. Любые массивные препятствия, в том числе стойки объектов ИТС (в том числе АСУДД, системы V2X и т. д.) и ОТБ, должны размещаться на расстоянии не менее 4 м от кромки проезжей части либо должны защищаться ограждениями (подраздел 8.1 ГОСТ Р 52289-2019 [22]). Даже при максимальной ширине обочин по ГОСТ 33475-2015 [23] — 3,75 м — получаем, что такие препятствия должны располагаться за бровкой земляного полотна автомобильных дорог или защищаться ограждениями. Опоры наружного освещения, на которых может быть размещено оборудование ИТС и ОТБ, в соответствии с п. 4.6.1.10 ГОСТ Р 52766-2007 [24] также устанавливают за бровкой земляного полотна на расстоянии не менее 0,5 м. Рамные опоры, используемые для размещения оборудования ИТС и ОТБ (стр. 5 ТП 3.503.9-80 [25]), устанавливаются на присыпных бермах на удалении от бровки земляного полотна не менее 0,5 м. Из вышеизложенного следует еще одно преимущество размещения ЛС за пределами земляного полотна: к объектам ИТС и ОТБ, которые, как правило, размещаются за пределами обочин, удобнее и дешевле подводить коммуникации из полосы отвода автомобильных дорог. При этом ЛС, размещенные вне дорожной конструкции, не снижают эксплуатационного состояния автомобильных дорог и не повреждают обочины.

На основании вышеизложенного разработчиками проекта ГОСТ Р сделан вывод, что размещение линий связи транспортной автодорожной инфраструктуры (далее — ЛС ТАДИ) для обеспечения работы ИТС и ОТБ, совместное размещение ЛС ТАДИ и электрических кабелей, а также совместное (комбинированное) размещение ЛС ТАДИ и ЛС Минцифры России (включающих оборудование операторов связи), т. е. прокладка любых линий связи целесообразна в полосе отвода автомобильных дорог за пределами земляного полотна.

Таким образом, основные требования разрабатываемого стандарта предусматривают, что ЛС ТАДИ или комбинированные ЛС следует размещать в полосе отвода

автомобильных дорог вне конструктивных элементов автомобильной дороги. При строительстве автомобильных дорог I–II категорий допускается размещать ЛС ТАДИ в центральной разделительной полосе во вновь устраиваемой кабельной канализации или коммуникационных коллекторах. На эксплуатируемых автомобильных дорогах ЛС ТАДИ и комбинированные ЛС следует устраивать в свободных каналах существующей кабельной канализации, в существующих коллекторах на разделительной полосе автомобильных дорог, на существующих опорах ВЛ и опорах стационарного электрического освещения, конструкциях ИТС и ОТБ, на искусственных и защитных дорожных сооружениях.

При установлении современных и рациональных требований к размещению ЛС вдоль автомобильных дорог с применением ГОСТ Р будет достигнут комплексный экономический эффект, заключающийся в сокращении затрат в жизненном цикле автомобильных дорог на устройство, эксплуатацию ЛС и оптимизацию расходов на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт и содержание автомобильных дорог.

Библиография:

