

**ТАМБОВСКАЯ ОБЛАСТЬ  
ГОРОД МИЧУРИНСК  
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №19»**

**Оптимизация использования энергосберегающих  
ламп как фактор уменьшения вредного  
воздействия на окружающую среду**

Автор проекта:

Василевский Евгений Сергеевич,  
учащийся 11А класса  
МБОУ СОШ №19 г. Мичуринска,

Руководитель:

Чиркин Юрий Алексеевич,  
учитель физики и информатики  
МБОУ СОШ №19 г. Мичуринска

## Оглавление

1. Введение.....	3
2. Основная часть.....	5
2.1 Сравнительный анализ характеристик ламп различных типов .....	5
2.2 Разработка математической модели .....	5
2.3 Разработка компьютерной модели.....	8
2.4 Анализ результатов .....	8
3. Заключение.....	14
4. Перспективы исследования .....	15
5. Список использованных источников литературы.....	15

## 1. Введение

Нашу жизнь невозможно представить без искусственного освещения. Для комфортной жизни и работы людям просто необходимо освещение с применением ламп.

11 июля 1874 года российский инженер Александр Николаевич Лодыгин получил патент за номером 1619 на нитевую лампу. Последующие разработки Томаса Эдисона, Дэвида Кулиджа, Ирвинга Ленгмюра позволили создать современную лампу накаливания, которой весь мир пользовался более века. Пользуется и сейчас. Лампа накаливания проста и недорога, но у лампы накаливания есть один существенный недостаток – низкий КПД. Всего 3-5% потребляемой энергии излучается в виде света, а остальное рассеивается в виде тепла.

В настоящее время у ламп накаливания появились конкуренты в виде энергосберегающих ламп. Эта лампа экономичнее лампы накаливания в 7-10 раз и в настоящее время всё больше покупателей приобретают энергосберегающие лампы.

Однако, наряду с более высоким КПД у энергосберегающих ламп более высокая стоимость. Кроме того, энергосберегающие лампы более опасны для экологии, поскольку в них имеется высокотоксичная ртуть (около 4 мг), пары которой при повреждении лампы в закрытом помещении значительно превышают допустимые концентрации, но и вне помещения выделение ртути может привести к загрязнению атмосферы, воды и почвы. Поэтому утилизировать такую лампу вместе с бытовым мусором нельзя, необходимо сдавать её в специальные пункты приёма. Говоря о другом виде энергосберегающих ламп – светодиодных, важно отметить, что ученые из Центра экологии и гидрологии Великобритании выяснили, что «экологически чистые» светодиодные уличные фонари создают для насекомых худшее световое загрязнение, чем традиционные натриевые. Количество гусениц моли в живых изгородях у сельских дорог в Англии было на 52% ниже при светодиодном освещении и на 41% ниже при натриевом по сравнению с соседними неосвещенными участками.

С учётом ограниченного гарантийного срока, более высокой стоимости и большего воздействия на экологию покупка энергосберегающих ламп должна иметь как минимум экономическую целесообразность для того, чтобы возможные экологические риски имели хоть какое-то обоснование.

**Актуальность:** Поскольку энергосберегающие лампы все более широко используются, но остаются дороже ламп накаливания и имеют негативные факторы воздействия на окружающую среду, то исследование условий, при которых использование

энергосберегающих ламп окажется экономически целесообразным будет актуальным как для экономии средств, так и для уменьшения вредного воздействия на окружающую среду.

Учитывая более высокую стоимость энергосберегающих ламп и ограниченный гарантийный срок была **выдвинута гипотеза** о том, что гарантированный экономический эффект от использования энергосберегающих ламп может наступить при определённом соотношении между временем их ежедневной эксплуатации, стоимостью, тарифом на электроэнергию и длительностью гарантийного срока.

**Анализ области исследования:** перед проведением исследования были проанализированы источники информации с целью выяснения наличия работ, освещающих данную тематику. В ходе анализа обнаружено большое количество работ, посвящённых энергосберегающим лампам и их преимуществам в сравнении с лампами накаливания, но работы, проблема которой была бы, посвящена поставленному нами вопросу, обнаружено не было, поэтому результаты работы будут являться уникальными.

**Целью работы** стало нахождение критериев оптимального выбора типов осветительных ламп в зависимости от условий их эксплуатации.

