AMIRA
ГРУППА КОМПАНИЙ

ОСВЕЩЕНИЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ТУННЕЛЕЙ

Рекомендации по выбору оборудования для туннельного освещения

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ 2009

При подготовке брошюры использовались материалы издания:
Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд.; М. 2008,
справочные материалы по освещению туннелей зарубежных производителей

1. **Введение** 2

2. **Основные понятия** 2
Зоны освещения туннелей 2
Определения 3

3. **Типы освещения туннелей** 4

4. **Оборудование для освещения туннелей** 6

1. Введение

Освещение автотранспортных туннелей относится к одному из самых сложных и ответственных видов освещения. Требования к освещению туннелей представляют собой сложную задачу. Это связано с тем, что необходимо обеспечить условия быстрой адаптации зрительного аппарата водителя с яркого дневного света к более низкому уровню освещения внутри туннеля в условиях быстрого перехода от открытого уличного пространства к ограниченному пространству туннеля. Специфической особенностью туннельного освещения является наличие дневного и ночного режимов.

2. Основные понятия

Зоны освещения туннелей

В руководстве Международной комиссии по освещению (CIE 88-1990) указано, что количество света, необходимое внутри туннеля, зависит от уровня освещенности снаружи и от той точки внутри туннеля, где происходит адаптация зрения водителя.
Внутри туннеля выделяют несколько яркостных зон. Яркостный режим и длина каждой зоны зависят от целого ряда факторов: установленной скорости и интенсивности движения транспорта, длины туннеля, его изогнутости, ориентации въездного портала и ландшафта вокруг него.

При проектировании освещения туннелей выделяют 5 обязательных зон (см. схему 1 на стр. 3)

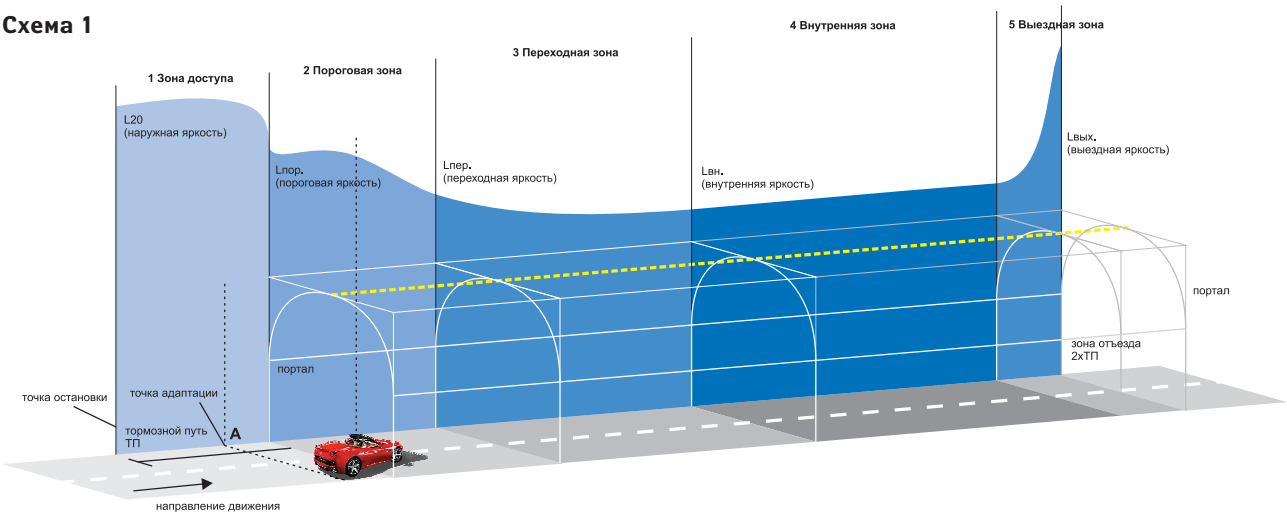
1. Зона доступа — это участок дороги, ведущий к въезду в туннель. На этом участке водителю необходимо увидеть и оценить ситуацию внутри туннеля, чтобы быть готовым к появлению возможных препятствий. Способность водителя адаптироваться в зоне доступа зависит от уровня освещенности следующей части туннеля. Одним из методов, используемых Международной комиссией по освещению (МКО), для расчетов зрительной адаптации является метод L_{20}, который учитывает среднюю яркость от окружающей среды, неба и дороги в визуальном конусе 20°, с центром на линии видимости водителя.
2. Пороговая зона — длина этой зоны равна тормозному пути. В первой части этой зоны требуемая яркость должна оставаться постоянной, связана с яркостью снаружи (L_{20}) и условиями дорожного движения. В конце зоны обеспечиваемый уровень яркости может быть быстро снижен до 40% от первоначального уровня.
3. Переходная зона — участок туннеля с плавным снижением яркости внутренней зоны. Фазы снижения яркости не должны превышать соотношения 1:3. Конец переходной зоны достигается, когда яркость в три раза превышает внутреннее освещение.
4. Внутренняя зона — это участок между переходной и выездной зонами, часто это самый длинный отрезок туннеля. На этом участке обеспечивается постоянная яркость. Уровни освещенности связаны со скоростью и плотностью транспортного потока.

