Электрическое освещение бытовых и промышленных объектов

Разрядные лампы высокого давление. Натриевые лампы. Металлогалогеновые лампы. Ксеноновые лампы.

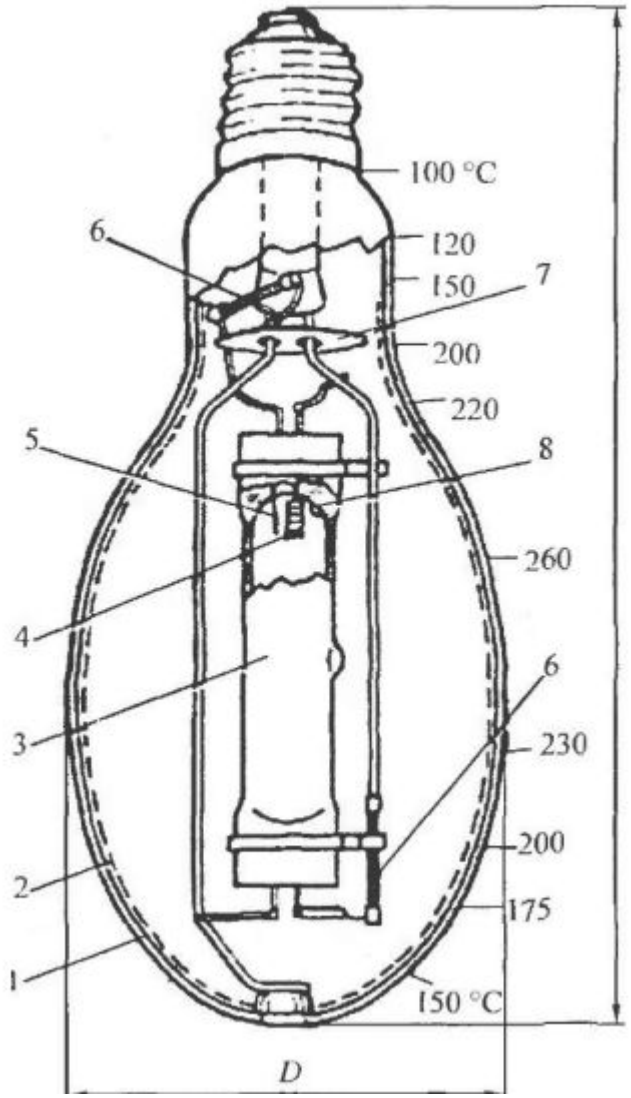
Дуговые разрядные лампы

Название **ДРЛ** расшифровывается как дуговая ртутная люминесцентная.

Лампа состоит из кварцевой трубки (горелки), расположенной в колбе, на стенках которой расположен слой люминофора, способного преобразовывать ультрафиолетовое излучение, сопровождающее дуговой разряд в трубке, в видимы свет, пригодный для освещения. В трубку, выполненную из кварцевого стекла, впаяны два основных вольфрамовых электрода, покрытых активированным слоем и подсоединенных к центральной части цоколя лампы, и два дополнительных электрода (зажигающих).

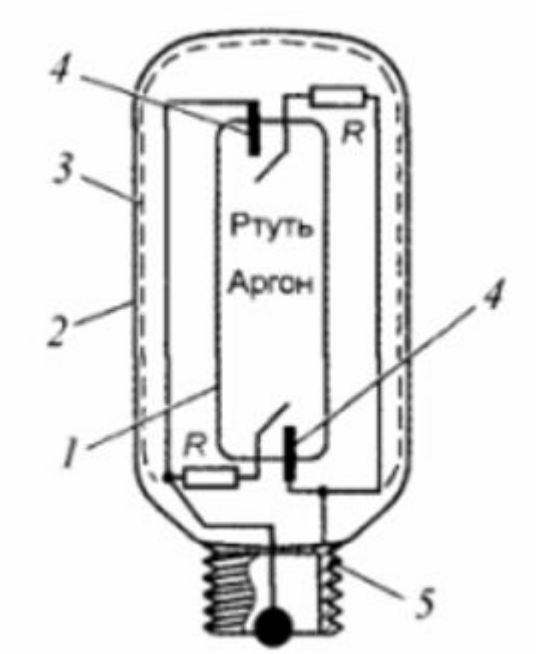
В трубке имеется небольшое (25-165 нг) содержание ртути.