Достижение поставленной цели потребовало решение следующих **задач**:

1. Изучить литературу по данной теме
2. Провести анализ источников информации
3. Проанализировать характеристики энергосберегающих ламп и ламп накаливания
4. Разработать математические модели для анализа критериев влияющих на выбор типов электрических ламп
5. Разработать компьютерные программы по построенным математическим моделям
6. Протестировать программы
7. Проанализировать результаты моделирования
8. Обобщить результаты и составить рекомендации по выбору типа источника освещения

**Объектом исследования** в работе является энергопотребление.

**Предметом исследования** – лампы накаливания и энергосберегающие лампы

**Этапы работы**

Диагностический (выявление и анализ проблемы)

Теоретический (разработка модели задачи)

Практический (разработка и тестирование программы)

Аналитический (анализ полученных результатов)

## 2. Основная часть

### 2.1 Сравнительный анализ характеристик ламп различных типов

Для получения характеристик ламп, которые позволят анализировать работу программы и формулировать выводы были изучены предложения некоторых магазинов, в которых можно встретить электролампы. Анализировалось предложение магазинов «Магнит» и «Электромир» г. Мичуринска. Разновидности электроламп различных типов с их характеристиками приведены в таблице:

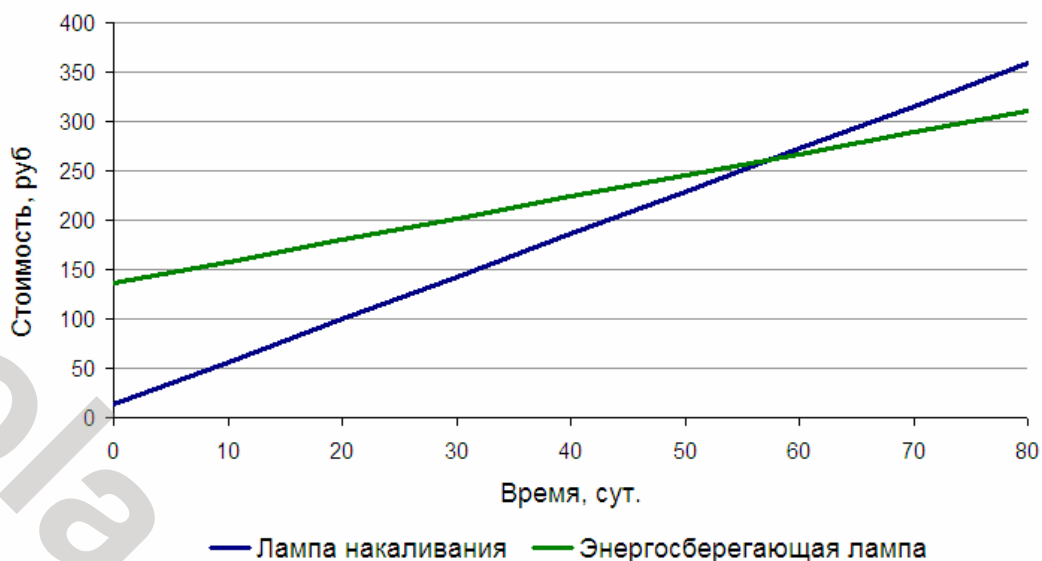
№	Название	Цена, руб	Гарантия, лет	Мощность, Вт
1	OSRAM	105	2	7
2	Онлайн	105	1	7
3	Онлайн	129	1	10
4	Старт	130	1	10
5	OSRAM	140	2	10
6	Лампа накаливания	13	нет	60
7	Лампа накаливания	13	нет	75
8	Лампа накаливания	13	нет	95

### 2.2 Разработка математической модели

При разработке математической модели учитывалось: стоимость ламп, потребляемая мощность, тарифы на электроэнергию, гарантийный срок эксплуатации энергосберегающих ламп.

Суммарная стоимость потреблённой лампой энергии и стоимости самой лампы для ламп энергосберегающих и ламп накаливания можно отразить на графике:

Стоимость потреблённой электроэнергии с учётом цены лампы  
(на примере лампы светового потока, соответствующего потоку лампы накаливания мощностью 60 Вт при тарифе 3 руб/кВт ч)



Анализ данных графиков позволяет сделать вывод о том, что экономический эффект от использования энергосберегающей лампы может быть получен спустя некоторое время после начала её эксплуатации. Время, с которого энергосберегающая лампа начнёт приносить прибыль, будет определяться стоимостью лампы, временем её работы в течение суток и тарифом на электроэнергию.

Каждая энергосберегающая лампа имеет гарантийный срок эксплуатации (обычно 1 или 2 года), в течение которого вышедшую из строя лампу можно обменять на новую. Таким образом, гарантийный срок лампы можно считать временем гарантированной её работы. Если в течение гарантийного срока эксплуатации экономический эффект от использования энергосберегающей лампы не получен, то дальнейшая её эксплуатация будет сопряжена с риском получения убытков от её эксплуатации.

Таким образом, выбор типа лампы для определённых условий её эксплуатации должен осуществляться с учётом многих факторов.

