



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВЫСШАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

Программа повышения квалификации

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

2014 г.

Раздел 6.

Существующие технологии в области энергоэффективного освещения

Тема 6.1.

Сравнительный анализ источников искусственного освещения и методы расчета осветительных установок

Тема 6.2.

Правовое регулирование в сфере повышения энергоэффективности в системах освещения

Основные вопросы

Тема 6.1. Сравнительный анализ источников искусственного освещения и методы расчета осветительных установок.

- ✓ Основные технологии, применяемые в системах освещения (источники света, светильники, управление), их преимущества и недостатки.
- ✓ Методы расчета систем освещения (внутренних и наружных установок).
- ✓ Основные и справочные нормативы, используемые при расчетах.
- ✓ Расчет экономии электроэнергии в осветительных установках.
- ✓ Типовые решения энергоэффективных систем освещения для бюджетной сферы и примеры реализованных проектов.

Тема 6.2. Правовое регулирование в сфере повышения энергоэффективности в системах освещения.

- ✓ Нормативно правовые акты, стимулирующие внедрение энергоэффективных технологий освещения (ФЗ от 05.04.2013 N 44-ФЗ "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд).
- ✓ Вопросы экологии (правила сбора, хранения и утилизации газоразрядных ламп).

Глоссарий

- **RA индекс цветопередачи** – англ. colour rendering index - параметр, характеризующий уровень соответствия естественного цвета тела видимому (кажущемуся) цвету этого тела при освещении его данным источником света.
- **ДНаТ лампа** (Дуговые Натриевые Трубочатые) — вид натриевой газоразрядной лампы высокого давления, в цилиндрической колбе.
- **ДРЛ лампа** (Дуговая Ртутная Люминесцентная) — принятое в отечественной светотехнике обозначение ртутной лампы высокого давления, в которых для исправления цветности светового потока, направленного на улучшение цветопередачи, используется излучение люминофора, нанесённого на внутреннюю поверхность колбы.
- **Источник света** (в разделе речь идет об искусственных источниках света)- это — технические устройства ОП различной конструкции и с различными способами преобразования энергии, основным назначением которых является получение светового излучения (как видимого, так и с различной длиной волны, например, инфракрасного). В источниках света используется в основном электроэнергия. В основном искусственными источниками света являются лампы того или иного вида, которые являются совместимыми со светотехнической арматурой.
- **Люкс (lux)** - единица измерения освещенности Международной системе единиц (СИ), 1 люкс = 1 люмену на квадратный метр).
- **Люмен** - единица измерения светового потока в Международной системе единиц (СИ). Один люмен равен световому потоку, испускаемому точечным изотропным источником, с силой света, равной одной канделе, в телесный угол величиной в один стерадиан: $1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \times \text{ср} (= 1 \text{ лк} \times \text{м}^2)$.
- **МЭА** – мировое энергетическое агентство (IEA).
- **ОП** – осветительный прибор.
- **Световой поток** - физическая величина, характеризующая количество «световой» мощности в соответствующем потоке излучения.

Содержание

Освещение: актуальные тренды и место в современном мире

Сравнительный анализ источников искусственного освещения

Преимущества и недостатки существующих технологий

Повышение эффективности: основные принципы. Методы расчета осветительных установок