В колбе для поддержания стабильности свойств люминофора, закачен аргон.



1 – внешняя стеклянная колба, 2 – слой люминофора, 3 – разрядная трубка из кварцевого стекла, 4 – рабочий электрод, 5 – зажигающий электрод, 6 – ограничительные резисторы в цепи зажигающего электрода, 7 – экран, 8 – ртуть.
Цифры справа показывают температуру колбы лампы ДРЛ мощностью 400 Вт.

Схематичное изображение



1 – разрядная трубка (горелка из прозрачного кварцевого стекла, устойчивого к действию высоких температур;
2 – колба прозрачная из вольфрамого стекла;
3 – люминофор, нанесённый на стенки лампы;
4 – электроды из тугоплавкого металла, активированные;
5 – цоколь с резьбой Е-27 (Е-40).

Процесс зажигания лампы

При подаче на лампу питающего напряжения между близко расположенными основным и зажигающим электродом возникает тлеющий разряд, чему способствует малое расстояние между ними, которое существенно меньше расстояния между основными электродами, а следовательно ниже напряжение пробоя этого промежутка.

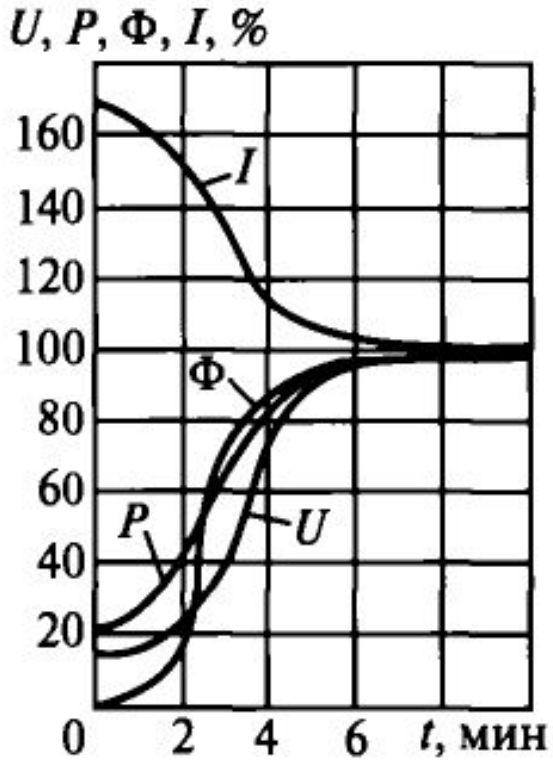
Возникновение в ртутной трубке большого числа носителей заряда вызывает пробой между основными электродами и зажиганию между ними тлеющего разряда, который практически мгновенно переходит в дуговой.

Процесс зажигания лампы

При начале горения давление в РТ достаточно низкое и напряжения достаточно для возникновения тлеющего разряда между основными и зажигающими электродами. В процессе зажигания, из-за испарения ртути, давление в трубке увеличивается, и напряжения становится недостаточно для продолжения пробоя между основными и зажигающими электродами, и остаётся только дуговой разряд между основными электродами.

С повышением давления паров внутри РТ меняются и другие характеристики лампы: растёт напряжение на лампе, её мощность. Дуга внутри РТ стягивается в яркий светящийся шнур по длине трубки, растёт её световой поток и КПД.

Характеристики лампы ДРЛ при зажигании



Типичные характеристики при зажигании разрядной лампы высокого давления

Технические характеристики ламп ДРЛ

Четырехэлектродные дуговые ртутные люминесцентные лампы высокого давления с люминофорным покрытием выпускаются в пределах мощностей 80-2000 Вт, и имеют световую отдачу 40-60 лм/Вт. Но наиболее используемые лампы 400-1000 Вт имеют примерно одинаковую светоотдачу.

Срок службы лампы 12-20 тыс. ч., но к концу этого срока световой поток снижается на 70%.

Лампы подключаются на индуктивные ПРА (цель которых ограничить величину тока), поэтому системы лампа-ПРА сравнительно низкий коэффициент мощности (cosφ в среднем равен 0,5).

Использование ламп со встроенными конденсаторами позволяет добиться повышения коэффициента мощности до 0,9-0,94.