1. Поручение Президента РФ от 24 октября 2020 года № Пр-1726-ГС «Перечень поручений по итогам расширенного заседания президиума Государственного совета». — URL: <http://base.garant.ru/74810586/> (дата обращения 01.06.2023).
2. ТР ТС 014/2011 Технический регламент Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог», утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 года № 827.
3. ООО «Институт «Проектмостреконструкция» Свидетельство № 0494.06-2009-6454019268-П-077 от 27.05.2016. Инженерное обследование линейно-кабельных сооружений для волоконно-оптических линий связи в обочине автомобильных дорог на опытных (пилотных) участках на территории Самарской области и анализ изменения эксплуатационных характеристик автомобильных дорог на этих участках в осенне-зимне-весенний период 2016/2017 гг. Предварительный отчет по инженерному обследованию линейно-кабельных сооружений для волоконно-оптических линий связи в обочине автомобильных дорог на опытных (пилотных) участках на территории Самарской области. — 2017. — 122 с.
4. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85.
5. Куликников А. М., Михайленко М. В., Еремин Р. А. и др. Быть или не быть ЛКС ТМС в обочинах автомобильных дорог? // Дороги. Инновации в строительстве. — № 106. — Декабрь 2022. — С. 74–80.
6. ITU-T L.153 (L.48) Mini-trench installation technique / МСЭ L.48 Технология прокладки мини-траншей. — 2003.
7. ITU-T L.154 (L.49) Micro-trench installation technique / МСЭ L.49 Технология прокладки микротраншей. — 2003.
8. ITU-T L.155 (11/16) (L.83) Low impact trenching technique for FTTx networks / МСЭ L.83 Технология прокладки траншей с низким уровнем воздействия для сетей FTTx. — 2016.
9. Создание защищенных автодорожных телекоммуникационных сетей // Сайт АО «СМАРТС». — URL: <https://www.smarts.ru/rus/sozdanie-avtodorozhnyh-telekommunikacionnyh-setej/> (дата обращения 21.06.2023).
10. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85.
11. СТО АВТОДОР 8.3-2014 Технические и организационные требования к системам связи и передачи данных на автодорогах Государственной компании «Российские автомобильные дороги», утв. и введ. в действие Приказом Государственной компании «Российские автомобильные дороги» от 12 сентября 2014 года № 188 с 12.09.2014.
12. Пат. 151488 от 05.03.2015, 151812 от 25.03.2015, 160684 от 03.03.2016. Волоконно-оптическая линия связи. — URL: <http://rosdornii.novateh.ru/docs/> (дата обращения 01.06.2023).
13. Пат. 151125 от 18.02.2015. Волоконно-оптическая линия связи.
14. Специальные технические условия на проектирование и строительство объекта «Создание автодорожных телекоммуникационных сетей в Российской Федерации. Этап 1. Пилотная зона Самарской области». — М., 2015. — 14 с.
15. Специальные технические условия на проектирование и строительство объекта «Автодорожные телекоммуникационные сети в обочине автомобильной дороги общего пользования федерального значения М-5 «Урал» – Москва – Рязань – Пенза – Самара – Уфа – Челябинск на участке км 1 034 – км 1 111+120; М-5 «Урал» Москва – Рязань – Пенза – Самара – Уфа – Челябинск (подъезд к г. Самаре) на участке км 0 – км 12». — М., 2016. — 16 с.
16. Специальные технические условия на проектирование и строительство объекта «Линейно-кабельные сооружения (ЛКС) автодорожных телекоммуникационных сетей с использованием пакета микротрубок в границах муниципальных районов Алексеевский, Богатовский, Нефтеюганская, Борский, Большеглушицкий, Большечерниговский, Пестравский, Красноармейский, Хворостянский, Приволжский, Безенчукский, Красноярский, Волжский, Кинельский и городских округов Самара, Чапаевск, Новокуйбышевск, Кинель на территории Самарской области». — М., 2017. — 23 с.
17. Специальные технические условия на проектирование и строительство объекта «Линейно-кабельные сооружения (ЛКС) автодорожных телекоммуникационных сетей с использованием пакета микротрубок в границах муниципальных районов Кинельский, Елховский, Камышлинский, Кошкинский, Красноярский, Сергиевский, Исаклинский, Покровский, Кинель-Черкасский, Ставропольский, Сызранский, Шигонский, Волжский и городских округов Самара, Тольятти, Жигулевск, Сызрань, Отрадный, Покровск, Кинель на территории Самарской области». — М., 2017. — 23 с.
18. Давыдов С. Современная телекоммуникационная инфраструктура – основа для цифровой трансформации автодорожной отрасли // Автомобильные дороги. — № 12. — 2022. — С. 96–97.
19. Филиппов М. Д., Куликников А. М., Рахимова И. А. Технико-экономическое сравнение вариантов размещения ЛКС ТМС вдоль автомобильных дорог // Дорожная держава. — № 114. — 2022. — С. 42–46.
20. ОДМ 218.4.023-2015 Методические рекомендации по оценке эффективности строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог.
21. Каталог продукции ООО «Челябинский завод спецтехники». — URL: <https://chzst.ru/katalog-produkci/> (дата обращения 03.06.2023).
22. ГОСТ Р 52289-2019 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств.
23. ГОСТ 33475-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования.
24. ГОСТ Р 52766-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования.
25. Строительные конструкции и изделия. Серия 3.503.9-80. Вып. 2. Опоры рамные металлические для установки информационно-указательных знаков над проезжей частью. — URL: <http://rosdornii.novateh.ru/docs/> (дата обращения 01.06.2023).