Для анализа эффективности использования энергосберегающих ламп в различных условиях эксплуатации и последующего компьютерного моделирования были разработаны математические модели:

- Количество дней, в течение которых энергосберегающая лампа окупит свою стоимость:

$$N = \frac{c_1 - c_2}{t \cdot T(P_2 - P_1)}$$

Где  $N$  - количество дней, в течение которых энергосберегающая лампа окупит свою стоимость

$c_1$  - стоимость энергосберегающей лампы

$c_2$  - стоимость лампы накаливания

$t$  - количество часов, которое будет гореть лампочка в течение суток

$T$  - тариф на электроэнергию

$P_1$  - мощность энергосберегающей лампы

$P_2$  - мощность лампы накаливания

• Количество часов которое должна гореть лампа в сутки, для того чтобы окупить свою стоимость в течение гарантийного срока

$$t = \frac{c_1 - c_2}{N \cdot T (P_2 - P_1)}$$

Где  $t$  - количество часов которое должна гореть лампа, для того чтобы окупить свою стоимость в течение гарантийного срока

$c_1$  - стоимость энергосберегающей лампы

$c_2$  - стоимость лампы накаливания

$N$  - гарантийный срок лампы (в сутках)

$T$  - тариф на электроэнергию

$P_1$  - мощность энергосберегающей лампы

$P_2$  - мощность лампы накаливания

• Максимальная стоимость энергосберегающей лампы, при которой в течение гарантийного срока лампа окупит свою стоимость

$$c_2 = N \cdot t \cdot T (P_2 - P_1) + c_1$$

Где  $c_2$  - максимальная стоимость энергосберегающей лампы, при которой в течение гарантийного срока она окупит свою стоимость

$N$  - гарантийный срок лампы (в сутках)

$t$  - количество часов, которое будет гореть лампа в течение суток

$T$  - тариф на электроэнергию

$P_1$  - мощность энергосберегающей лампы

$P_2$  - мощность лампы накаливания

$c_1$  - стоимость лампы накаливания

## 2.3 Разработка компьютерной модели

На основе математических моделей на языке программирования Паскаль ABC.Net. были составлены программы, позволяющие анализировать влияние различных критериев на выбор типов источников освещения. Первая программа рассчитывает через сколько дней энергосберегающая лампа сможет окупить свою стоимость по сравнению с обычной лампой накаливания при тех же условиях эксплуатации. В программу вводятся все необходимые данные: стоимости сравниваемых лампочек (накаливания и энергосберегающей соответственно), их мощности, время работы и тариф на электроэнергию.

Вторая программа позволяет узнать, сколько часов в день должна работать энергосберегающая лампочка, чтобы окупить свою стоимость в течение срока гарантии относительно лампы накаливания. Для работы программы необходимо знать стоимости и мощности лампочек, срок гарантии энергосберегающей лампы, а также тариф на электроэнергию.

При помощи третьей программы можно выяснить, какова должна быть стоимость энергосберегающей лампы, чтобы при данных условиях эксплуатации по истечении гарантийного срока была получена выгода в стоимости. Необходимые данные: мощности лампочек, тариф на электроэнергию, гарантийный срок энергосберегающей лампочки и стоимость лампочки накаливания.

Программы прошли всестороннее тестирование. Правильность работы программ проверялась по вводу тестовых данных. Также в качестве сторонних тестировщиков выступили мои одноклассники, которые проверили работу программ. Полученные в ходе тестирования предложения и замечания позволили улучшить и оптимизировать работу программ и сейчас они представляют удобный инструмент для анализа и принятия решения о покупке электрической лампы.

## 2.4 Анализ результатов

Результаты работы программ для различных исходных данных были проанализированы.

- Анализ целесообразности использования энергосберегающих лампы в зависимости от длительности работы лампы в течение суток.



Для анализа целесообразности использования энергосберегающих лампы в зависимости от длительности работы лампы в течение суток были выбраны модели помещений с различным уровнем энергопотребления:

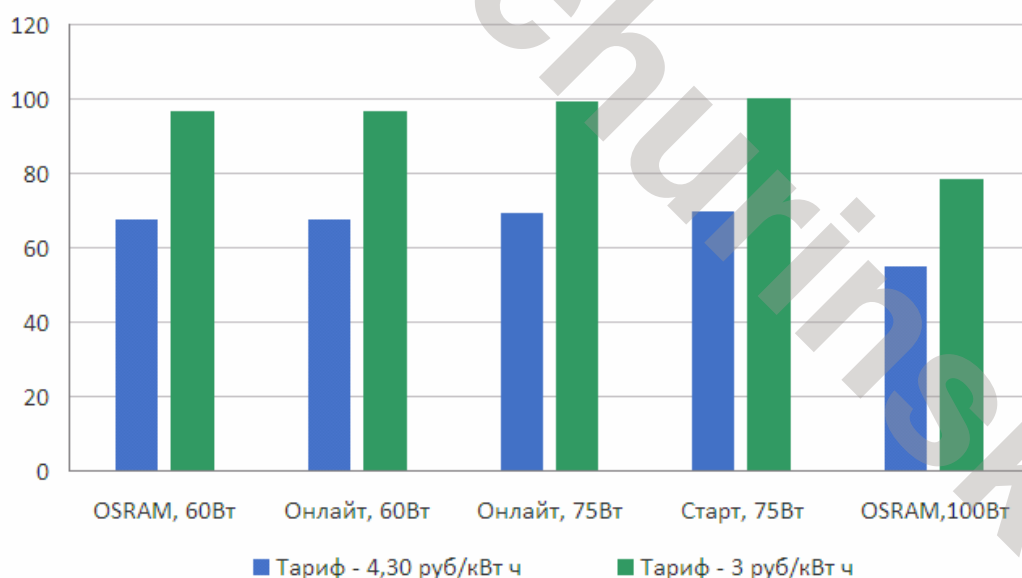
Помещение №1 – помещение с максимальным энергопотреблением. Примерами таких помещений могут служить кухня, зал. Предполагаем, что в таких помещениях лампа будет работать в течение 5-6 часов в сутки (1 час утром - время сбора на учёбу или работу и 5 часов вечером – средняя продолжительность темного времени суток до 23 часов)

Помещение №2 – помещение со средним уровнем энергопотребления, в которых время работы осветительных приборов составляет 1-2 часа в сутки. Примерами могут служить спальная комната, санузел.

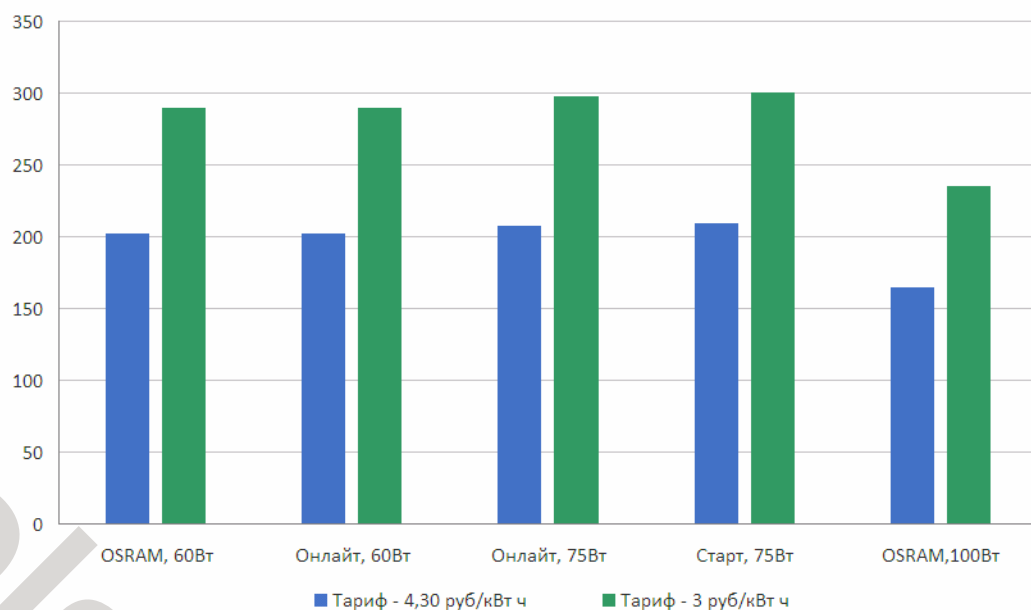
Помещение №3 – помещение с низким уровнем энергопотребления, освещение в которых требуется изредка. В качестве таких помещений могут выступать кладовые, балконы, гардеробные и т.п. Среднее время работы осветительных приборов в таких помещениях составляет не более 10-15 минут в сутки.

Количество дней, в течение которых энергосберегающая лампа окупит свою стоимость можно видеть на следующих диаграммах:

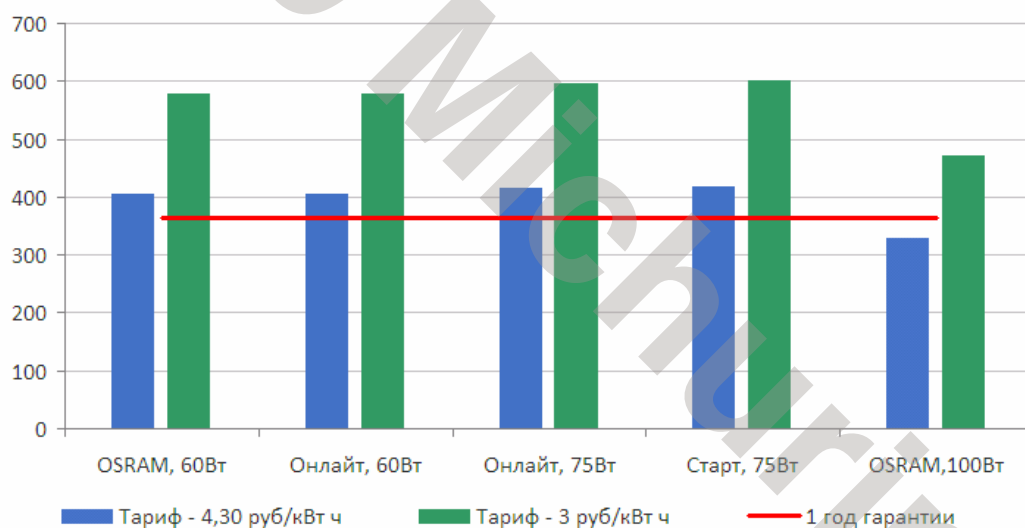
***Количество дней, в течение которых энергосберегающая лампа окупит свою стоимость по сравнению с лампой накаливания аналогичной световой отдаче при работе в течение 6 часов в сутки***



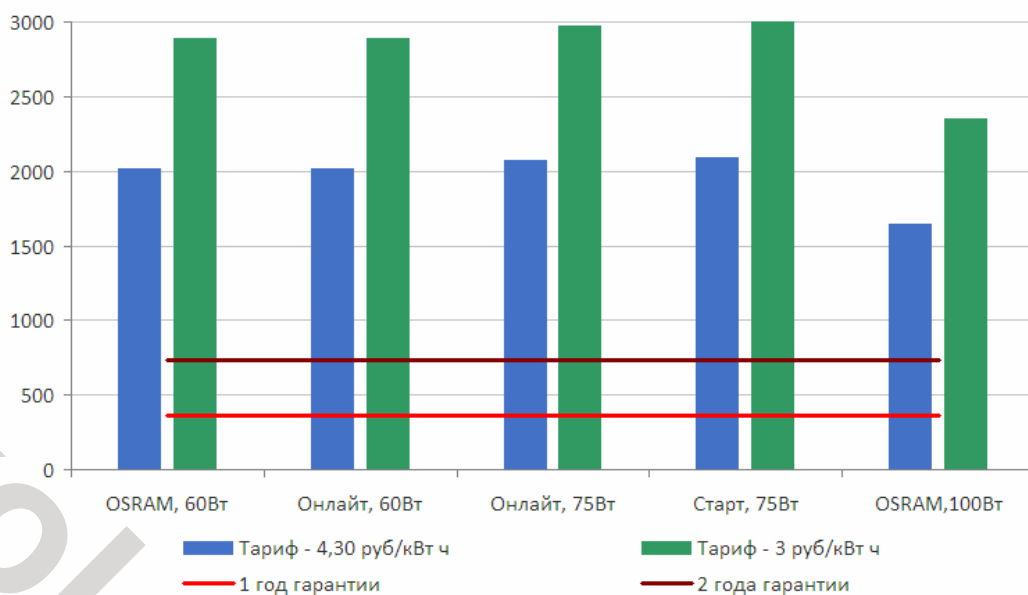
***Количество дней, в течение которых энергосберегающая лампа окупит свою стоимость по сравнению с лампой накаливания аналогичной световой отдаче при работе в течение 2 часов в сутки***



*Количество дней, в течение которых энергосберегающая лампа окупит свою стоимость по сравнению с лампой накаливания аналогичной световой отдачи при работе в течение 1 часа в сутки*



*Количество дней, в течение которых энергосберегающая лампа окупит свою стоимость по сравнению с лампой накаливания аналогичной световой отдачи при работе в течение 10 минут в сутки*