Яркость, которая должна поддерживаться во внутренней зоне

Вне города, низкая плотность транспортного потока, низкая скорость (< 70 км/ч), кд/м^2	1,5–3
Вне города, высокая плотность транспортного потока и /или высокая скорость (> 70 км/ч), кд/м^2	2–6
На автомагистрали, кд/м^2	4–10
В городе, кд/м^2	4–10

5. Выездная зона — часть туннеля между внутренней зоной и порталом, который освещается таким образом, чтобы подготовить водителя к адаптации к дневному свету и обеспечить видимость препятствий в зоне выезда. Глаз человека может быстро адаптироваться от низких световых уровней к высоким, поэтому процессы, упомянутые при въезде в туннель, в обратном порядке не происходят. Однако в некоторых случаях может потребоваться усиленное освещение. Длина выездной зоны составляет максимум 50 м., а уровень освещенности в 5 раз превышает уровень во внутренней зоне.

Схема 1



Определения

Яркость зоны доступа L_{20}
Среднее значение яркости в конусе 20° поля обзора водителя от зоны доступа с центром на въезде в туннель.
Коэффициент обнаружения контраста
Соотношение между яркостью на поверхности дороги и вертикальной освещенностью Ev на определенном месте в туннеле qs+L/Ev. Метод освещения туннеля может быть определен в зависимости от коэффициента контрастности тремя способами: симметричное освещение, освещение в направлении против движения и освещение в направлении движения.
Въездной и выездной порталы
Въездной портал туннеля является частью конструкции туннеля, которая соответствует началу закрытой части туннеля или, когда используются открытые солнцезащитные экраны, — началу солнцезащитных экранов. Выездной портал соответствует концу закрытой части туннеля или, когда используются открытые солнцезащитные экраны, — концу солнцезащитных экранов.
Выездная зона
Выездная зона является частью туннеля, в которой в течение дневного времени на зрение водителя, приближающегося к выезду, преимущественно влияет яркость снаружи туннеля. Выездная зона начинается от конца внутренней зоны. Она заканчивается у выездного портала туннеля.
Яркость внутренней зоны (Lвн)
Средняя яркость во внутренней зоне, которая создает фоновое поле, на котором объекты будут видны для водителей.
Зона отъезда
Зона отъезда — это первый участок открытой дороги сразу после выезда. Зона отъезда не является частью туннеля, но тесно связана с освещением туннеля. Рекомендуется, чтобы длина зоны отъезда равнялась двум тормозным путям. Длина более чем 200 м не является необходимой.
Точка остановки
Положение внутри зоны доступа на подъездной дороге на расстоянии, равном тормозному пути (ТП) от въезда в туннель.
Тормозной путь (ТП)
Теоретическое расстояние при движении вперед, необходимое водителю при данной скорости, чтобы остановиться при встрече с неожиданной опасностью на проезжей части дороги.
При этом принимается во внимание время восприятия и реакции, а также дорожное покрытие.
Яркость пороговой зоны (Lпор)
Средняя яркость в пороговой зоне, которая создает фоновое поле, на котором объекты будут видны для водителей в зоне доступа между точкой остановки и точкой адаптации.
Транспортный поток
Число машин, проходящих через заданную точку в заданное время в заданном направлении. При проектировании туннелей используется информация о транспортном потоке в час пик и количестве машин в час на полосу движения.
Яркость переходной зоны (Lпер)
Средняя яркость в переходной зоне, которая создает фоновое поле, на котором объекты будут видны для водителей.
Яркость завесы
Общая яркость завесы складывается из переходной адаптации и постороннего света от оптической среды, от атмосферы и от ветрового стекла автомобиля.

