Бюджетное учреждение профессионального образования

Ханты-Мансийского автономного округа-Югры

«Нижневартовский политехнический колледж»

Кафедра электрического оборудования

**Выбор рациональных источников**

**света для освещения электромонтажной мастерской Нижневартовского политехнического колледжа**

Автор: Туляков Кирилл Алексеевич,

4 курс группа 312

Руководители:

Гудкова Валентина Константиновна,

преподаватель дисциплин профессионального цикла

Нижневартовск, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ………………………………………………………..…… | 3 |
| ГЛАВА I. Теоретическая часть…………………………………....….. | 5 |
| ГЛАВА II. Практическая часть…………………………………...…... | 13 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ………………………………………………………... | 18 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……………………………………………... | 19 |

**ВВЕДЕНИЕ**

Из пяти органов чувств больше всего информации об окружающем мире дает нам зрение. Однако видеть окружающий мир мы можем только потому, что существует свет. Около 90% информации воспринимается через зрительный канал, поэтому правильно выполненное рациональное освещение имеет важное значение для выполнения всех видов работ.

Без освещения не обходится ни один день жизни человека. Освещение влияет на ощущение пространства, формы, цвета. Также, свет воздействует на многие процессы жизнедеятельности. Причина многих недомоганий, ухудшения зрения и общего состояния здоровья - некачественное освещение. В отсутствии солнечного света человек пользуется искусственными источниками освещения. Выбор подходящего источника света очень важен для каждого и является одной из актуальных проблем.

Актуальность темы также определяется необходимостью сбережения электроэнергии в масштабе страны и отдельно взятой квартиры, а также улучшением экологии в природе и борьбой за здоровье человека.

**Объект исследования:** осветительная установка электромонтажной мастерской колледжа.

**Предмет исследования:** источники света разных типов: галогенные, люминесцентные (линейные и компактные), и светодиодные источники света.

**Цель исследования**: Выбор рационального источника света для освещения электромонтажной мастерской колледжа.

В соответствии с целью поставлены следующие **задачи исследования**:

1 провести анализ основных характеристик источников света разного типа;

2 выявить преимущества и недостатки источников света разного типа;

3 выявить наиболее эффективные с точки зрения экономии, влияния на здоровье человека и экологической безопасности источники искусственного света.

4.провести технико-экономическое обоснование предложения по реконструкции освещения электромонтажной мастерской колледжа.

**Методы теоретического и практического исследования**:

1 Изучение технической литературы по исследуемой проблеме, сбор информации;

2 Анализ собранной информации;

3 Расчет освещения мастерской для разных источников света;

4 Расчет технико - экономических показателей предполагаемых вариантов освещения;

5 Систематизация материала в форме презентации.

**Гипотеза** исследования основана на предположении, что наиболее целесообразными и экономичными источниками света в помещениях образовательных учреждений являются светодиодные светильники.

**ГЛАВА I. Теоретическая часть**

**Анализ основных характеристик источников света разного типа**

В нормативах СанПин и СНиП для освещения указаны типы светильников, которые могут применяться в помещениях образовательных учреждений.

СанПин и СНиП предъявляют следующие требования к светильникам, применяемым в электромонтажной мастерской образовательных учреждений**:**

− светильник должен создавать требуемый уровень освещенности;

− не допускается мерцание света от светильника и шумовые эффекты, например жужжание или потрескивание;

− светильник должен создавать равномерное освещение;

− свет от осветительного прибора должен быть мягким и рассеянным;

− светильник должен быть безопасным и максимально экологически чистым;

− теплый световой поток от светильника в большей степени соответствует нормативам освещения СанПин и СНиП для образовательных учреждений.

В электромонтажной мастерской с учетом требований СанПиНа и СНиПа можно применить следующие **три вида светильников**:

1 светильники с галогенными лампами;

2 светильники с люминесцентными лампами (линейные и компактные);

3 светодиодные светильники

Проведем сравнительный анализ основных характеристик указанных типов светильников.

**Галогенные лампы**

Галогенные лампы, появившиеся сравнительно недавно, нашли самое широкое применение практически во всех сферах нашей жизни.

По сути, галогенный источник света – та же лампочка накаливания. Она имеет тело накала – спираль из вольфрама, запаянное в колбу. Колба, в свою очередь, заполнена инертным газом. Под действием электрического тока спираль разогревается и начинает ярко светиться.