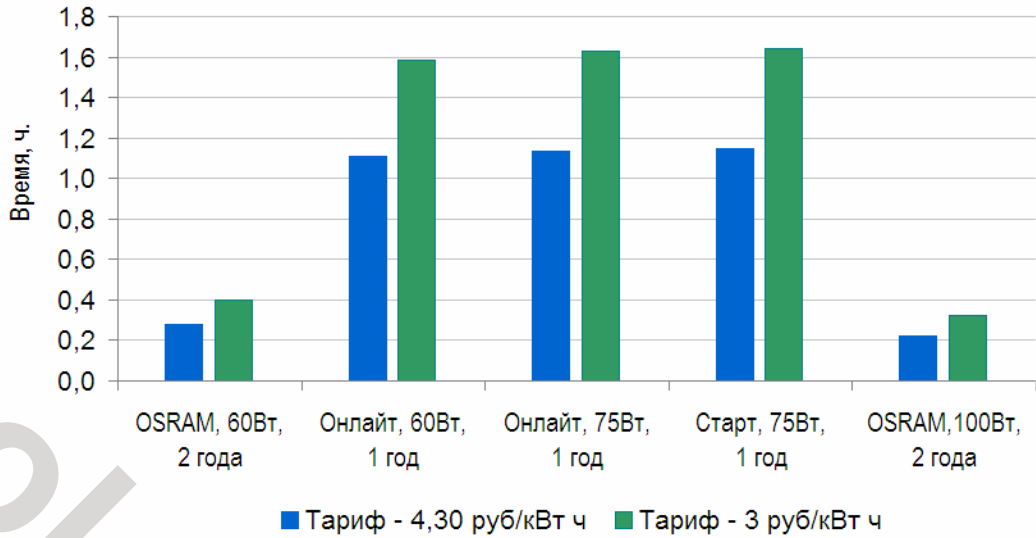


Анализируя данные диаграммы можно сделать вывод о целесообразности покупки энергосберегающих ламп для помещений с высоким энергопотреблением. В таких помещениях энергосберегающие лампы с минимальным гарантийным сроком (1 год) обеспечивают экономию средств. В помещениях, где свет горит 1-2 часа в сутки определяющим фактором может быть тариф на электроэнергию и срок гарантии на лампу. Для сельских территорий, где тарифом на электроэнергию меньше, покупка энергосберегающей лампы для таких помещений может не принести гарантированного экономического эффекта. Поэтому в данном случае при покупке лампы стоит обращать внимание на её гарантийный срок. Если же в помещении свет горит очень редко, то срок окупаемости энергосберегающей лампы может составить несколько её гарантийных сроков и вероятность получения экономического эффекта существенно снижается. В данном случае целесообразно использование более дешёвой лампы накаливания.

- Анализ длительности работы лампы в течение суток для окупаемости более высокой стоимости энергосберегающей лампы в течение гарантийного срока

***Время работы лампы в течение суток, при котором в течение гарантийного срока***

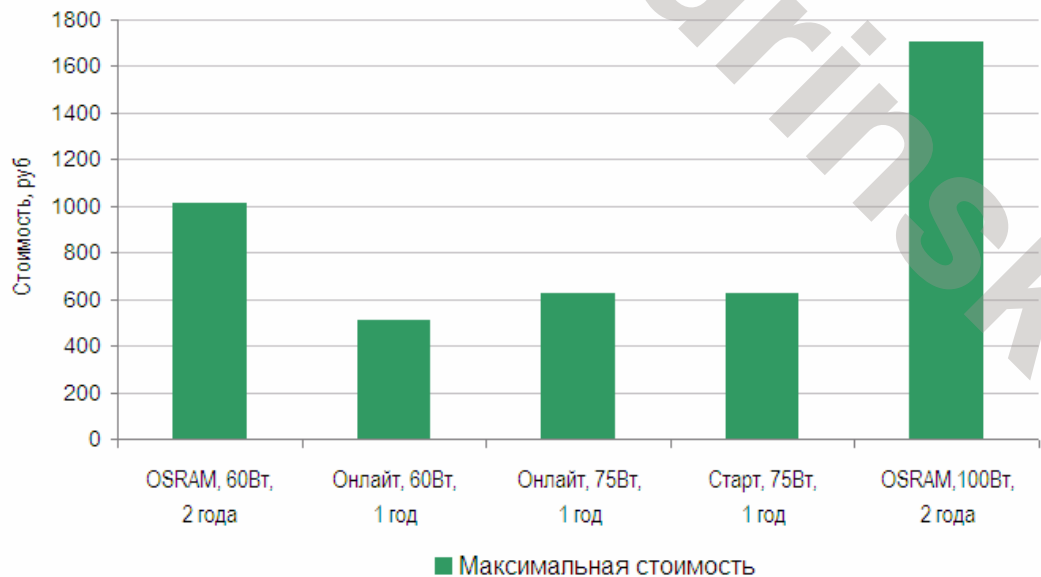
**энергосберегающая лампа окупит свою стоимость**



