

КРУГЛЫЙ СТОЛ

СВЕТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ПРАКТИКА И ТРЕБОВАНИЯ



Эдуард Цивин



Дмитрий Ходырев



Игорь Потапов



Виктория Погожева

О том, как развивается и активизируется опыт применения технологий освещения в России, в рамках проведения заочного круглого стола мы попросили рассказать ведущих специалистов, работающих в данной области.

– На безопасность дорожного движения значительное влияние оказывает уровень освещенности автомобильных дорог, улиц, а также мест стоянок транспортных средств. Какие требования должны быть обеспечены при проектировании устройств наружного освещения дорожных объектов?

Эдуард Цивин, директор департамента энергосбережения и светотехнических решений «Петербургской ЭнергоСберегающей компании»:

– Мы считаем, что основные требования, которые должны выполняться при проектировании и разработке устройств наружного освещения автомобильных дорог и улиц, помимо полного соответствия всем необходимым нормам ГОСТ и СНиП, – это равномерность освещения и отсутствие слепящего эффекта. С точки зрения безопасности, это критерии первой важности. Иногда автомобильные участки дороги освещены светильниками, которые не рассчитаны для применения в подобных условиях и дают эффект «зебры». Водитель, движущийся по дороге с подобным освещением, попадает то в темную зону, то в светлую. Каждые 50 метров для него меняются условия видимости. Человеческий глаз не всегда может подстроиться под столь быструю смену освещенности, что может привести, как мы все понимаем, к печальным последствиям. Именно поэтому, специалисты нашей компании считают равномерность освещения дорожного полотна одним из ключевых критериев безопасности движения в темное время суток.

Дмитрий Ходырев, начальник отдела технического продвижения ООО «БЛ ТРЕЙД»:

– Эти требования очень хорошо формализованы и известны проектировщикам, они изложены в СП52.13330. Освещенность характеризует общее количество света, упавшего на поверхность дороги. Но этого параметра для оценки качества освещения дороги недостаточно. Яркость на каждой полосе в направлении взгляда водителя – более важная величина, она позволяет судить о том, насколько эффективно система освещения направляет отраженный свет от дороги в глаз водителю. Ведь мы видим лишь те лучи света, которые достигают наших глаз. Какая бы ни была большая освещенность на дороге, если бы весь свет отражался в сторону от



Александр Живорюкин



Александр Поляков



Дмитрий Третьяков



Сергей Ларичев



Игорь Рубцов

водителя, он бы ничего не увидел. Равномерность освещенности и яркости вдоль полосы гарантирует отсутствие перепадов, это важно при скоростном движении, когда у глаза может не хватить времени на переадаптацию. Также нормируется слепящее действие осветительной установки. Свет от светильников должен отражаться от асфальта, а не светить напрямую в глаза.

Все эти параметры можно и нужно рассчитывать в программах моделирования освещения, например, Light-in-Night Road (l-i-n.ru).

Игорь Потапов, руководитель проекта (компания «ЛУКОЗА»):

– Важно обеспечить равномерное освещение – с уровнем освещенности от 5 до 30 Лк – в зависимости от типа улицы.

Виктория Погожева, директор по PR и рекламе ООО «АтомСвет Энерго-сервис»:

– Существует достаточно четкое деление норм проектирования освещения по отраслям. К примеру, нормы освещения жилых зданий, образовательных учреждений, улиц, дорог и площадей, непроезжих частей улиц, закрытых автотранспортных тоннелей и др. Что касается нормативов освещения автодорог, то основные нормируемые величины, согласно СНиП 23-05-95, – это средняя яркость покрытия (кд/м²) и средняя горизонтальная освещенность покрытия (люкс). Установлены различные значения этих параметров в зависимости как от категории дороги (А, Б, В), так и от интенсивности движения транспорта.

Александр Живорыкин, директор по развитию ООО «Альфа-Лед»:

– Требования к освещению автодорог и прилегающих территорий вполне прозрачны и в основном своем объеме упомянуты в действующих нормативных документах: равномерность и достаточность освещения, отсутствие слепящего и дезориентирующего эффекта для всех участников дорожного движения. Большинство зарубежных и отечественных производителей прекрасно ориентируются в данных

требованиях, и выпускают продукцию, удовлетворяющую этим нормативам. Большинство монтажных организаций также способны осуществлять грамотный монтаж линий освещения.