Рисунок 1 Галогенная лампа

Несмотря на кажущееся сходство, галогенный источник света имеет несколько существенных отличий от привычной лампы накаливания:

1 Колба галогенного осветителя изготовлена из кварцевого, а не из обычного стекла;

2 В газ, которым заполняют колбу, добавлены галогены – бром или йод.

Рисунок 2 Галогенная лампа

с дополнительной колбой

Это позволило:

‒ увеличить срок службы. Это одна из основных особенностей галогенного источника света. Спираль в обычной лампочке, имея высокую рабочую температуру, постепенно испаряется и, в конце концов, перегорает. В галогенной же лампе пары брома или йода, добавленные в колбу, улавливают испарившиеся атомы вольфрама и возвращают их снова на спираль. Эта вроде бы «мелочь» увеличила срок службы прибора до 4000 ч (при использовании систем мягкого пуска до 8000 – 12000 ч);

‒ повысить светоотдачу. Добавление галогенов позволило разогреть спираль до более высокой температуры. Благодаря этому светоотдача галогенной лампы по сравнению с обычной лампой накаливания увеличилась вдвое и составила 15-22 лм/Вт;

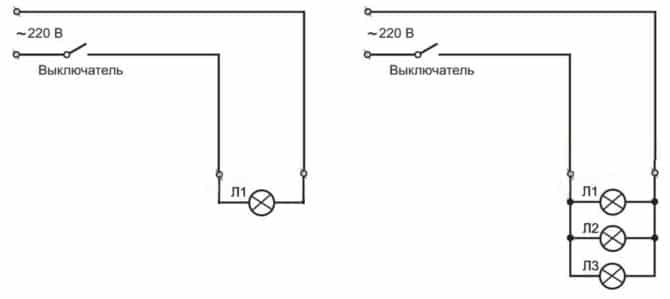
‒ улучшить цветопередачу. Благодаря повышенной температуре тела накала галогенная лампа обладает исключительно точной цветопередачей и непрерывным спектром излучения, который соответствует обычному солнечному свету. В галогенном свете все цвета объектов выглядят натурально, а глаза при нем не утомляются;

‒ достичь компактности. Использование кварцевого стекла, выдерживающего высокую температуру, позволило делать приборы весьма компактными. Это не только удобно в эксплуатации, но и требует меньшего расхода инертного газа и галогенов, что несколько удешевляет производство. Маленькие размеры колбы позволяют ей легко выдерживать высокое давление, а как известно, чем выше давление в колбе, тем медленнее испаряется вольфрам со спирали. За счет этого увеличивается срок службы прибора.

Диапазон мощности галогенных ламп – от 1 Вт до 20кВт, размер цоколя – 14мм (Е14 миньон) и 27мм (Е27 стандарт). Галогенные источники освещения выпускаются на несколько рабочих напряжений: 12, 24, 110 и 220 вольт. Лампы на 24 и 12 вольт предназначены для работы в автономной аппаратуре (фонари, переносные осветители и пр.) и транспортных средствах: автомобилях, мотоциклах, поездах, самолетах. Приборы с напряжением 110 и 220 В используются для освещения стационарных объектов: квартир, производственных помещений, стоянок и т. д.

Тем не менее 12 - и 24-вольтовые лампы успешно используются и для обычного стационарного освещения в точечных светильниках для подвесных потолков. Для этого их достаточно включить в сеть 110 или 220 В через понижающий трансформатор – электромагнитный или электронный.

Организовать освещение при помощи галогенных ламп не сложнее, чем при помощи обычных лампочек накаливания. Приборы, рассчитанные на напряжение 220 В, подключаются прямо в осветительную сеть. Причем если необходимо запитать группу ламп, то они соединяются параллельно.

[](https://lampaexpert.ru/wp-content/uploads/2018/09/blobid1536305810298.jpg)Рисунок 3 Схемы включения ламп с рабочим напряжением 220 В

**Плавное включение**

Лампы накаливания сгорают чаще всего в момент включения.

Причина – начальный бросок тока. Дело в том, что холодная спираль имеет очень маленькое сопротивление: оно в разы меньше рабочего, когда спираль разогрета. Из-за этого в момент включения холодной лампочки ток через тело накала превышает нормальный в десятки раз. Такой эффект назвали токовым ударом. Галогенная лампа подвержена такому удару сильнее, чем обычная лампа накаливания – ведь рабочий ток у нее выше, а, значит, пусковой вообще выходит за критическую отметку.