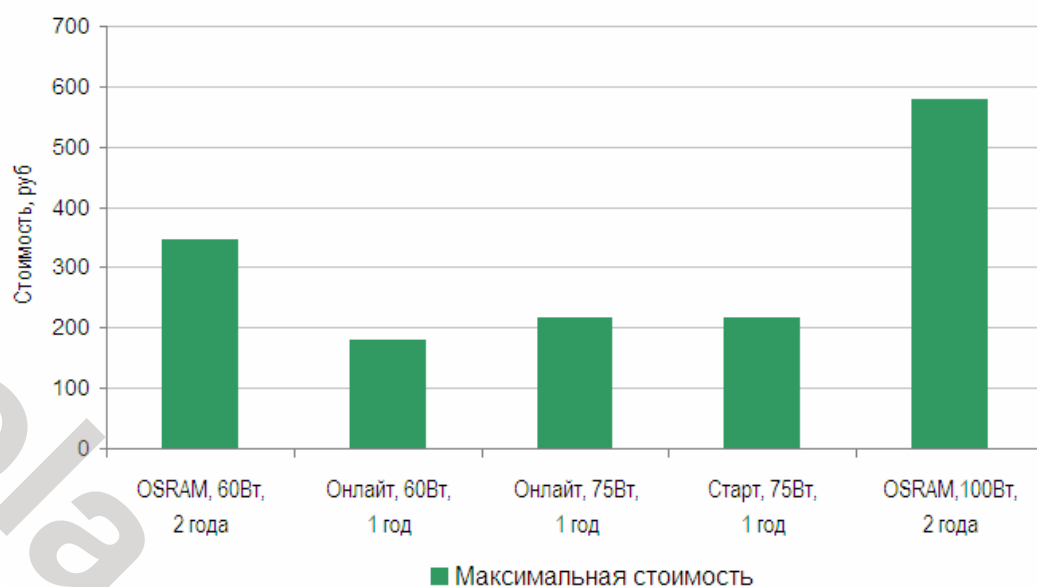
Анализ данной диаграммы говорит о целесообразности покупок энергосберегающих ламп с большим сроком гарантии. Вне зависимости от тарифа на электроэнергию и мощности, лампы со сроком гарантии 2 года позволяют получить гарантированный экономический эффект от своего использования при работе 10-25 минут в сутки, что примерно вчетверо меньше аналогичного времени для энергосберегающих ламп со сроком гарантии 1 год.

- Анализ максимальной стоимости ламп, при которой использование энергосберегающей лампы будет иметь гарантированный экономический эффект:

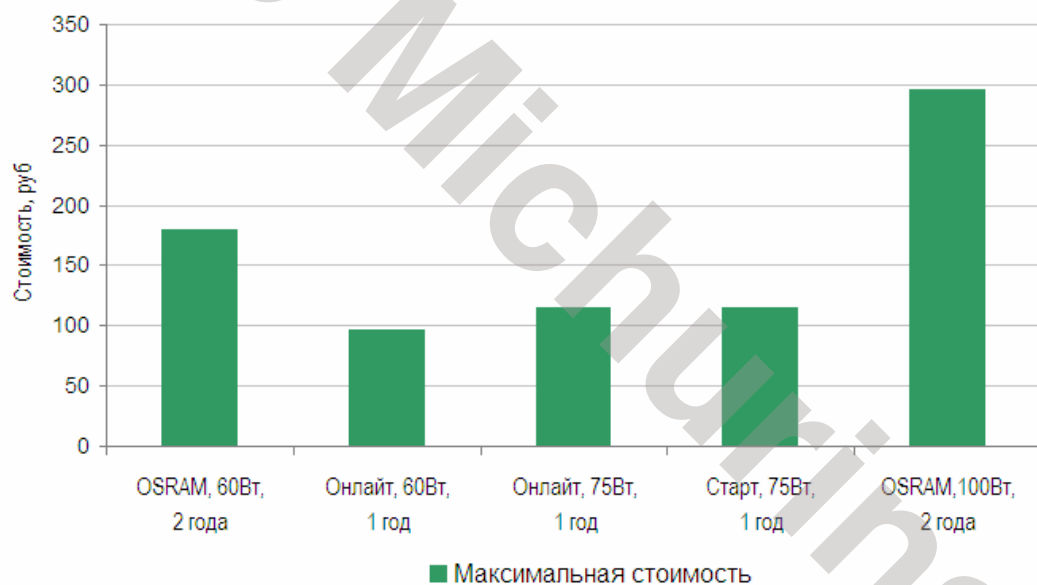
**Максимальная стоимость ламп, при которой, работая 6 часов в сутки, лампа оправдает свою стоимость в течение гарантийного срока**