При проектировании же, помимо указанных норм, стоит учитывать еще и фактор стабильности работы линий освещения: безотказность при любых метеословиях, длительность эксплуатации без сервисного обслуживания (прогнозируемая частота замены опор освещения, самих светильников или их компонентов, частота ремонтных работ на сетях освещения автодорог). Объяснять важность данного фактора для поддержания достойного качества линий освещения, думаю, не стоит.

Также серьезную роль на практике играет и фактор расходов – как на установку, так и на обслуживание линий освещения. В условиях рынка это уже вопрос о соотношении стоимости самих осветительных приборов, соответствующих всем вышеперечисленным требованиям, и потребляемой этими приборами мощности, а также – срока службы светильников. В меньшей степени (по причине более длительных сроков эксплуатации в сравнении со светильниками) это касается опор и кабельных линий. Неоправданная экономия в процессе закупки и монтажа зачастую выливается в перерасход денежных средств при эксплуатации.

Соблюдение перечисленных гласных и негласных требований уже на стадии проектирования линий дорожного освещения способствует увеличению пассивной безопасности наших дорог, и не исключаю, что даже при некотором снижении суммарных расходов.

Александр Поляков, ведущий инженер-конструктор ООО «ОЛДИ СВЕТ»:

– В ходе проектирования и установки наружного освещения необходимо обеспечить:

- приведенные величины качественных и количественных характеристик осветительных установок;

- надежность работы приборов освещения;
- экономный расход электроэнергии;
- удобное обслуживание и управление устройствами;
- травмобезопасность (актуально для опор, устанавливаемых на автомагистралях и улицах);
- надежность конструкции опоры освещения.

– Как подразделяются по своему назначению опоры наружного освещения?

Игорь Потапов:

– Прежде всего, на металлические, железобетонные, деревянные, композитные.

Дмитрий Ходырев:

– Опоры бывают силовые, несилловые и контактной сети – это деление по типу подвода питания и выдерживаемой нагрузки. Опоры бывают трубчатые, граненые и конические – деление по внешнему виду. И, наконец, фланцевые и прямостволчатые опоры – деление по способу установки в грунт.

Александр Поляков:

– Силовые (применимы для установки на них оборудования, крепления кронштейнов трамвайных и троллейбусных путей и т. д.);

- консольные (для освещения дорог, улиц и парковок);

- торшерные или парковые (для подсветки дорожек, архитектурных объектов и т. д.);

- и более сложные осветительные и прожекторные мачты (применяются для освещения производственных площадей и спортивных площадок и комплексов).

В качестве примера приведу структуру изготавливаемых нами опор.

Дмитрий Третьяков, главный конструктор ЗАО «Завод Тюменьрем-дормаш»:

– Опоры наружного освещения предназначены для установки осветительного оборудования, подвеса кабелей СИП, прокладки линий питания городского электротранспорта, установки рекламных щитов и иных конструкций. Осветитель-

ное оборудование чаще всего устанавливается на опоры при помощи кронштейнов и переходников.

По способу установки опоры делятся на прямостоечные и фланцевые. Прямостоечные опоры устанавливаются в подготовленные котлованы, выравниваются по уровню и заливаются бетоном. Фланцевые опоры устанавливаются на заранее подготовленный фундамент, в состав которого входит закладной элемент. Опора и закладной элемент обычно соединяются с помощью фланцевого соединения.

По своему назначению опоры делятся на два типа: силовые и несилловые опоры. Силовые опоры способны нести нагрузку более 150 кг, максимальное усилие несилловых опор составляет не более 150 кг.

По способу изготовления опоры также можно разбить на две группы: трубчатые и восьмигранные усеченные пирамиды (граненые опоры) или усеченный конус (круглоконические опоры).

Трубные опоры изготавливаются из трубного проката. Граненые и круглоконические опоры изготавливаются из качественного листового металлопроката, что позволяет добиться оптимального сочетания массы опоры и ее несущей способности.

Все опоры имеют покрытие, нанесенное методом горячего оцинкования в соответствии с ГОСТ 9.307-89, что обеспечивает нормальную эксплуатацию изделий в течение 25–30 лет. Цинковое покрытие не является декоративным, поэтому для придания повышенных эстетических свойств опоры могут быть окрашены в любой цвет эмалью или порошковой окраской.