Для устранения этой проблемы существуют специальные приборы – устройства плавного включения ламп (УПВЛ). В момент включения они ограничивают ток через спираль, а после предварительного разогрева лампы плавно доводят его до номинального. Визуально это выглядит так, будто бы лампочка плавно (1-3 сек) «разгорается».

Этот УПВЛ может защитить целую группу ламп общей мощностью до 1 кВт.

С УПВЛ ресурс галогенной лампы увеличивается в 2-3 раза и может достигать 12000 ч вместо положенных 2000–4000. Схема включения галогенных ламп через УПВЛ будет выглядеть следующим образом:

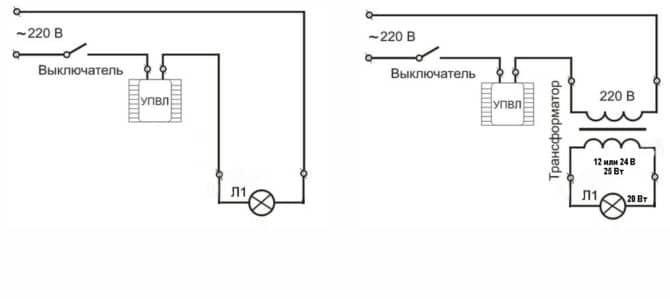
[](https://lampaexpert.ru/wp-content/uploads/2018/09/blobid1536306022688.jpg)

Рисунок 4 Схема включения галогенных источников света через УПВЛ

**Достоинства** галогенных источников света:

‒ длительный срок службы;

‒ повышенная светоотдача;

‒ непрерывный спектр излучения и отличная цветопередача;

‒ компактность;

‒ универсальность и простота включения;

‒ невысокая стоимость.

**Недостатки** галогенных ламп:

‒ очень высокая температура колбы (у одноколбовых приборов);

‒ чувствительность даже к кратковременному повышению питающего напряжения;

‒ низкочастотный шум при работе с диммером;

‒ утилизация отдельно от обычного стекла.

**Область применения**

Галогенная лампа – прибор универсальный, который можно использовать практически везде и для любых целей. Миниатюрные лампочки успешно работают в фарах транспортных средств: от велосипедных фар до самолетных прожекторов. Их устанавливают в точечные светильники для локального и общего освещения квартир и производственных помещений. Лампы с дополнительной внешней колбой отлично работают в люстрах и бра.

Благодаря отличной цветопередаче галогенные прожекторы – обязательный атрибут фото и видеосъемки. Их можно увидеть на съемочных площадках и в фотоателье, в телестудиях и на сцене. Такие же прожектора используются для освещения открытых и закрытых объектов, в ландшафтном дизайне. Свет галогенных ламп напоминает дневной и идеально подходит для глаз, а потому галогенные приборы незаменимы для освещения рабочего места и детских учреждений.

**Люминесцентные лампы** (ЛЛ) – разрядные лампы низкого давления – представляют собой цилиндрическую трубку с электродами, в которую закачаны пары ртути. Электроды установлены с обеих сторон колбы (на торцах).

Рисунок 5 Линейная люминесцентная лампа

Конструкция электрода представляет собой все ту же вольфрамовую нить, к которой припаяны контактные ножки, пропускающие электрический ток. Под действием электрического разряда пары ртути излучают ультрафиолетовые лучи, которые, в свою очередь, заставляют нанесенный на стенки трубки люминофор излучать видимый свет. Для работы люминесцентных ламп необходима специальная пускорегулирующая аппаратура (ПРА). Наиболее современны и экономичны электронные ПРА (ЭПРА).

Диапазон мощностей ЛЛ – от 15 до 80 Вт (для общего назначения), номинальное напряжение — 220 и 127 В. Температура накала вольфрамовой нити – от 2700 до 6500 градусов (по Кельвину). Световая отдача – может достигать рекордных 104 Лм/ Вт (в среднем от 40 до 80 Лм/ Вт). Размер цоколя – 14 мм (миньон E14) и 27 мм (стандарт E27). Диаметр колбы – 12,16,26,38 мм. Срок службы – от 10000 до 15000 часов. Коэффициент полезного действия превышает 20%.

Различают два основных типа люминесцентных ламп:

- линейные (рисунок 5);

- компактные (рисунок 6).