Нормативно - законодательная база

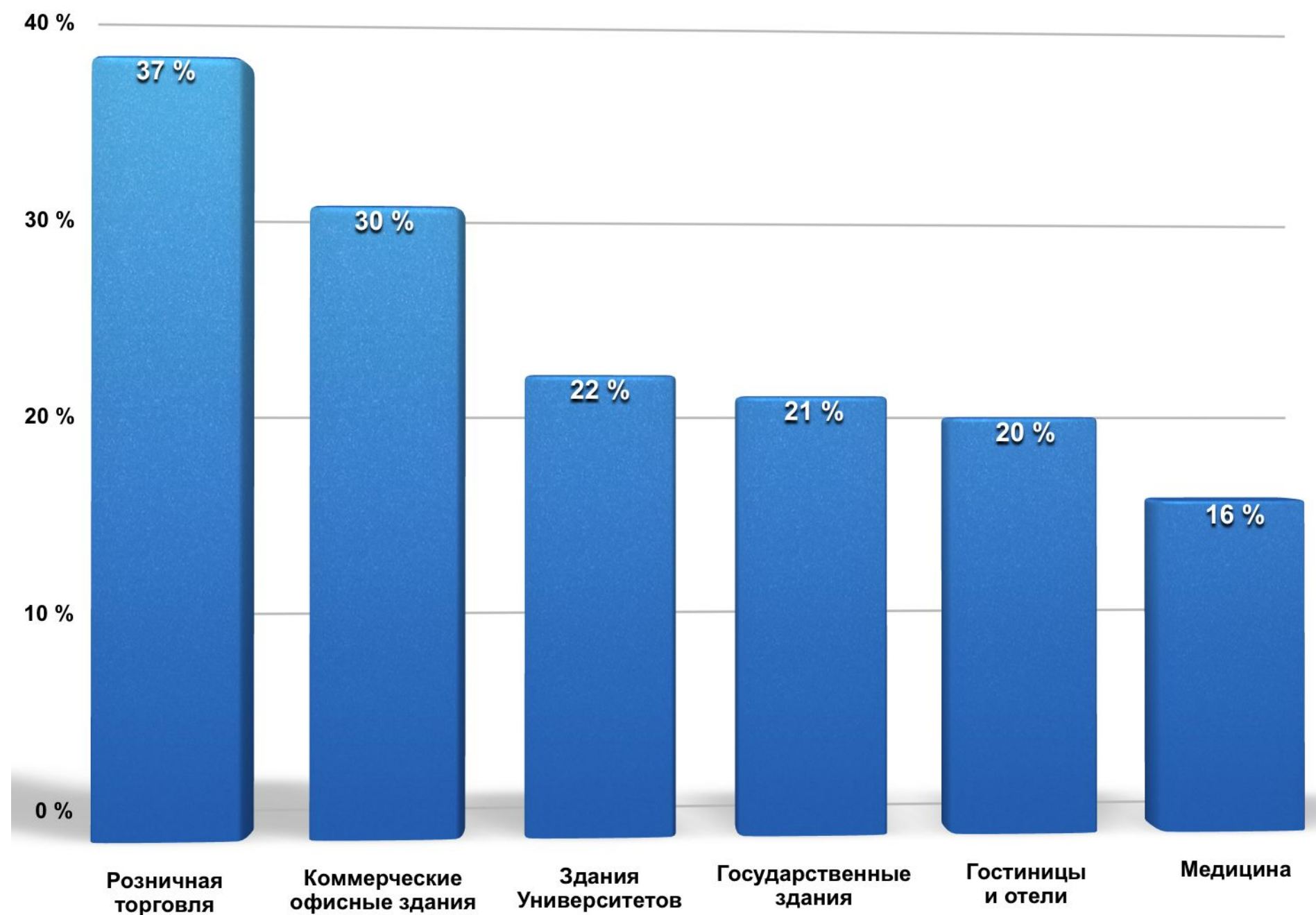
Вопросы экологии

Освещение и потребление

- На освещение приходится около **19 %** мирового потребления электроэнергии и эта цифра постоянно возрастает.
- В России около **13%** электроэнергии тратится на нужды освещения.
- В системе освещения значительные затраты идут на освещение именно бюджетной сферы: городское освещение, вокзалы, стадионы, муниципальные учреждения и т.д.
- Сфера освещения имеет наибольший потенциал для повышения энергоэффективности и ресурсосбережения.



Процентное соотношение потребленной энергии освещением в балансе общего энергопотребления



Источник: IES - Fundamentals of Lighting - Student Version - important issues of lighting, 2009

Освещение: актуальные тренды и место в современном мире

Сравнительный анализ источников искусственного освещения

Преимущества и недостатки существующих технологий

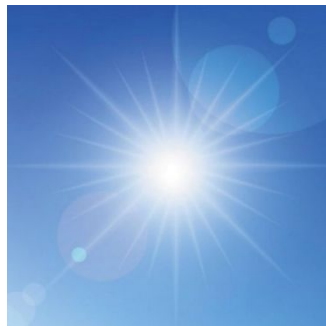
Повышение эффективности: основные принципы. Методы расчета осветительных установок

Нормативно - законодательная база

Вопросы экологии

Источники света

1. Естественные источники света



Солнечный свет



Биолюминесценция



Природные явления

и др.