Освещение автомагистралей и автомобильных развязок, больших открытых пространств, площадей, аэропортов, портов, железнодорожных (сортировочных) станций, автостоянок, промышленных территорий, горнолыжных склонов и спортивных площадок требует большого количества стандартных опор,

что в свою очередь увеличивает стоимость реализации данных проектов. Для решения данных задач разработаны высокомачтовые опоры с мобильной короной (ВМО) и высокомачтовые опоры со стационарными площадками освещения (ВСО). Одна такая опора способна заменить до нескольких десятков обычных опор освещения. Размещение приборов освещения на большой высоте, до 50 метров (ВМО-50), значительно увеличивает площадь освещаемого пространства в сравнении с опорами 10–12 метров.

Такие опоры представляет собой сборную металлоконструкцию, состоящую из секций (граненных опор) в форме усеченной пирамиды, выполненных из листовой стали методом гибки с одним или двумя сварными швами.

Высокомачтовые опоры с мобильной короной не требуют специальной техники для обслуживания установленного на них оборудования. За счет конструктивных особенностей мобильная корона с оборудованием опускается на удобную для обслуживания высоту (1,5–2 метра над поверхностью земли).

Высокомачтовые опоры со стационарной короной могут иметь высоту ствола от 16 до 50 метров и предназначены для установки до 60 прожекторов. Тип короны выбирается в зависимости от способа размещения, количества осветительных приборов и иного оборудования. Для доступа к короне на стволе мачты расположены лестницы, огороженные решеткой безопасности. Также на различной высоте могут быть расположены площадки для отдыха и размещения дополнительного оборудования.

Виктория Погожева:

– Наиболее распространенный тип опор наружного освещения – металлические, наиболее перспективный тип с точки зрения экономии материала – стальные многогранные. Такие опоры выполняются из листового проката толщиной 3–4 мм. Максимальная длина составных частей опор – не более 12,5 метра. Опоры высотой

более 12,5 метра изготавливаются составными. Кронштейн для установки светильников фиксируется в верхней части опоры при помощи болтов. Прямостоечные опоры монтируются в пробуренное отверстие в грунте, с последующей заливкой бетоном, фланцевые – на железобетонное основание с помощью фланцевого крепежа.

Сергей Ларичев, начальник конструкторского отдела ООО «ПКФ «Промснабресурс»:

– В современном мире, особенно в мегаполисах и крупных городах с плотной городской застройкой, со сложной системой подземных коммуникаций, уже давно назрел вопрос, связанный с нехваткой мест для размещения отдельно стоящих опор различного назначения. В связи с этим наша компания производит не просто опоры освещения, а металлические многофункциональные конструкции. Так, одна опора может иметь несколько дополнительных предназначений, одновременно с основной функцией наружного освещения. Например, одна опора может выполнять назначения:

- сооружения связи;
- опоры для подвески контактной сети городского электрифицированного транспорта (троллейбусы, трамваи);
- опоры для установки самонесущих изолированных проводов и кронштейнов для световых приборов;
- опоры для установки рекламно-информационных панелей;
- опоры молниезащиты.

В связи с этим перед нашими специалистами стоят сложные и неординарные проекты по кооперации решаемых опорами задач, таких как:

- использование в качестве декоративных комплексов освещения;
- использование для установки светофоров и другого светосигнального оборудования и дорожных знаков.
- освещение пространств, где затруднен или невозможен подъезд техники для обслуживания световых приборов. Для этого применяются складывающиеся конструкции или опоры с мобильной короной;
- освещение больших открытых пространств различного назначения

с помощью высокомагтовых опор со стационарной короной. Многофункциональные опоры сокращают затраты на производство, монтаж и обслуживание и улучшают внешний облик городов.

– Какие уличные и магистральные светильники особенно эффективны с позиций современных требований?

Игорь Потапов:

– Среди нашей продукции – это LED-MOD-55SD, LED-MOD-110SD, LED-MOD-165SD, с различными КСС (кривые силы света) светильника, определяющие угол распределения его светового потока.

Александр Поляков:

В наше время повсеместно внедряются светодиодные светильники, обладающими рядом преимуществ:

- Первый и несомненный плюс – это очень долгий срок службы светодиодов (примерно 50 000 часов).

- Низкое энергопотребление по сравнению с другими источниками света.

- Экономическая выгода – результат сочетания долговечности и экономии электроэнергии.

- Высокая светоотдача.

- Возможность выбора цветовой температуры светодиода в зависимости от цели освещения.