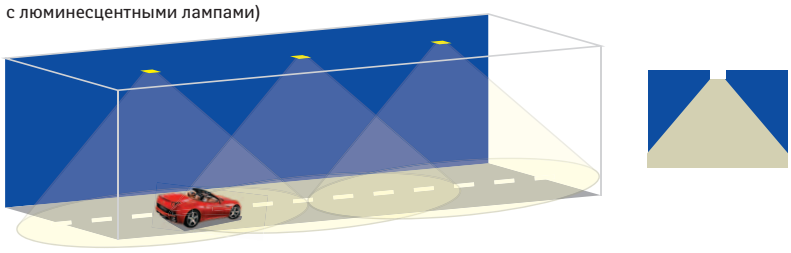
3. Типы освещения туннелей

Симметричное и асимметричное освещение
Используется главным образом для переходной и внутренней зон в длинных туннелях
и коротких туннелях или для всех зон в низкоскоростных туннелях.
Асимметричное освещение может также быть средством повышения уровня яркости в туннелях с односторонним движением.

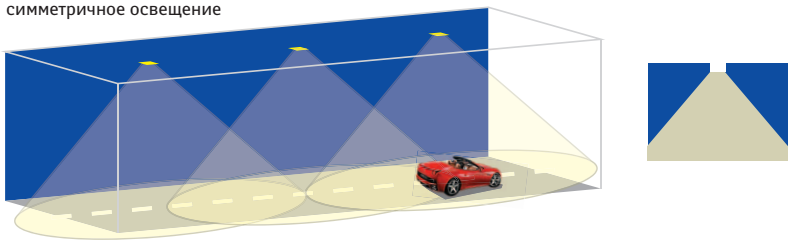
Асимметричное освещение в направлении против движения
Применяется для повышения уровня яркости в то же время для подчеркивания негативного контраста потенциальных препятствий. Освещение в направлении против движения достигается асимметричным распределением света навстречу транспортному потоку, как в направлении приближающегося водителя, так и по сторонам дороги. Луч света резко останавливается на вертикальной плоскости, проходящей через осветительный прибор. В направлении движения транспортного потока нет никакого света. Это создает негативный контраст и улучшает зрительную адаптацию.

Оба типа освещения могут быть реализованы при установке осветительных приборов как на потолке туннелей, так и на верхней части стен туннеля.
Учитывая, что автотранспортные туннели относятся к объектам повышенной опасности, требования к их освещению жестко регламентированы в большинстве национальных и международных нормативных документов. Национальные, европейские международные законодательные акты и руководства устанавливают минимальные стандарты для освещения туннелей.

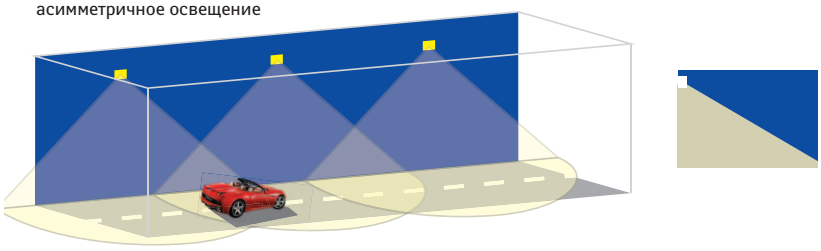
Размещение на потолке: симметричное освещение (главным образом, с использованием осветительных приборов с люминесцентными лампами)



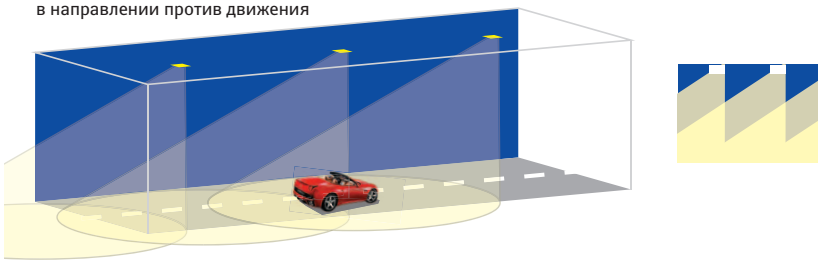
Размещение на потолке: симметричное освещение