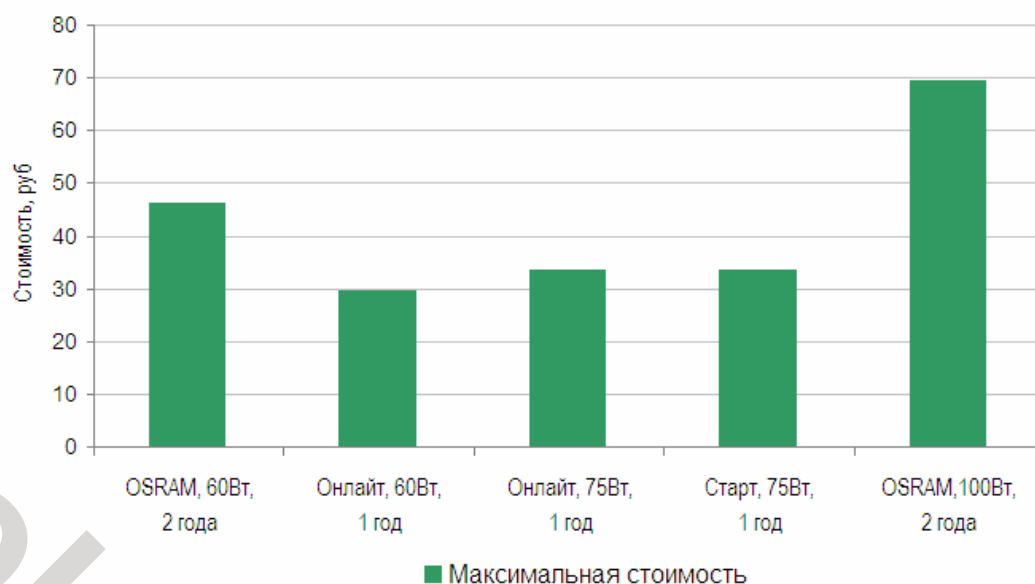
**Максимальная стоимость лампы, при которой, работая 2 часа в сутки, лампа оправдает свою стоимость в течение гарантийного срока**



**Максимальная стоимость лампы, при которой, работая 1 час в сутки, лампа оправдает свою стоимость в течение гарантийного срока**



**Максимальная стоимость лампы, при которой, работая 0,2 часа в сутки, лампа оправдает свою стоимость в течение гарантийного срока**



Анализируя данные диаграммы можно сделать вывод, что в помещении с высоким энергопотреблением экономический эффект будут иметь все виды ламп. По-прежнему лампы со сроком гарантии 2 года имеют преимущество перед лампами со сроком гарантии 1 год, однако, и лампы с гарантией в 1 год при современных ценах имеют двух-трёх кратный ценовой запас. Следовательно, в данном случае покупка любой энергосберегающей лампы будет экономически обоснована.

В помещениях со средним уровнем энергопотребления уверенно можно приобретать лампы со сроком гарантии 2 года. Лампы со сроком гарантии 1 год по сегодняшней цене примерно соответствуют их максимальной экономически оправданной стоимости.

Для помещений с низким уровнем энергопотребления цена энергосберегающих ламп рассмотренных моделей должна лежать в диапазоне примерно от 30 до 70 рублей. В настоящее время такой цены у энергосберегающих ламп нет, поэтому для помещений с низким уровнем энергопотребления их покупка является неоправданной.

### 3. Заключение

Подводя итоги исследования можно констатировать, что цель работы достигнута – исследованы критерии, имеющие значение при выборе типа осветительных ламп.

Гипотеза, выдвинутая в начале исследования нашла подтверждение – при современной стоимости ламп экономический эффект от их использования может быть гарантированно получен при определённом соотношении различных критериев.

Наибольшее влияние на выбор источника освещения имеют срок гарантии энергосберегающей лампы и длительность её работы в течение суток.

Не всегда энергосберегающая лампа будет гарантированно сберечь ваш бюджет. В помещениях с низким уровнем энергопотребления использование энергосберегающих ламп при их сегодняшней стоимости может быть экономически необоснованным.

Полученные результаты имеют практическое значение как для каждой семьи так и для страны в целом. Отдельная семья, учитывая критерии выбора типа ламп для помещения, может сэкономить свой семейный бюджет. Оптимальное использование энергосберегающих ламп в масштабах страны будет положительно влиять на экологическую обстановку.

#### **4. Перспективы исследования**

Так как вопрос выбора типов источников освещения актуален для большей части населения, то в процессе работы появилась идея разработать интерактивное онлайн-приложение, с помощью которого любой покупатель, стоя перед витриной с огромным ассортиментом ламп сможет сделать обоснованный и экономически оправданный выбор.

#### **5. Список использованных источников литературы**

1. Айзенберг Ю.Б. Энергосбережение в освещении. М.: Знак, 1999г. 264 с.
2. Верещагин И.К. Электродлюминесцентные источники света. М.: Энергоатомиздат, 1990. 168 с.
3. 142 года назад русский ученый изобрел лампочку // Русская вера: сайт. URL: [https://ruvera.ru/news/patent\\_na\\_lampu](https://ruvera.ru/news/patent_na_lampu)
4. Световое загрязнение: как освещение вредит окружающей среде // РБК Тренды: сайт. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/6149fd229a79471217e745c1>
5. Что такое лампа накаливания и какие у нее характеристики // Сам починил. Блог о ремонте и строительстве от эксперта: сайт. URL: <http://sampochinil.ru/elektrika/chto-takoye-lampa-nakalivaniya/>
6. Энергосберегающие лампы – их влияние на экологию и здоровье человека - Материалы по экологии // saveplanet.su: сайт. URL: [https://www.saveplanet.su/articles\\_136.html](https://www.saveplanet.su/articles_136.html)