- LED устойчивы к механическим повреждениям из-за отсутствия у них хрупких элементов, таких как стеклянная колба или нить накаливания.

- Отсутствие фосфора, ртути и других токсичных элементов позволяет говорить об экологичности и безопасности этого источника света.

И это еще не полный перечень преимуществ светодиодного освещения!

Эдуард Цивин:

– На этот счет ходит довольно много споров и разногласий. Кто-то утверждает, что для освещения дорог по-прежнему наилучшим образом подходят светильники с лампами ДНаТ, кто-то становится сторонником новых технологий. Лично я убежден, что

системы освещения улиц и магистралей на основе современных светодиодных светильников по ряду параметров выигрывают у светильников с традиционными лампами. Возможность использования специальной линзованной оптики для обеспечения максимальной равномерности освещения дорожного полотна, высокий индекс цветопередачи, долговечность – все это позволяет повысить безопасность дорожного движения в темное время суток.

Александр Живорыкин:

– Как в плане фактического энергосбережения, так и в плане простоты обслуживания, светодиодные светильники в дорожном хозяйстве на данный момент являются неоспоримыми лидерами. Уже пять лет назад, даже несмотря на более высокую тогда среднерыночную стоимость, экономическая выгода от эксплуатации LED-светильников стала достаточно очевидной, чтобы начать применять их при строительстве новых автодорог.

Каким должен быть уличный светодиодный светильник?

- ✓ Надежным
- ✓ Отечественным
- ✓ Недорогим



ALPHA-LED
светодиодное освещение



Москва, БП «Румянцево»
корпус Г, офис 500
тел.: 8-800-555-89-95
+7 (495) 642-45-69
e-mail: 6424569@mail.ru

www.alpha-led.ru



Сейчас, в период, когда во многих регионах страны уже налажено собственное производство светодиодного освещения, пусть и с использованием зарубежных компонентов, цены существенно снизились. Это снижение позволило в ряде случаев производить досрочную замену освещения на автодорогах, оснащенных светильниками на лампах ДРЛ и ДНаТ, так как в результате эти инвестиции окупают себя через два-три года, существенно снижая расходы на обслуживающие линии освещения.

Дмитрий Ходырев:

– Сегодня это светодиодные светильники. Эффективность светодиодных светильников зависит от типа используемых светодиодов и величины рабочего тока, протекающего через них. При этом, увеличивая рабочий ток, можно достичь огромной эффективности, но на короткое время. Ведь срок службы светодиодов (а значит, и светодиодного светильника) зависит от условий их работы. Этим пользуются недобросовестные производители: демонстрируемая ими запредельная

эффективность достигается ценой деградации светодиодов. То есть на дороге будет сначала очень светло, а потом гораздо темнее. И потребуются снова менять светильники. А ведь и городское освещение, и освещение федеральных дорог делается за бюджетные средства – то есть за наши с вами деньги. Нам с вами нужна такая история? Мне – нет.

Поэтому нельзя ставить вопрос только об эффективности в отрыве от срока службы. Эффективность должна демонстрироваться все время, а для этого существуют методики пост-контроля освещения автомобильных дорог. Такие обследования можно заказать в научных институтах – например, во ВНИСИ. Из светильников нашей компании отлично себя проявляют «Волна», «Омега», «Урбан», которые работают по всей России и за рубежом.

Виктория Погожева:

– Наиболее распространены светильники дорожного освещения с лампами ДНаТ. Однако они не оптимальны как с точки зрения качества освещения (характерный

оранжевый цвет, искажающий цветопередачу), так и с точки зрения экономии электроэнергии. Сегодня на городских улицах и магистралях все больше появляется светодиодных светильников, которые характеризуются максимально возможной степенью экономии электроэнергии (светоотдача > 100 лм/Вт), а цвет максимально приближен к естественному.

Помимо высоких показателей экономичности и качества освещения, эти светильники характеризуются высокой степенью защиты от пыли и влаги (IP67), что значительно увеличивает срок службы светильников наружного освещения. Они также могут быть интегрированы с автоматизированными системами управления наружным освещением (АСУНО). Использование автоматизированных систем в сочетании с широкими возможностями диммирования (изменения светового потока) светодиодных светильников является важным дополнительным фактором экономии электроэнергии при использовании светодиодных светильников.