Размещение на стене: асимметричное освещение



Размещение на потолке: асимметричное освещение в направлении против движения



Международные законодательные акты, регламентирующие освещение туннелей

CEN TC 169/WG 6
Окончательный проект технического отчета 08.2001
CETU
Dossier pilote des tunnels — ноябрь 2000 г.
CIE 88-1990
Руководство по освещению дорог, туннелей и переездов под дорогами.
DIN 67524: 8 1992
Beleuchtung von StraBentunnels und Unterführungen Teil 1: Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte Teil 2: Berechnung und Messung.
NSV 1991
Aanbevelingen voor de verliching van lange tunnels voor het gemotoriseerde verkeer.
BS 5489-2:2003
Дорожное освещение, часть 2: Нормы по проектированию дорожного освещения
UNI 11095-2003
Luce e illuminazione — illuminazione delle galerie.

Освещение туннелей различной протяженности в дневное время (Руководство МКО по освещению туннелей и переездов под дорогами)

При освещении туннеля следует учитывать его длину, геометрию и непосредственную окружающую среду, а также плотность транспортного потока.

Для каждого проекта устанавливаются различные световые уровни согласно основным стандартам, перечисленным в таблице

Длина туннеля, м	< 25	25–75					75–125						> 125
Виден ли выезд полностью, если смотреть с тормозного пути перед въездом в туннель?	-	да	да	нет	нет	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	-
Хорошее или плохое проникновение дневного света?	-	-	-	Хорошее	Хорошее	Плохое	-	-	Хорошее	Хорошее	Хорошее	Плохое	-
Высокий (> 0,4) или низкий (< 0,2) коэффициент отражения стен?	-	-	-	Высокий	Низкий	-	-	-	Высокий	Высокий	Низкий	-	-
Движение транспорта интенсивное (или включает ли оно в себя велосипедистов или пешеходов) или небольшое?	-	Небольшое	Интенсивное	Небольшое	-	-	Небольшое	Интенсивное	Небольшое	Интенсивное	-	-	-
Требуемое освещение	●	●	◑	●	◑	◑	◑	○	◑	○	○	○	○

● Нет освещения в дневное время ◑ 50% нормального уровня освещенности пороговой зоны
○ Нормальный уровень освещенности пороговой зоны

Типичные схемы расположения освещения в туннелях. Некоторые варианты расположения освещения и их преимущества / недостатки

	Ограничение размещения	Тип размещения	Преимущества	Недостатки	Профиль туннеля
Размещение на потолке	Достаточно пространства выше дозволенной и защитной минимальной высоты	Над дорогой в несколько рядов	— Наилучший коэффициент использования осветительных приборов — Блики ограничены	— Осветительные приборы скрыты за знаками — Тяжелая арматура	Арочного типа с вентиляционными трубами или без них — Фахверкового типа с вентиляционными трубами или без них
		В один ряд над дорогой	— Меньше капиталовложений и технического обслуживания	— Нужно закрывать всю проезжую часть	
Размещение на стенах	Недостаточно пространства выше дозволенной и защитной минимальной высоты	Два светильника напротив друг друга	— Более легкий доступ к осветительным приборам — Нужно закрывать только одну полосу движения	— Коэффициент использования уменьшен — Большое количество бликов	— Арочного типа с вентиляционными трубами — Фахверкового типа с вентиляционными трубами или без них
		Один боковой светильник	— Меньше капиталовложений и технического обслуживания	— Остерегайтесь грузовиков, загораживающих свет	

Для разных конфигураций туннеля в каждом конкретном случае используются различные схемы установки светильников:

Схема 1. Установка светильников в проемах в перекрытии туннеля. Обслуживание светильников выполняется из кабельного коллектора без блокирования движения автотранспорта.
Схема 2. Установка светильников на потолке туннеля. Обслуживание светильников выполняется с помощью автовышки с блокированием одной из полос движения.
Схема 3. Установка светильников на стенах туннеля. Обслуживание светильников выполняется с помощью автовышки с блокированием одной крайней полосы движения.