2. Искусственные источники света



Лампы накаливания



Газоразрядные лампы



Светодиодные лампы

Искусственные источники света



Авторские данные и CADDET (1991), *Learning from Experiences with Energy Efficient Lighting in Commercial Buildings*, CADDET Analysis Series No. 6, CADDET, Sittard, The Netherlands

Освещение: актуальные тренды и место в современном мире

Сравнительный анализ источников искусственного освещения

Преимущества и недостатки существующих технологий

**Повышение эффективности: основные принципы.
Методы расчета осветительных установок**

Нормативно - законодательная база

Вопросы экологии

Преимущества и недостатки различных видов технологий источников искусственного света

	Преимущества	Недостатки
1. Лампа накаливания	<ul style="list-style-type: none"> • Средняя светоотдача (при прозрачной колбе). • Полная совместимость с существующими светильниками и стандартными технологиями на рынке. • Светорегулирование любым регулятором. • Хорошее качество и характеристики 	<ul style="list-style-type: none"> • Большое потребление электроэнергии – крайне малый КПД. • Опасность из-за высокой рабочей температуры. • Высокий уровень инфракрасного излучения. • Короткий срок службы (1000 ч)
2. Газоразрядная лампа	<ul style="list-style-type: none"> • Более высокая эффективность (сбережение энергии) по сравнению с лампой накаливания – от 15% (обычные галогенные) до 80% (компактные люминесцентные). • Экологичность (минимальный уровень инфракрасного излучения). • Продолжительный срок службы (до 6 раз больше, чем у ламп накаливания – в среднем до 10 000 часов). • Выпускаются с теплым и холодным светом 	<ul style="list-style-type: none"> • Светоотдача у многих видов ламп ниже средней. • Опасность из-за высокой рабочей температуры (у некоторых видов). • Часто без возможности светорегулирования. • Относительно медленное включение и прогрев (люминесцентные). • Не всегда совместимы со стандартными светильниками. • Относительно высокая цена. • Высокий уровень ультрафиолетового излучения
3. Светодиодная лампа	<ul style="list-style-type: none"> • Высокий коэффициент светоотдачи. • Долгий срок эксплуатации (до 100 000 часов). • Безопасность (отсутствие инфракрасного и ультрафиолетового излучения) 	<ul style="list-style-type: none"> • Относительно высокая цена. • В основном предназначена для частного использования (комнатное освещение). • Сложность применения на производстве, в офисных помещениях и т.д.

Освещение: актуальные тренды и место в современном мире

Сравнительный анализ источников искусственного освещения

Преимущества и недостатки существующих технологий

**Повышение эффективности: основные принципы.
Методы расчета осветительных установок**

Нормативно - законодательная база

Вопросы экологии

Методы расчета систем освещения и повышение эффективности освещения

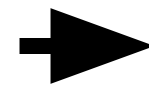
Четыре принципа-действия:

- 1. Необходимость подготовительного расчета.**
- 2. Выбор подходящих эффективных ОП.**
- 3. Использование светорегуляторов.**
- 4. Оптимизация и поддержание системы освещения.**

1. Подготовительный расчет

Сколько света требуется?

- Сила света измеряется в **люменах** (lumen)
- Освещение измеряется в люменах на единицу площади



Люкс (ЛК - англ. Lux) = Люменов на квадратный метр

Естественное освещение



Полная луна
0.5 лк



Летняя тень
7 000 лк



Облачно
25 000 лк



Солнечно
75 000 лк

Искусственное освещение (нормативы общего освещения)



Парки, сады
5-15 лк



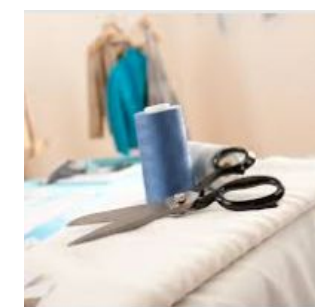
Лифтовый холл
менее 150 лк



Офис
300 лк



Учебный кабинет
500 лк



Ателье
750 лк

В соответствии со СП
52.13330.2011

Параметры расчета

1) Какая освещенность требуется?

- зависит от назначения деятельности и окружения;
- нормативы



или



2) Качество света?

- светоотдача и сила света;
- цветовые характеристики производимого света
- время розжига (запуска) и время достижения максимальной производительности;
- легкость управления.



3) Распределение света в пространстве

- постоянное или переменное?
- горизонтальное или вертикальное?

Неверный расчет может привести:

1.

Переосвещение



**чрезмерное
расходование
энергоресурсов**

2.