Следует добавить, что установка современных и энергоэффективных светодиодных светильников помогает сократить эксплуатационные затраты на систему городского освещения и снизить энергопотребление.

Игорь Рубцов, коммерческий директор ООО «Сандракс»:

– В настоящее время, когда на дорогах активно внедряются энергоэффективные светодиодные светильники, часто управление ими остается построенным на морально устаревшем и неэффективном оборудовании (фотореле или таймеры). Такое управление включением светильников не позволяет контролировать работу освещения и не обеспечивает необходимого режима работы освещения, а значит, и необходимого уровня безопасности. При этом и таймеры, и фотореле требуют значительных затрат на обслуживание для корректировки времени включения/выключения.

Наиболее современным методом управления освещением является внедрение автоматизированных систем управления наружным освещением (АСУНО). Оборудование таких систем в комплекте с программным обеспечением позволяет обеспечить актуальный график работы освещения на каждый день с точностью до минут, учитывая при этом различные географические и климатические особенности дороги. При этом предоставляется возможность удаленного контроля работоспособности как линий освещения, так и состояния пускорегулирующей аппаратуры в шкафах управления освещением, а также появляется возможность дистанционного снятия показаний с приборов учета электроэнергии и контроля параметров электропитания.

В некоторых системах управления есть даже возможность дистанционного индивидуального управления мощностью и контроля работоспособности каждого конкретного светильника, реализована возможность учета срока службы светильника, его общего времени горения, накопленной потребленной мощ-

ности и сроки его замены. Это, в свою очередь, позволяет не только добиться необходимого для обеспечения безопасности уровня освещенности на дороге, но и получить значительную экономию электроэнергии за счет снижения освещенности в позднее ночное время, а также добиться существенного снижения затрат на обслуживание и эксплуатацию системы освещения дороги.

Одной из наиболее современных систем, с максимальным набором функциональных возможностей и разнообразными решениями по управлению и контролю освещения, является АСУНО «КУЛОН», которая внедрена и успешно эксплуатируется на подавляющем большинстве федеральных дорог РФ и на значительном количестве дорог регионального значения.

– Какое оборудование пользуется наиболее активным спросом для установки светильников? Как решается вопрос оценки качества оборудования, приобретаемого для освещения автодорог?

Дмитрий Третьяков:

– Основным оборудованием для установки светильников являются кронштейны. На кронштейны могут быть установлены консольные, подвесные и торшерные светильники, а также возможно установка прожекторов. Кронштейны могут быть одно- или многорожковыми, а также специальными (корона). Они представляют собой сварные конструкции, выполняемые в основном из трубного проката.

Кронштейны устанавливаются и фиксируются на верхнем торце опоры. Крепление может осуществляться как внутрь конической или трубчатой опоры, так и в торец опоры. В обоих случаях фиксация кронштейна на опору осуществляется за счет поджима одним или двумя поясами болтов.

Все кронштейны имеют покрытие, нанесенное методом горячего цинкования в соответствии с ГОСТ 9.307-89, что обеспечивает нормальную эксплуатацию изделий в

течение 25–30 лет. Цинковое покрытие не является декоративным, поэтому для придания повышенных эстетических свойств кронштейны могут быть окрашены в любой цвет эмалью или порошковой окраской.

На предприятии внедрена система менеджмента качества ISO 9001:2008. Соответствие выпускаемой продукции стандартам качества, требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2008 находится под постоянным контролем органа по сертификации системы «ТЕХНОПРОГРЕСС».

Александр Поляков:

– Наиболее востребованы опоры высотой 6–8 метров в комплекте с кронштейном для установки светильников и прожекторов. Также поступают частые запросы на осветительные мачты высотой от 16 до 30 метров в высоту.

Перед отправкой товара конечно же потребителю изделие проходит контроль качества, который включает в себя проверку качества сварки, общую геометрию опоры, качество покрытия.

Хочу сообщить что, в 2011 году независимыми экспертами Ассоциации по сертификации «Русский Регистр» была подтверждена эффективность системы управления качеством продукции нашей компании на всех стадиях ее производства по требованиям ISO 9001.

Игорь Потапов:

– Что касается вопроса качества, то он решается в зависимости от уровня освещенности светильника и в процессе его эксплуатации.

Дмитрий Ходырев:

– Чтобы оценить качество, то, как было сказано выше, необходим пост-контроль. Существует пре-оценка: производитель представляет каталоги, протоколы измерений, сертификаты и т. п. Важным критерием является наличие светотехнического расчета. А пост-контроль на объектах важен именно из-за неоднородности заявляемых параметров и трудности их реального контроля.