Линейные ЛЛ применяются для освещения производственных и офисных зданий, а также спортивных площадок. Их особенность в высокой мощности и повышенной светоотдаче. К тому же данный тип ЛЛ способны экономить до 30% потребляемой электроэнергии, что является их главным достоинством.

[](https://samelectrik.ru/wp-content/uploads/2014/08/lum_lampa-5.jpg)Компактные либо другими словами энергосберегающие лампы (КЛЛ) применяются для общего назначения. Они имеют специфическую конструкцию, представленную изогнутой колбой. КЛЛ применяются не только во время [монтажа освещения в квартире](http://samelectrik.ru/montazh-osveshheniya-v-kvartire.html), но и для декоративной подсветки витрин, а также дезинфекции больничных помещений. Основное преимущество заключается в высокой светоотдаче и продолжительном сроке службы.

Рисунок 6 Компактные люминесцентные лампы

**Достоинства ЛЛ**

‒ высокая светоотдача;

‒ имеют низкую температуру колбы;

‒ повышенный срок службы;

‒ отличная цветопередача;

‒ рассеянный свет, оказывающий меньший вред на состоянии сетчатки глаза, а значит, при эксплуатации этой лампы можно значительно уменьшить риск проблем со зрением;

**Недостатки ЛЛ**

‒ снижает световой поток при повышенных температурах;

‒ содержание ртути (хотя и в очень малых количествах, 40-60 мг). Эта доза безвредна, однако постоянная подверженность воздействию может нанести вред здоровью, требуют специальной утилизации;

‒ пульсация светового потока (стробоскопический эффект);

‒ люминофор, содержащийся в этих лампах, со временем производит свою работу с меньшей эффективностью, это уменьшает коэффициент полезного действия лампы и снижает степень светоотдачи;

‒ в установке люминесцентной лампы обязательно нужно использовать ПРА, что ведет к дополнительным затратам.

**Светодиодные светильники**

Существует множество разных видов и форм светодиодных ламп. В любом случае это какое-то количество светодиодов, с платой управления питанием в одном корпусе.

Такое понятие, как световой поток светодиодных ламп - изменчивое. Потому что он будет таким, какой нужен. Это зависит от количества диодов, чем их больше, тем больше световой поток. То же происходит и со световой отдачей. В этом случае действуют законы не арифметической, а геометрической прогрессии. И про какие-то конкретные цифры цветопередачи тоже говорить трудно. Это напрямую зависит от модели светодиодов и, иногда, от напряжения питания.

Если конструкцией светильника предусмотрено изменение напряжения, то вместе с ним будет меняться и цветопередача. И, кстати, световая отдача тоже. Поэтому светодиодные лампы трудно называть лампами, в привычном понимании этого слова. Это, скорее, уже именно светильники, а не лампы. С разными характеристиками, или изменяющимися.

По мнению специалистов, общество стоит на пороге общей экспансии светодиодных источников света в человеческую жизнь. Она уже началась. И под их натиском придётся отступить не только лампам накаливания и галогенным, но и люминесцентным. Ибо достоинств у светодиодных ламп в несколько раз больше недостатков: длительный период работы – до 100000 часов (11 лет работы!), не капризны к вибрации и падениям, очень экономичны, работают в диапазоне температур от -50...+60 0С, можно получить любой цвет, полная противопожарная, электро- и экологическая безопасность.

Светодиоды – называют источниками света будущего. Достигнутые характеристики светодиодов (для белых светодиодов световая отдача до 25 Лм/Вт при мощности прибора до 5 Вт, индекс цветопередачи Ra=80–85, срок службы до 100000 часов) уже обеспечили лидерство в светосигнальной аппаратуре, автомобильной и авиационной технике.

Еще более перспективны светодиодные модули – исключительный по гибкости "конструктор" для дизайнера, включающий разнообразные простейшие геометрические формы – линии, кольца, звезды, прямоугольники. Подобно разноцветным пластиковым модулям LEGO светодиодные модули легко объединяются друг с другом и не менее легко присоединяются к любой поверхности. Если светодиоды открывают новую эру в освещении вообще, светодиодные модули – бесспорно, новая эра светодизайна.

Главный недостаток светодиодов ‒ цена несколько выше, чем цены других источников света.