Управление освещением в туннелях

С целью экономии электроэнергии и улучшения адаптации водителей и обеспечения безопасности движения в туннеле предусмотрена возможность регулирования освещения при переходе с дневного режима на ночной. Автоматизированное регулирование позволяет достичь условий освещения, соответствующих требуемой интенсивности и безопасности движения при минимальных эксплуатационных расходах.

4. Оборудование для освещения туннелей

ЖСТ 64-150-001 • ЖСТ 64-250-001 • ЖСТ 64 -400-001 • ЖСТ 64 -150-002 • ЖСТ 64-250-002 • ЖСТ 64-400-002

СЕРИЯ 64

Назначение

Освещение туннелей

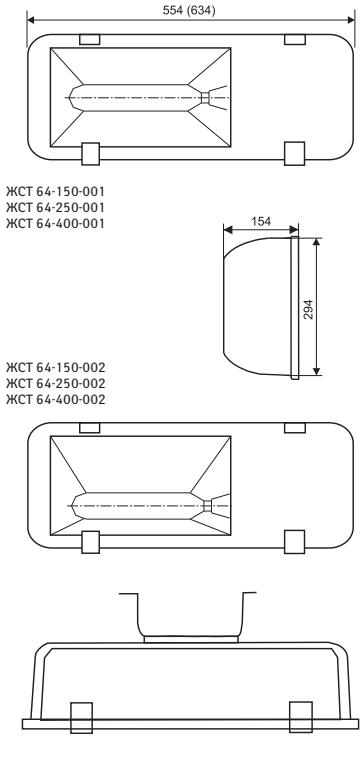
Устройство

- Корпус светильника изготовлен методом литья под давлением из силумина.
- Рефлектор изготовлен из зеркалированного анодированного алюминия.
- Защитное стекло ударопрочное, термостойкое, силикатное.
- Элементы замка и шарнира выполнены из антикоррозионных материалов, в том числе из нержавеющей стали.
- Для обеспечения ввода питающего и управляющего кабеля в светильнике используются сальниковые вводы из нержавеющей стали.
- Каждый светильник проходит испытание на водонепроницаемость.

В светильниках с газоразрядными источниками предусмотрена возможность установки двух типов оптики — симметричной (001) и асимметричной (002).
В качестве ПРА в светильниках используются электромагнитные и электронные ПРА производства ELT (Испания).
Для обеспечения позонового регулирования освещенности в светильниках с газоразрядными лампами возможно использование электронных ПРА в комплекте с устройством регулирования мощности.

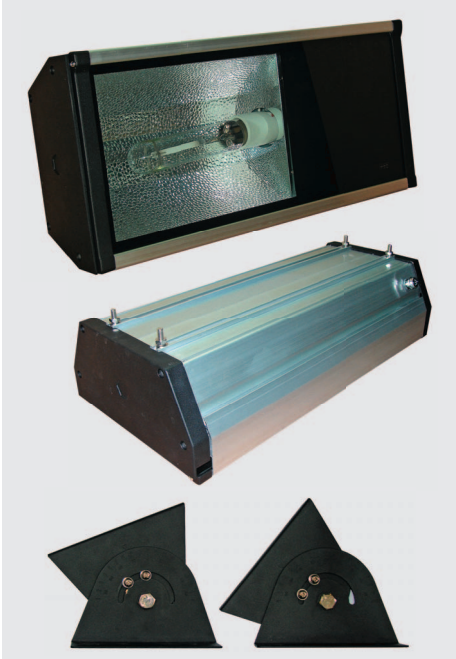
Преимущества

- Светильник имеет оригинальный современный дизайн.
- Конструкцией предусмотрен легкий доступ к ПРА и лампе для их обслуживания или замены без демонтажа светильника.
- Конструкция обеспечивает легкий доступ к пускорегулирующей аппаратуре без демонтажа светильника.
- Высокая степень защиты светильника обеспечивает заданные светотехнические характеристики во время всего срока эксплуатации.