Недоосвещение



**Вред здоровью
человека**

2. Выбор осветительных приборов

- Метод коэффициента использования (lumen method) – применяется для (расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при светильниках любого типа.

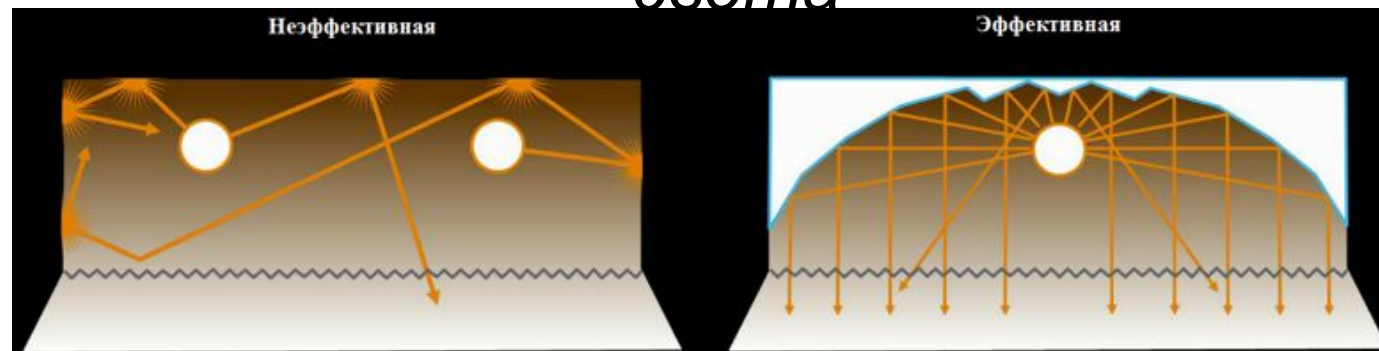
$$E = \frac{n \times N \times F \times UF \times LLF}{A}$$

- Точечный метод расчета освещения (point method): применяется для расчета общего равномерного и локализованного освещения, местного освещения независимо от расположения освещаемой поверхности при светильниках прямого света. Метод основывается на основополагающем законе освещенности («Закон обратных квадратов»).

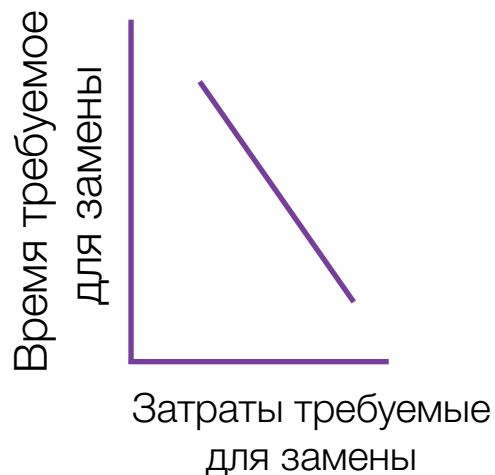
$$E = \frac{I}{d^2}$$

Необходимые действия на данном этапе

1. **Анализ проведенных расчетов:** насколько велика разница имеющихся показателей с нормативами, могут ли новые ОП быть установлены, могут ли ОП быть усовершенствованы, какие еще меры могут привести к повышению эффективности освещения?
2. **Использование сопровождающих методов** повышения эффективности освещения путем совершенствования ОП и использования условия окружения.
 - Эффективное использование отражателей (рефлекторов) света



- Использование более эффективных источников света



3. Эффективный контроль - использование светорегуляторов

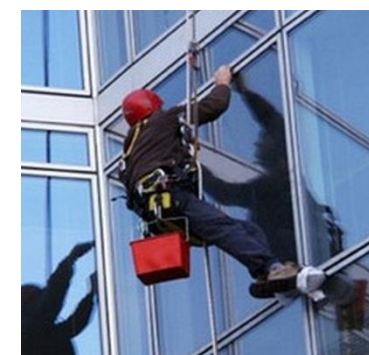
Эффективный контроль системы освещения путем:

- ручных выключателей;
- датчиков движения;
- таймеры;
- автоматический светорегулятор, использующий уровень освещенности;
- комплексные интеллектуальные системы.



4. Оптимизация и поддержание системы освещения

- своевременный сервис установленного оборудования;
- очистка ОП, помещения для обеспечения функционирования отражения и светопропускающих материалов и объектов (окна, потолочные покрытия и т.д.) для обеспечения необходимого естественного освещения.