По оценкам специалистов, светодиодное освещение экономически себя оправдывает благодаря низкому энергопотреблению и низким эксплуатационным расходам. Светодиодные светильники наиболее безопасны с точки зрения экологии и детского здоровья.

**Преимущества:**

− отличное качество светового потока, отсутствие мерцанийи стробоскопического эффекта;

− большой срок службы;

− стабильная работа в любых климатических условиях от -30° до +50°С;

− экономия электроэнергиипо сравнению традиционными светильниками;

− экологическая безопасность, сохранение окружающей среды и отсутствие необходимости утилизации;

− высокая механическая прочность, виброустойчивость и надежность вследствие отсутствия в светильниках стеклянной колбы, нити накала и горелки;

− устойчивость к перепадам напряжения;

− полное отсутствие опасности перегрузки электросетей в момент включения;

− низкий потребляемый ток;

− мгновенное зажигание при подаче питающего напряжения и независимость работоспособности от низких температур окружающего воздуха.

Сравнительный анализ характеристик рассматриваемых источников света показан в таблице 1.

Таблица 1‒ Сравнительный анализ характеристик источников света

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Тип прибора | | | |
|  | Люминесцентная | |  |
| Галогенная | Линейная | КЛЛ | Светодиодная |
| Средний срок эксплуатации, ч | 2000 – 4000, при плавном пуске – 12000 | 10 000 –  15 000 | 10 000 | 20000 –  – 100000 |
| Эффективность (световая отдача), лм/Вт | 15 – 22 | 60 – 90 | 45 – 60 | 100 – 120 |
| Цветовая температура, °К | 3 000 | 2 700 –  6 000 | 2 700 –  6 000 | 2 800 – 10 000 |
| Индекс цветопе-редачи Ra | 80 – 90 | 70 – 80 | 70 – 80 | 75 – 95 |
| Экологическая опасность | нет | да | да | нет |
| Стробокопический эффект | нет | есть | есть | нет |
| Нагрев | высокий | низкий | низкий | низкий |
| Температурный режим окружающей среды | - 40 ÷ + 40 | +5 ÷ +30 | +5 ÷ +30 | - 40 ÷ +60 |
| Специальная утилизация | отдельно от обычного стекла | да, специальные пункты | да,  специальные пункты | нет |

**ГЛАВА II. Практическая часть**

**Расчет освещения**

Для оценки экономической целесообразности применения того или иного источника света необходимо рассчитать их необходимое количество для создания нормированной освещенности в помещении мастерской.

Намечаем 5 вариантов источников света с близким световым потоком:

1 светильники с галогенными лампами накаливания (ГЛН) Foton Lighting R7s;

2 то же, с применением УПВЛ;

3 двухламповые светильники с люминесцентными лампами ЛД – 36;

4 светильники с компактными люминесцентными лампами;

5 светодиодные светильники Geniled.

Расчет освещения мастерской проводим методом коэффициента использования светового потока.

Покажем расчет на примере двухлампового люминесцентного светильника ЛСП − 2×36.

Необходимое число светильников определяем по формуле:

 (1)

где *Ен* – нормированная освещенность, *Ен* =400 лк [1];

*Z* – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения светового потока по освещаемой поверхности, для люминесцентных светильников *Z* = 1,1 [2];

*Кз* – коэффициент запаса, для люминесцентных светильников *Кз* = 1,2 [2];

*S* – площадь освещаемого помещения, м ²;

*Фс* – световой поток одной лампы, *Фс*= 2340лм [2];

*η* – коэффициент полезного действия осветительного устройства, *η*=72% [2];

*п* – число ламп в светильнике;

*u* – коэффициент использования светового потока определяется в зависимости от типа источника света, марки светильника, коэффициентов отражения от потолка,стен , расчетной поверхности  и показателя помещения *i*.

Показатель помещения определяем по формуле:

, (2)

где *А* – длина помещения, м;

*Б* – ширина помещения, м;

 – высота подвеса источника света над рабочей поверхностью, м.

Высота подвеса светильника над освещаемой поверхностью

***Hc=H – hcв – hp*  (3)**

где ***Н* *–*** общая высота помещения, м;

***hcв* *–*** высота от потолка до нижней части светильника, ***hcв* = 0,1м**;

***hр*** ***–*** высота от пола до освещаемой поверхности, ***hр*** = 0,8м.

***Hc*=3 *–* 0,1 *–* 0,8=2,1м**



Определяем коэффициент использования светового потока.