Основные параметры

НАИМЕНОВАНИЕ	НАПРЯЖЕНИЕ	СРОК СЛУЖБЫ, НЕ МЕНЕЕ	СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ	ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ	ВЕС, кг	ТИП ПАТРОНА	ТИП ЛАМПЫ
ЖСТ 64-150-001	220	10	IP 65	554×294×154	9,1	E 40	ДНаТ
ЖСТ 64-250-001	220	10	IP 65	634×294×154	9,7	E 40	ДНаТ
ЖСТ 64-400-001	220	10	IP 65	634×294×154	10,8	E 40	ДНаТ
ЖСТ 64-150-002	220	10	IP 65	554×294×154	9,1	E 40	ДНаТ
ЖСТ 64-250-002	220	10	IP 65	634×294×154	9,7	E 40	ДНаТ
ЖСТ 64-400-002	220	10	IP 65	634×294×154	10,8	E 40	ДНаТ



ЖСТ 65-150-001 • ЖСТ 65-250-001 • ЖСТ 65 -400-001 • ЖСТ 65 -150-002 • ЖСТ 65-250-002 • ЖСТ 65-400-002 • ЛСТ 65-2*18-001 • ЛСТ 65-2*36-001 • ЛСТ 65-2*58-001

СЕРИЯ 65

Назначение

Освещение туннелей

Устройство

- Корпус светильника изготовлен из высококачественного экструдированного алюминия.
- Торцевые крышки изготавливаются методом литья под давлением.
- Для обеспечения герметичности соединения крышки и корпус соединены между собой неразъемно.
- Рефлектор изготовлен из зеркалированного анодированного алюминия.
- Защитное стекло ударопрочное, термостойкое, силикатное.
- Элементы замка и шарнира выполнены из антикоррозионных материалов, в том числе из нержавеющей стали.
- Для обеспечения ввода питающего и управляющего кабеля в светильнике используются сальниковые вводы из нержавеющей стали.
- Корпус каждого светильника перед окончательной сборкой проходит испытание на водонепроницаемость швов сопряженных элементов.

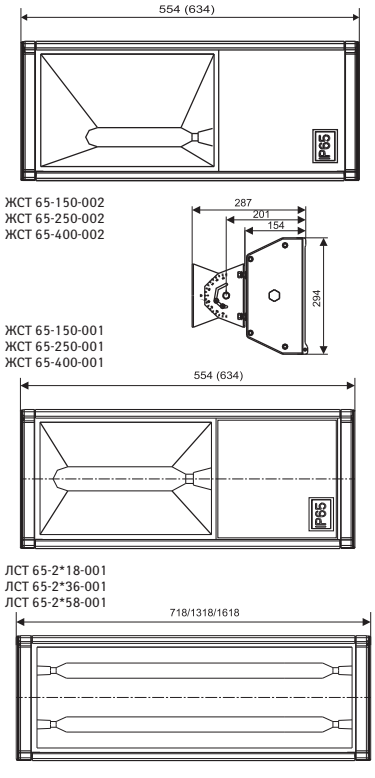
В зависимости от проектных решений обеспечения освещения конкретных туннелей в конструкции светильника предусмотрено использование как газоразрядных источников света мощностью 150–400 Вт, так и люминесцентных мощностью 18–58 Вт.
В светильниках с газоразрядными источниками предусмотрена возможность установки двух типов оптики — симметричной (001) и асимметричной (002). В качестве ПРА в светильниках используются электромагнитные и электронные ПРА производства ELT (Испания).
Для обеспечения позонового регулирования освещенности в светильниках с газоразрядными лампами возможно использование электронных ПРА в комплекте с устройством регулирования мощности.

Преимущества

- Светильник имеет оригинальный современный дизайн.
- Светильник прост и удобен в монтаже и обслуживании.
- Конструкция обеспечивает легкий доступ к пускорегулирующей аппаратуре без демонтажа светильника.
- Высокая степень защиты светильника обеспечивает заданные светотехнические характеристики во время всего срока эксплуатации.