Например, производитель заявляет световую отдачу изделия 150 лм/Вт, подтверждает это протоколом испытаний.

Но кто знает, какие светодиоды установлены внутри, в каком режиме они запитаны и какая световая отдача будет через два года? Она запросто может упасть процентов на тридцать. Однако сделка состоялась. При отсутствии постконтроля пострадавшей стороной будем, увы, мы с вами, граждане: либо от аварийной ситуации, либо от повторной замены светильников за наш, по сути, счет...

Эдуард Цивин:

– Несмотря на то, что светодиодные осветительные приборы активно вытесняют с рынка светотехники оборудование с традиционными источниками света, наиболее активным спросом при закупке светильников для освещения автомобильных дорог по-прежнему пользуются приборы с лампами ДНаТ.

И дело даже не в конечной цене продукта. Многие автомобильные дороги были спроектированы несколько лет назад, в то время, когда светодиодные светильники не могли похвастаться хорошей энергоэффективностью и светоотдачей. В подобных проектах были утверждены определенные осветительные приборы на основе традиционных ламп (лампы ДРЛ, ДНаТ). Пересогласовывать утвержденные проекты – дело благодарное. В связи с этим в большинстве случаев закупается оборудование, указанное в проектной документации.

С оценкой качества оборудования, если речь ведем о светодиодных светильниках, приобретаемых для освещения автодорог, все не так просто. Основные автомагистрали, курируемые компаниями наподобие «Росавтодора» и имеющими свой пул аккредитованных поставщиков, чаще всего освещаются хорошими светильниками именитых и зарекомендовавших себя произ-

водителей. У таких компаний довольно строгий контроль качества на производственных площадках на всех циклах производства: от входного контроля поставляемых компонентов до тестового прогона всех выпускаемых светильников.

Но ведь существуют и небольшие предприятия – производители светильников. Есть также огромное количество компаний-однодневок, которые открываются под какой-либо большой проект. Подобные компании получают сертификат соответствия на свои изделия и реализуют свою продукцию в рамках различных тендеров или прямых закупок на освещение автомобильных дорог в небольших поселениях и маленьких городах.

В итоге полученная освещенность едва ли не удовлетворяет минимальным требованиям СНиП, ибо данные светильники не предназначены для освещения автомобильных дорог. Безусловно, такие светильники не освещают трассы категории «А». Но даже центральные улицы и проспекты в таком городе, как Великие Луки, например, имеют очень посредственное качество освещения именно потому, что городские власти закупили светильники, не отвечающие требованиям для освещенности автомобильных дорог.

На мой взгляд, для улучшения качества поставляемой продукции необходимо несколько видоизменить процедуру подобных закупок. Помимо общего технического задания, предлагаемого на тендер, следует также проводить испытания потенциально предлагаемых светильников непосредственно на планируемом месте установки. Да, это будет отнимать время у персонала закупщика, будет создавать неудобства потенциальным поставщикам и подрядчикам. Но ведь речь идет об улучшении безопасности на дорогах общего пользования и о сокращении смертности вследствие ДТП!

Редакция журнала благодарит участников круглого стола за профессиональные ответы и приглашает специалистов к дальнейшим публикациям.



ЗАВОД ТЮМЕНЬРЕМДОРМАШ

ОСНОВАН В 1983 ГОДУ

производство металлопродукции для строительства,
обустройства и ремонта дорог

- **Барьерные ограждения мостовых и дорожных групп**
- **Металлические опоры для освещения**
- **Специальные опоры** ● **Дорожные знаки**
- **Металлические конструкции любой сложности, в том числе рамные (РМП, РМГ, РМТ)**
- **Гофротрубы (ЛМГ)** ● **Перильные ограждения**
- **Навесное оборудование: грейдеры, пескоразбрасыватели, скальватели льда, щетки, ножи, отвалы, КДМ**
- **Шумозащитные экраны** ● **Винтовые сваи**
- **Автопавильоны** ● **Велопарковки**
- **Металлообработка: оцинкование, химический анализ, травление и химическая очистка поверхностей металла** ●

Тюмень, ул. Производственная, 30

тел.: +7 (3452) 53-54-54, 8 (800) 700-01-44

www.trdm.su