Для люминесцентного светильника при =80 %, = 50 %, =30 % и *i* =2,2 *u* = 0,8 % [4].

По формуле (1) находим:



Устанавливаем 32 люминесцентных двухламповых светильника ЛСП, потребляемая мощность одним светильником 72 Вт.

Для остальных источников света расчет освещения аналогичен, результаты сведены в таблицу 2.

Таблица 2 − Результаты расчета освещения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  источника света | Марка  лампы | Стоимость одной лампы | *Рн,*  Вт | *Кз* | Z | *Фл,*  лм | *и* | Марка  светильника | Стоимость одного светильника | КПД | Число  светильников |
| ГЛН и ГЛН с УПВЛ | Foton  Lighting R7s | 53 | 300 | 1,1 | 1,15 | 4900 | 0,78 | НСП 17 | 2006,05 | 75 | 28 |
| ЛЛ | ЛД‒36 | 66,47 | 36 | 1,2 | 1,1 | 2340 | 0,8 | ЛСП | 2670,9 | 72 | 32 |
| Энергосберегающие лампы | КЛЛ | 150 | 65 | 1,2 | 1,1 | 4750 | 0,78 | НСП 17 | 2006,05 | 75 | 30 |
| Светодиодный | ‒ | ‒ | 60 | 1 | 1 | 4700 | 0,89 | Geniled | 3460 | 95 | 16 |

**Расчет технико - экономических показателей**

При оценке экономичности сравниваемых вариантов осветительной установки должны одновременно сопоставляться капитальные вло­жения и годовые эксплуатационные расходы. Вариант осветительной установки с повышенными первоначальными затратами может быть признан экономически целесообразным лишь при условии, когда это превышение достаточно быстро окупается за счет меньших годовых эксплуатационных расходов.

За критерий экономичности сравниваемых вариантов принимают минимум приведенных затрат 3, определяемых по формуле:

*З=ЕН×К+Э*  (4)

где *З* − приведенные затраты по рассматриваемому варианту, руб.;

*ЕН* ‒ нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, *ЕН =* 0,15 [2];

*К* ‒ капитальные вложения на сооружение осветительной установки, руб;

*Э* ‒ годовые эксплуатационные расходы на систему искусственного освещения, руб.

Капитальные затраты на изготовление осветительной установки рассчитываются по формуле:

*К=N×(КЛ×n+КСв+КМ+КЭПР +РЛ×КМЭ×Кпра×n×10-3)* (5)

где *N* ‒ общее число светильников одного типа в осветительной установке; *КЛ* ‒ цена одной лампы, [5];

*n* ‒ число ламп в одном светильнике;

*КСВ* ‒ цена одного светильника, [5];

*КМ* ‒ стоимость монтажа одного светильника, руб.;

*КЭПР* ‒ стоимость ЭПРА, *КЭПР* =520,16 руб. [5];

*Кпра*‒ коэффициент, учитывающий потери энергии в ПРА, при галогенных лампах

*Кпра* = 1, при люминесцентных лампах *Кпра* = 1,2, при энергосберегающих ‒ *Кпра* = 1,27, при светодиодных светильниках *Кпра* = 1 [4];

*РЛ* ‒ мощность одной лампы, Вт;

*КМЭ* ‒ стоимость монтажа электротехнической части осветительной установки (щитки, сеть и др.) на 1 кВт установленной мощности ламп с учетом потерь в ПРА, ориентировочно принимают 1960 руб/кВт [4].

Стоимость монтажа светильника определяем по [3].

Годовые эксплуатационные расходы по содержанию искусственного освещения определяются по формуле:

Э=ЭА+ЭО+ЭЭ  (6)

где *ЭА* ‒ годовые затраты на амортизацию системы освещения, руб.;

*ЭО* ‒ годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт осветительной установки, руб.;

*ЭЭ* ‒ стоимость израсходованной за год электрической энергии с учетом потерь в ПРА и сетях, руб.