Типовые меры по повышению энергоэффективности освещения



В мировой практике основными техническими энергосберегающими действиями в сфере освещения являются:

- замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы;
- установка электронных пускорегулирующих устройств (ЭПРА);
- широкое использование систем автоматического регулирования освещения в зависимости от внешних факторов;
- использование комбинированных осветительных приборов, использующих для питания солнечную энергию и др.

Освещение: актуальные тренды и место в современном мире

Сравнительный анализ источников искусственного освещения

Преимущества и недостатки существующих технологий

**Повышение эффективности: основные принципы.
Методы расчета осветительных установок**

Нормативно - законодательная база

Вопросы экологии

Основные нормативы, ГОСТы, своды правил и Законы в сфере освещения

Статус (ГОСТ, СН, СНиП, МУ и т. д.) и № документа, дата утверждения, ведомство	Наименование (полное)
СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 (утв. Приказом Минрегиона РФ от 27.12.2010 N 783	Строительные нормы и правила Российской Федерации. Естественное и искусственное освещение
ГОСТ Р 54350-2011	Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний
ГОСТ Р 55392-2012	Приборы и комплексы осветительные. Термины и определения
ФЗ Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ	"Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"
Отраслевые (ведомственные) нормативные документы по искусственному освещению утверждены в разное время соответствующими министерствами и ведомствами	Отраслевые (ведомственные) нормы искусственного освещения предприятий различных отраслей промышленности, правила техники безопасности и производственной санитарии предприятий агропромышленного комплекса
МУ 2.2.4.706-98/МУ ОТ РМ 01-98. 2.2.4	МУ 2.2.4.706-98/МУ ОТ РМ 01-98. 2.2.4

Освещение: актуальные тренды и место в современном мире

Сравнительный анализ источников искусственного освещения

Преимущества и недостатки существующих технологий

Повышение эффективности: основные принципы. Методы расчета осветительных установок

Нормативно - законодательная база

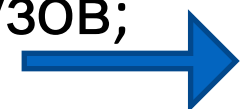
Вопросы экологии

Вопросы экологии

1. Повышение энергоэффективности освещения уменьшает потребление электроэнергии, что положительным образом сказывается на окружающей среде.
2. Особое значение играет вопрос сбора, хранения и утилизации газоразрядных ламп, а именно ртутных ламп (разбитая лампа, содержащая ртуть в количестве десятой части грамма, делает опасным для вдыхания воздух в помещении объёмом 4-5 тысяч кубометров).

Утилизация ртутных ламп

- Потребители ртутьсодержащих ламп (кроме физических лиц) должны осуществлять накопление отработанных ртутьсодержащих ламп, причем оно должно производиться отдельно от других видов отходов;
- не допускается самостоятельное обезвреживание, использование, транспортирование и размещение отработанных ртутьсодержащих ламп потребителями отработанных ртутьсодержащих ламп, а также их накопление в местах, являющихся общим имуществом собственников помещений многоквартирного дома;
- потребители ртутьсодержащих ламп (кроме физических лиц) для накопления поврежденных отработанных ртутьсодержащих ламп обязаны использовать специальную тару;
- органы местного самоуправления организуют сбор отработанных ртутьсодержащих ламп и информирование юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и физических лиц о порядке осуществления такого сбора;
- сбор отработанных ртутьсодержащих ламп у потребителей отработанных ртутьсодержащих ламп осуществляют специализированные организации;
- транспортирование отработанных ртутьсодержащих ламп осуществляется в соответствии с требованиями правил перевозки опасных грузов;



Утилизация ртутных ламп

- для транспортирования поврежденных отработанных ртутьсодержащих ламп используется специальная тара, обеспечивающая герметичность и исключающая возможность загрязнения окружающей среды;
- размещение отработанных ртутьсодержащих ламп в целях их обезвреживания, последующей переработки и использования переработанной продукции осуществляется специализированными организациями.
- хранение отработанных ртутьсодержащих ламп производится в специально выделенном для этой цели помещении, защищенном от химически агрессивных веществ, атмосферных осадков, поверхностных и грунтовых вод, а также в местах, исключающих повреждение тары;
- размещение отработанных ртутьсодержащих ламп не может осуществляться путем захоронения;
- обезвреживание отработанных ртутьсодержащих ламп осуществляется специализированными организациями, осуществляющими их переработку методами, обеспечивающими выполнение санитарно-гигиенических, экологических и иных требований