Основные параметры

НАИМЕНОВАНИЕ	НАПРЯЖЕНИЕ	СРОК СЛУЖБЫ, НЕ МЕНЕЕ	СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ	ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ	ВЕС, кг	ТИП ПАТРОНА	ТИП ЛАМПЫ
ЖСТ 65-150-001	220	10	IP 65	554×294×287	9,1	E 40	ДНаТ
ЖСТ 65-250-001	220	10	IP 65	634×294×287	9,7	E 40	ДНаТ
ЖСТ 65-400-001	220	10	IP 65	634×294×287	12,5	E 40	ДНаТ
ЖСТ 65-150-002	220	10	IP 65	554×294×287	9,1	E 40	ДНаТ
ЖСТ 65-250-002	220	10	IP 65	634×294×287	9,8	E 40	ДНаТ
ЖСТ 65-400-002	220	10	IP 65	634×294×287	12,5	E 40	ДНаТ
ЛСТ 65-2*18-001	220	10	IP 65	718×294×287	10	G8	T8
ЛСТ 65-2*36-001	220	10	IP 65	1318×294×287	18	G8	T8
ЛСТ 65-2*58-001	220	10	IP 65	1618×294×287	23	G8	T8



ФИЛИАЛЫ

МОСКВА
Россия, 117105, Москва
Новоданиловская наб., д. 4, стр. 1
Тел. +7 (499) 929 0844, факс +7 (499) 929 0843
e-mail: mf@amira.ru

КРАСНОДАР
Россия, 350007, Краснодар
ул. Захарова, д. 1
Тел./факс +7 (861) 262 0406
e-mail: kf@amira.ru

РОСТОВ-НА-ДОНУ
Россия, 344037, Ростов-на-Дону
24-я линия, д. 20, оф. 9–10
Тел. +7 (863) 243 9222, факс +7 (863) 253 1455
e-mail: rf@amira.ru

ДИЛЕРЫ

ООО «Фост», Челябинск
Тел. +7 (3512) 51 2884
Факс +7 (3512) 51 4350
e-mail: fost@chel.surnet.ru

ООО «Рисар», Казань
Тел. +7 (843) 231 5545
Факс +7 (843) 231 5588
e-mail: master@risar.ru

ООО «Люмира», Оренбург
Тел./факс +7 (3532) 31 0946
e-mail: lumira@inbox.ru

ООО «Предприятие Аксиома», Саратов
Тел./факс +7 (845) 248 0048
e-mail: mail@acsioma.ru

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА

СОЧИ
Сочинское представительство
СП ЗАО «АМИРА»
Россия, 354000, Сочи
ул. Нагорная, д. 22 А
Тел. +7 (8622) 625959, факс +7 (8622) 625828
e-mail: sochi@amira.ru

СТАВРОПОЛЬ
Ставропольское представительство
СП ЗАО «АМИРА»
Россия, 355008, Ставрополь
Михайловское шоссе, д. 5, литера «А»
Тел./факс (8652) 94 7858
e-mail: stavropol@amira.ru

ЛИПЕЦК
ООО «Амира-Свет»
Россия, 398035, Липецк
ул. Вермишева, д. 2
Тел./факс: +7 (4742) 31 9099,
32 0723, 32 6879
e-mail: amira@lipetsk.ru

ООО «ПЕТРОСВЕТ»
Проектирование и строительство

Россия, 198099, Санкт-Петербург
ул. Калинина, д. 22
Тел./факс +7 (812) 441 2500 (доб. 251)
e-mail: info@petrosvet.com

Московский филиал ООО «Петросвет»
Россия, 117105, Москва
Новоданиловская наб., д. 4, стр. 1
Тел./факс +7 (499) 929 0843
e-mail: mf@petrosvet.com

Ростовский филиал ООО «Петросвет»
Россия, 344019, Ростов-на-Дону
13 линия, д. 91/107
Тел./факс +7 (863) 283-04-66
e-mail: rf@petrosvet.com

Краснодарский филиал ООО «Петросвет»
Россия, 350007, Краснодар
ул. Захарова, д. 1
Тел./факс +7 (861) 262 0406
e-mail: kf@petrosvet.com

Управляющая компания

СП ЗАО «АМИРА»
Россия, 198099, Санкт-Петербург, ул. Калинина, д. 22
Тел. +7 (812) 441 2500, факс +7 (812) 786 7439
e-mail: amira@amira.ru

www.amira.ru

JSC AMIRA is a managing company

JSC AMIRA
Kalinina str., 22, St. Petersburg, Russia, 198099
tel. +7 (812) 441 2500, fax +7 (812) 786 7439
e-mail: amira@amira.ru