Амортизационные отчисления в размере 10% капитальных затрат, соответствующие 10‒летнему сроку службы светильников, проводок и электрооборудования, рассчитываются по формуле:

*ЭА* = 0,1*×N×(КСВ+КМ + КЭПР*) (7)

Годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт осветительной установки складываются в основном из стоимости ламп и расходов на чистку светильников:

(8)



где *СЛ* ‒ стоимость сменяемых в течение года ламп, руб.;

*СЧ* ‒ расходы на чистку светильников за год, руб.;

*Т* ‒ число часов использования осветительной установки в год, Т=1252ч; *ТЛ* ‒ номинальный срок службы лампы;

*СЗ* ‒ стоимость работ по замене одной лампы, для галогенных и энергосберегающих ламп *Сз* = 45руб., для люминесцентных ламп *Сз* = 50руб.;

*n1* ‒ количество чисток светильников в год [4];

*С1* ‒ стоимость одной чистки одного светильника, для люминесцентного светильника С1 = 71,2 руб., для галогенных и энергосберегающих ламп С1 = 64,3 руб. [4]

Число сменяемых ламп *Nc* в течении года определяют по формуле:

(9)



где *п∑* ‒ суммарное число ламп всех светильников

Стоимость электрической энергии, израсходованной за год, определяется по формуле:

*ЭЭ=Кпра×Кс× РЛ×n×N×Т×ЦЭ×*[1 + (∆U/100)] (10)

где *Кс* – коэффициент спроса осветительной установки, *Кс* = 1[3];

*ЦЭ* – стоимость электрической энергии, руб./(кВтч)

∆*U* – потеря напряжения в осветительной сети до «средних ламп», ∆*U* = 2,5%.

Покажем расчет на примере светильников с люминесцентными лампами.

По формуле (5) находим капитальные затраты:

*К=*32×(66,47×2+2670,9+6155,27+ 520,16+36 ×2×1960×1,2×10-3) = 308755,6 руб.

Находим амортизационные затраты по формуле (7)

*ЭА* = 0,1×32×(2670,9+6155,27+520,16) = 29908,3руб.

По формуле (9) находим число ламп, сменяемых за год:



Годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт осветительной установки определяем по формуле (8)



Стоимость электрической энергии израсходованной за год определяем по формуле (10):

*ЭЭ=*1,2×1× 36×10-3×2×32×1252×2,82×[1 + (2,5/100)] =10005,6руб.

По формуле (6) находим годовые эксплуатационные расходы по содержанию искусственного освещения:

Э=29908,3+ 6327,5+10005,6=46241,4руб.

Находим минимум приведен­ных затрат по формуле:

*З=*0,15*×*308755,6*+*46241,4= 92554,7руб.

Расчет приведенных минимальных затрат для остальных источников света аналогичен, результаты сводим в таблицу 3.

Таблица 3 Технико-экономические показатели осветительной установки.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник света | Число | *К*, руб. | *ЭА*, руб. | *Эо*, руб. | *Ээ*, руб. | *Э*, руб. | *З*, руб. |
| ГЛН | 28 | 278286,4 | 26033,84 | 7535,84 | 30398,8 | 63968,5 | 105711,5 |
| ГЛН с УПВЛ | 28 | 286966,4 | 26901,84 | 4136,86 | 30398,8 | 61437,5 | 104482,5 |
| ЛЛ | 32 | 308755,6 | 29908,3 | 6327,5 | 10005,6 | 46241,4 | 92554,7 |
| КЛЛ | 30 | 288287,9 | 27893,4 | 5063,7 | 9003,13 | 41960,2 | 85203,4 |
| Geniled | 16 | 155725,92 | 15384,4 | ‒ | 3474,75 | 18859,15 | 23358,8 |

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что вариант с использованием светодиодных светильников Geniled экономичнее остальных сравниваемых источников света и по капитальным и по суммарным затратам.

Экономия за год по суммарным затратам составила по сравнению:

‒ с галогенными лампами: 105711,5 ‒23358,8 = 82352,7 руб.;

‒ с галогенными лампами с УПВЛ: 104482,5‒23358,8 = 81123,7руб.;

‒ с люминесцентными линейными лампами: 92554,7‒23358,8 = 69195,94руб.;

‒ с КЛЛ: 85203,4 ‒23358,8 = 61844,6 руб.

Учитывая все остальные достоинства светодиодных светильников, перечисленных выше, принимаем к установке в электромонтажной мастерской светильники Geniled, как наиболее целесообразные и экономичные.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95: [Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 27 декабря 2015 г. (ред. от 20.05.2015) N 783](http://docs.cntd.ru/document/902268760).

2. **М.М.Епанешников** Электрическое освещение. – М.: Энергия, 2014.