Технические характеристики ламп ДРЛ

- Лампы в комплекте с ПРА предназначены для включения на напряжение 230 В (начиная с мощности 2000 Вт – 400 В);
- Лампы мощностью до 127 В имеют цоколь Е-27, остальные Е-40;
- Температура окружающей среды влияет на напряжение зажигания. При низких температурах требуется более высокое напряжение, т.к. давление паров ртути слишком мало, а значит, зажигание в кварцевой горелке происходит в чистом аргоне.
- При низких температурах (ниже -30^0) для зажигания ламп ДРЛ применяется устройство импульсного зажигания (УИЗ).
- При отклонении напряжения сети на 10-15%, световой поток меняется на 25%.
- Коэффициент цветопередачи невысок R_a=42.

Пульсация и стробоскопический эффект

Пульсация ламп ДРЛ с частотой равной $2f_c$ сравнительно высока (коэффициент пульсации составляет 63-74%), она может вызвать опасный **стробоскопический эффект**.

Стробоскопический эффект – это зрительная иллюзия, возникающая, при пульсации источника освещения или при киносъёмке. Предмет, движущийся с частотой, близкой к частоте пульсации в случае стробоскопического эффекта будет казаться замедленным или неподвижным. Это возникает из-за того, что при пульсации источника света глазом будут фиксироваться отдельные фазы движения, но если частота вращения при этом будет близка к частоте пульсации, движущийся предмет (вращающееся колесо) будет фиксироваться в одной и той же фазе движения, что глаз будет воспринимать как отсутствие движения или движение с малой скоростью.

На производстве стробоскопический эффект опасен тем, что при определённых обстоятельствах, при пульсации источника освещения движущиеся части станков могут выглядеть неподвижными или движущимися с малой скоростью. Это может стать причиной гибели или тяжелого увечья людей, при неправильной оценке ими движения части

Маркировка ламп ДРЛ

Лампы ДРЛ маркируются следующим образом:

Д – дуговые, **Р** – ртутные, **Л** – люминесцентные. Число следующее за буквенным обозначением показывает мощность лампы, Число в скобках показывает т.н. «красное отношение» - долю красного света, получаемую за счёт люминофора лампы. Число после тире показывает номер разработки лампы.

Таким образом лампа **ДРЛ250(10)-4** относится к дуговым ртутным люминесцентным лампам, с мощностью 250 Вт, с красным отношением равным 10 и номером разработки – 4.

Технические характеристики ламп ДРЛ

Технические данные ртутных ламп высокого давления общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения			Средняя продолжительность горения, тыс. ч
	Мощность, Вт	Световой ноток, лм	Световая отдача, лм/Вт	
ДРЛ250(6)-4	250	13 000	52	12
ДРЛ250(10)-4		13 500	54	
ДРЛ250(14)-4		13 500	54	
ДРЛ400(6)-4	400	23 500	58,8	15
ДРЛ400(10)-4		24 000	60	
ДРЛ400(12)-4		24 000	60	
ДРЛ700(6)-3	700	40 600	58	20
ДРЛ700(10)-3		41 000	58,6	
ДРЛ700(12)-3		41 000	58,6	
ДРЛ1000(6)-3	1000	58 000	58	18
ДРЛ1000(10)-3		59 000	59	
ДРЛ2000(\2)-3		59 000	59	

Величины красного соотношения

6% - рекомендуется для освещения улиц и автострад;

10% - рекомендуется для наружного и внутреннего освещения промышленных объектов с высоким уровнем зрительных работы;

12% - для внутреннего освещения промышленных предприятий;

Для освещения помещений производственных и общественных зданий, в которых выполняются работы, требующие повышенного цветоразличения, могут применяться лампы типа ДРЛ мощностью 50, 80 и 125 Вт, имеющие долю красного излучения **15%**.

Особенности использования ламп ДРЛ

1. Лампа разгорается за 5-7 минут. Именно столько времени требуется, чтобы в кварцевой колбе лампы ртуть приобрела парообразное состояние и лампе загорелась устойчивая дуга.
2. Для того чтобы образовался тлеющий разряд между основным и зажигающим электродами давление внутри колбы должно быть пониженным, а значит не содержать ртутных паров. Таким образом, если лампа ДРЛ в процессе использования была отключена, то повторно зажечься она сможет только после остывания.
3. При отклонении напряжения на 10%-15% световой поток меняется на 25%, а потребляемая мощность на 20%.