3. Федеральные единичные расценки на монтаж оборудования. − Электротехнические установки: Сб. − № 8. – М.: ГОССТРОЙ, 2001 (дата актуализации 08.04. 2018).

4. [**icsgroup.ru**](https://www.icsgroup.ru/)›[iek…koehfficientov-ispolzovaniya.](http://yandex.ru/clck/jsredir?bu=ndk&from=yandex.ru%3Bsearch%2F%3Bweb%3B%3B&text=&etext=2041.adV_Cpq8R03EA4Inomoy1MLrIaynzjCQEDTAan6BPNeZHSLEb_LCiIjUwMQ7CaBu9hX6RVGADSR4PWuR31iracn4CJst2vU3pN8Orv2fuNTjjiOGeYmPK06O2xJioO6Ejlfjd1IOeqYzRenFOWwMsJlA3RyrZeiflMCB3Did2KgKradJ9KocjedCmXkxZcWY0b7--TLEqmwHbE9rL1_qQw.583044e3c4db414a31acf09868eae80fe00c7d19&uuid=&state=PEtFfuTeVD4jaxywoSUvtB2i7c0_vxGdnZzpoPOz6GTqyxekpgelGN0462N3raoDRS2_dH6JK17rD3PE_IGFAF1cj3uuHb28OT0KMUPN6ewLAMvVIpJRYLD3w6YKDq0k&&cst=AiuY0DBWFJ5Hyx_fyvalFFSDg8mnlRwKcorFak6-zgF_pazFXj4UhSTG4IdEwQ_Xe5Z1PMXC-8XnpJr25cBnpdwI1-OP4rRCKBKiW8ZK8Jukm3u58_e0sTN0k8imYPSxqEFFoskyJoMRNggiJt0WO4td3jZHzyajVsvIAhxYBOLccvzwYrlxkk0GGUQtZtpJ8wYP4PgfExagDjWW_UoSnIKSdDUYAsKaqDvrHvU-nsYmqWbMi3TqAbhLvnchJGtf9ccMMNgRNb8IBr0Q2EQRhDS_v2alJxFCDajinukF-2D6OoiVgN38GPxY-IWcP6QvDI7ihRhzSD66BJEgMVxOXTKR4o0AwSZuwTvscoAj1wCFRZQiMrrReOgeAPVzjTpUi71EHhni6h3rAWtTRY2922cDCWh3utRNZ0x7maWqCIU9JlDHF_jwA3JUZw8BUGrlrgWC40KE40tvb_ygcyhH50sYv_bqBUliLvbR8fA5p-dFUhGMLoa6ShBRfzuOwOBnRaiqSGxT2aXWpeaAtsP5FdHg8izwS6rKJ2BmH6FBTyVGTWFlHQzA2nPv8EFekd-QOf9fPh3sCh4hpGrIiHh9tsF798DQFq-SnMIG2nnoGD_YjzRMUCOc7MC0CfUOj2jl_Ej8mT-GUT39F9yCvbnSFpF3VOCyUXyls9LmqG4nUVc7Q0LZR8r-vVUerNlMA1vGdh_66U8riQ_gSz-9rem_5XbnZgBV9VRu4mwajeH1iSwfwR6OnIEqMm1uIo-AbCAgb4n8pEcdbZw,&data=UlNrNmk5WktYejY4cHFySjRXSWhXSlpEUnQzWHZ5Tl9NS2w4UGUwcVJlQXYxOERlYTVvUUhobVk0SUpPNGMyYXMzVm1SdlM0REVqZ293Rk8wNlRCMm1ZZGFLWEVleS1WclNjdVpvQjhHZG93RmdmSjdFTjNJcHdoeVYzOHR5MUpER0txYy00TkU1a211VWNxTTFmODVTZ1pGVm1FQmdvUDFJam12YUxZcGJqWVExa01tdmVCMFlCMGpnaXdsdXpTU2o1NExCYmNRTFks&sign=f2ca0408fe93a84594e335c27f5c2ba3&keyno=0&b64e=2&ref=orjY4mGPRjk5boDnW0uvlrrd71vZw9kpjly_ySFdX80,&l10n=ru&cts=1548321950836)

5. [info@sovtehsvet.ru](mailto:info@sovtehsvet.ru)

6. <http://diode-system.com/kak-rasschitat-kolichestvo-svetilnikov.html>