Достоинства ламп ДРЛ

1. Высокая светоотдача;
2. Длительный срок службы;
3. Высокие значения мощностей лампы;
4. Компактные размеры, исполнение со стандартными цоколями E-27 и E-40;
5. Не сложные в изготовлении, имеются серийные производства ламп.

Недостатки ламп ДРЛ

1. Требуют ПРА для включения;
2. Чувствительны к изменению напряжения;
3. Разгораются за достаточно продолжительное время (5-7 минут);
4. Повторное включение возможно только после охлаждения;
5. Невысокий коэффициент цветопередачи;
6. Высокий коэффициент пульсации опасность возникновения стробоскопического эффекта;
7. Использование ртути при изготовлении лампы.

Металлогалогеновые лампы (МГЛ) типа ДРИ

Расшифровка: **Д** – дуговая, **Р** – ртутная, **И** – излучающие добавки.

Лампы типа ДРИ появились как развитие и усовершенствование ламп ДРЛ. Устройство ламп типа ДРИ похожее или очень близкое к устройству лампы ДРЛ.

В прозрачной колбе находится разрядная трубка, с обеих сторон которой впаяны электроды. В основании колбы установлен экран.

Лампы ДРИ изготавливаются с одним зажигающим электродом или без него.

Колба лампы ДРИ

В качестве внешней колбы применяется колба лампы ДРЛ без люминофорного покрытия. Если применяются лампы с люминофорным покрытием у них значительно снижается яркость светящегося тела и увеличивается излучение в оранжево-краснйо области (у ламп с натриево-скандиевым наполнением).

Существуют трубчатые лампы ДРИ.

Лампы ДРИ могут использоваться в светильниках, предназначенных для ламп типа ДРЛ.

Наполнение лампы

Внутрь разрядных колб МГЛ, кроме ртути и аргона вводятся галогениды металлов, которые легко испаряются и не разрушают кварцевое стекло колбы.

Применение добавок в виде галогенидов позволяет получать свет нужной части спектра, в том числе белый без дополнительной коррекции за счёт люминофора.

Концентрации добавок незначительна по сравнению с концентрацией ртути, т.к. именно ртутный пар создаёт благоприятные условия для возникновения разряда.

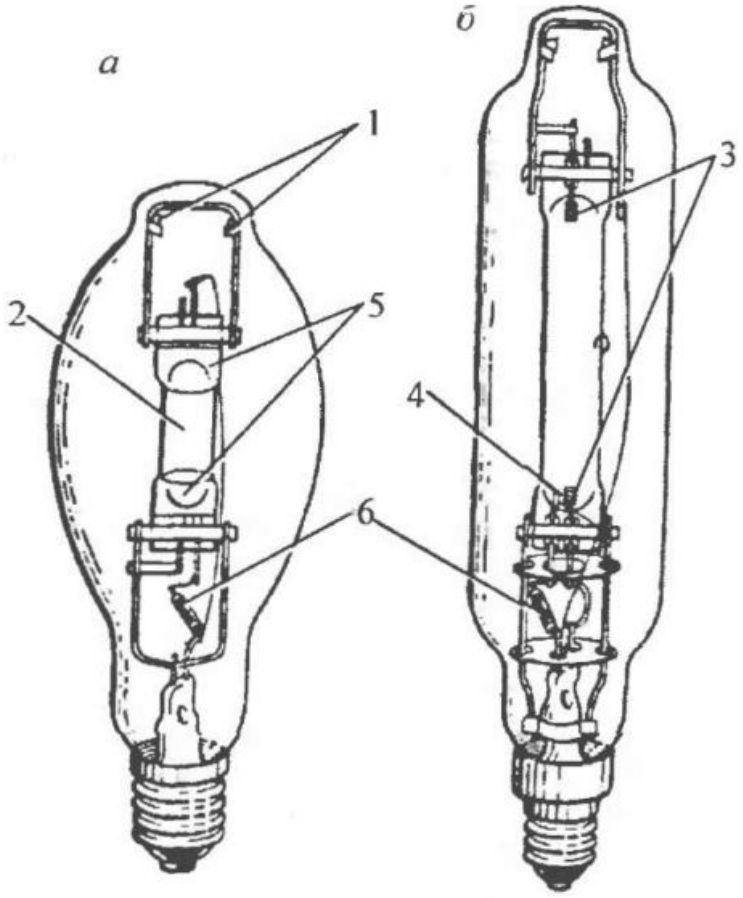
Использование излучающих добавок

Наиболее часто применяются следующие виды добавок:

- Йодиды натрия, таллия, индия;
- Йодиды натрия, скандия и тория

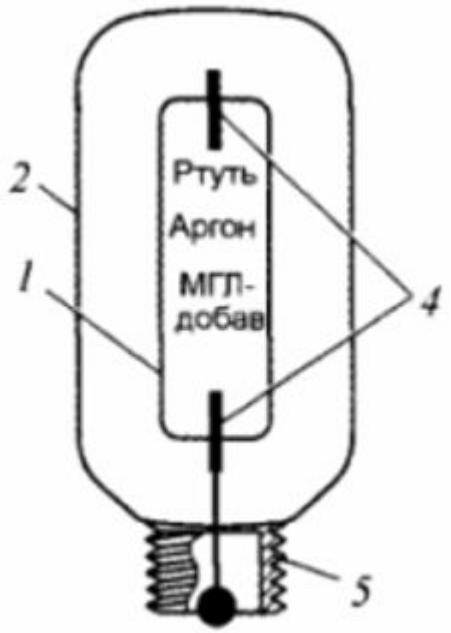
Добавки натрия и таллия повышают световую отдачу и стабилизируют разряд, диспрозия и других редкоземельных металлов – дают высокую светоотдачу (до 80 лм/Вт) и цветопередачу ($R_a \geq 90$).

Устройство металлогалогенных ламп



а) – лампа 400 Вт в эллипсоидальной прозрачной внешней колбе;
б) – лампа 2000 Вт в цилиндрической прозрачной колбе;
1 – пружинящие распорки;
2 – разрядная трубка;
3 – основные электроды;
4 – зажигающий электрод;
5 – утепляющее покрытие;
6 – ограничительное термостойкое сопротивление.

Схема устройства (упрощенный вид)



1 – разрядная трубка (горелка) из прозрачного кварцевого стекла, устойчивого к действию высоких температур и наполнителей;
2 – колба прозрачная из вольфрамового стекла;
4 – электроды из тугоплавкого металла, активированные;
5 – цоколь с резьбой Е-27 и Е-40.

Положение работы лампы

На параметры ДРИ значительно влияет положение горения, особенно с добавками йодида натрия. Это объясняется тем, что добавка натрия вводится в избытке, поэтому все изменения положения горения меняются и положение и температура холодной зоны, а вместе с ней давление паров йодида натрия.

Обычно световой поток снижается на 15-18% в горизонтальном состоянии, по сравнению с вертикальным состоянием. При этом в горизонтальном состоянии лампы повышается цветовая температура.

Это весьма характерно для трубчатых ламп мощностью больше 1 кВт (а не для ДРИ).

Некоторые типы ламп выпускают в различных модификациях для разных положений). При этом удаётся оптимизировать тепловой режим горелки и повысить светоотдачу и срок службы лампы.

Использование ПРА

Лампы ДРИ включаются в сеть через ПРА, состоящее из дросселя (необходим для ограничения тока при зажигании лампы) и зажигающего устройства, генерирующего импульсы высокого напряжения (лампы ДРЛ требовали этого лишь в особых условиях, например при низких температурах, но использование йодидов требует более высокого напряжения зажигания).

Коэффициент мощности при нескомпенсированных ПРА равен 0,5.

Технические характеристики ламп ДРИ

- Лампы ДРИ имеют высокую световую отдачу (до 90 лм/Вт);
- Их коэффициент цветопередачи сравнительно высок ($R_a \geq 90$);
- Лампы ДРИ чувствительны к своему положению;
- Напряжение зажигания ламп ДРИ выше (чем у ДРЛ), что обусловлено использованием йодида натрия;
- Лампы ДРИ чувствительны к изменениям напряжения. При изменении напряжения на 10% световой поток меняется на 25% раза, а мощность лампы на 22%;
- Пульсация светового потока невелика по сравнению с лампами ДРЛ – 30%;
- Более высокие температуры работы лампы повышают её КПД и светоотдачу, но понижают срок службы до 7500-12000 ч.

Технические характеристики ламп ДРИ

Технические характеристики металлогалогенных ламп типа ДРИ общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения			Средняя продолжительность горения, ч
	Мощность, Вт	Световой ноток, лм	Световая отдача, лм/Вт	
ДРИ 125	125	8 300	66,4	3000
ДРИ 175	175	12 000	68.6	4000
ДРИ250-5	250	19 000	76	10 000
ДРИ250-6	250	17 000	68	3000
ДРИ400-5	400	35 000	87,5	10 000
ДРИ400-6	400	32 000	80	3000
ДРИ700-5	700	60 000	85.7	9000
ДРИ700-6	700	56 000	80	3000
ДРИ 1000-5	1000	90 000	90	9000
ДРИ 1000-6	1000	85 000	85	3000
ДРИ2000-6	2000	190 000	95	2000
ДРИ3500-6	3500	350 000	100	1500

Маркировка ламп ДРИ

Лампы ДРИ маркируются следующим образом:

Д – дуговые, **Р** – ртутные, **И** – излучающие добавки. Число следующее за буквенным обозначением показывает мощность лампы. Число после тире показывает номер разработки лампы.

Таким образом лампа **ДРЛ250-5** относится к дуговым ртутным с излучающими добавками, с мощностью 250 Вт, номером разработки – 5.

Области применения

Высокая световая отдача и цветопередача очень хорошего качества делает лампы МГЛ незаменимыми для освещения больших площадей с требованием качества цветопередачи (выставки, ярмарки, демонстрационные залы, спортивные сооружения, цветные съёмки, производства, связанные с покраской, печатью и т.д.)

Достоинства ламп ДРИ (по сравнению с ДРЛ)

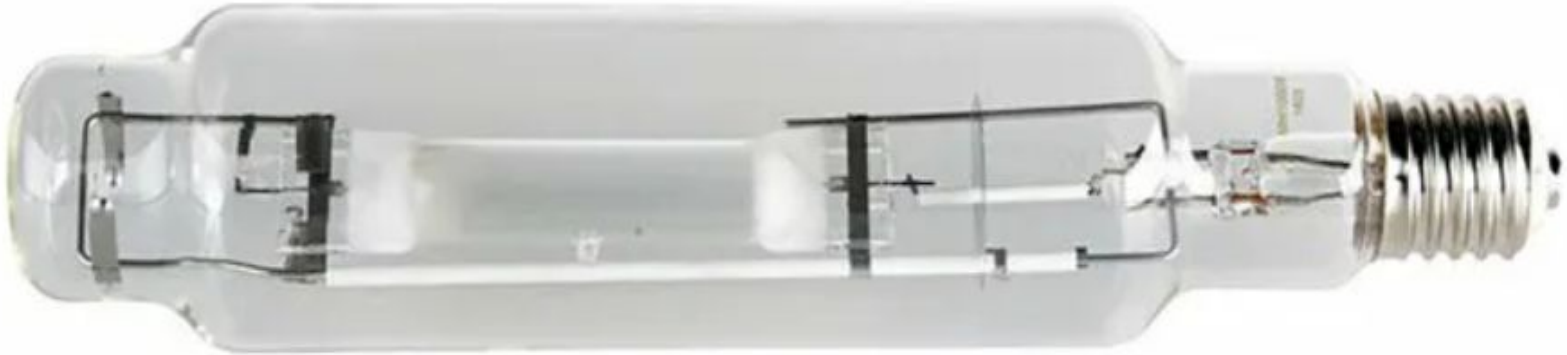
Достоинства ламп ДРИ

- Высокая световая отдача;
- Очень хорошая цветопередача;
- Низкий уровень пульсации;
- Нечувствительность к низким температурам;
- Не требуется люминофор;

Недостатки ламп ДРИ:

- Повышенное напряжение зажигания, требуют наличия ИЗУ в ПРА;
- Более короткий срок службы;

Характеристики МГЛ с керамической горелкой

Современные МГЛ выпускаются с керамической горелкой и имеют улучшенные характеристики:

- диапазон мощностей от 20 до 400 Вт, цветовая температура 3000 и 4200 К позволяют унифицировать световые проекты различного назначения (внутреннее и наружные освещение, цветопередача).
- стабильный световой поток и цветность, искрящий свет, незначительный спад яркости в течение всего срока службы.
- длительный срок службы (до 20 000 часов) и надежность ламп сокращает эксплуатационные расходы.
- высокая энергоэффективность (более 100 лм/Вт) позволяет значительно сократить количество ИС ОУ и энергопотребление.