

УЛИЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ**Михайлов Г.С., Фоменко А.Т.***МОУ Белозерская СШ № 1, 9 а класс**Руководитель: Пармонова О.В., учитель физики и математики, МОУ Белозерская СШ № 1*

Основной задачей государственной политики в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности является разумное и бережное использование энергетических ресурсов на основе обеспечения заинтересованности потребителей в энергосбережении, в повышении собственной энергетической эффективности. В последние несколько лет, на всех уровнях власти, были приняты программы по энергосбережению и энергоэффективности топливно-энергетических ресурсов, согласно которым, каждая организация, предприятие, учреждение, муниципальное образование, местное поселение и население обязаны следовать этим программам, для сохранения и рационального использования топливно-энергетических ресурсов и внедрения новых энергосберегающих технологий в нашу жизнь. А что же происходит с одним из направлений энергосбережения – модернизацией уличного освещения? Данная тема является одной из наиболее проблемных на территории России.

Проблема уличного освещения остро стоит в нашем городе из-за недостаточного финансирования. Уличное освещение часто выходит из строя из-за старых электрических сетей, что приводит к перегоранию и выходу из строя ламп, перегоранию фотореле.

Данная проблема представляет особую актуальность так, как отсутствие уличного освещения в тёмное время суток – одна из наиболее проблем для жителей нашего города. Люди переживают за своих родных, в частности, пожилых людей со слабым зрением, детей, возвращающихся из школы искусств, дома спорта, за тех, кто работает по сменам. Это негативно отражается на эмоциональном здоровье людей, высока опасность травмирования и увеличения правонарушений в ночное время.

Цель нашей работы заключается в том, чтобы разобраться в проблеме уличного освещения. Создать и предложить энергосберегающую и энергоэффективную модель уличного освещения нашего города.

Для решения данной проблемы мы выделили следующие задачи:

Изучить литературу и Интернет – ресурсы по уличному освещению городов.

• Изучить историю уличного освещения в Вологодской области.

• Проанализировать современные источники уличного освещения и выяснить, какой вид уличных ламп наиболее качественный и экономичный.

• Разработать собственную модель освещения города.

• Подобрать соответствующее оборудование.

• Собрать цепь по схеме и проверить её в действии.

Методы исследования заключаются в поиске и сборе информации, в анализе, и сравнении источников уличного освещения, беседы со специалистами, эксперимент, наблюдение.

Материалом для исследования послужили источники информации, в которых дается описание и характеристика современных источников освещения, рассматриваются их преимущества и недостатки. На сайтах, указанных в списках литературы мы нашли информацию об истории электрического освещения. В книге Германовича приводятся практические схемы устройств, используя которые можно получать энергию из альтернативных ресурсов, что снижает энергетическую зависимость, чтение которой могло нам разработать свою схему. В книге Родионова можно познакомиться с основными направлениями в развитии современной энергетики и её перспективами.

Основная часть*История развития электрического освещения*

Первые попытки создания осветительных приборов предпринимались уже в античности. Так, древние египтяне и жители средиземноморья использовали для освещения оливковое масло, заливая его в специальные глиняные сосуды с фитилями из хлопчатобумажных нитей. А вот жители побережья Каспийского моря в похожие светильники помещали другой подручный горючий материал – нефть. Первые свечи были изобретены уже в Средние века и изготавливались из пчелиного воска и говяжьего сала. Затем в течение нескольких столетий величайшие умы человечества, включая Леонардо да Винчи, трудились над изобретением керосиновой лампы.

История развития электрического освещения берет свое начало с 1870 года, когда

была изобретена лампа накаливания, дававшая свет с помощью электрического тока. Самые первые приборы, работающие на электрическом токе, были созданы в начале 19 века. Их пытались использовать для освещения улиц, но они были слишком дорогими и неудобными.

Переворот совершил инженер Павел Яблочков, открывший «электрическую свечу», которая с помощью электричества стала удобным источником освещения. Важную доработку в созданной Яблочковым лампе накаливания изобрел знаменитый американец Томас Эдисон. Он поместил устройство в вакуумную оболочку, которая защитила контакты с электрической дугой от окисления, поэтому его лампа могла давать свет достаточно длительное время. 21 октября 1879 года он включил первую лампочку, которая смогла гореть два дня. В 1873 году А.Н. Лодыгин устроил первое в мире наружное освещение лампами накаливания Одесской улицы в Петербурге. В 1880 году он получил патент на лампу накаливания с металлической нитью. Но в промышленных масштабах, в усовершенствованном виде фирма Эдисона её стала выпускать в начале 20 века. [4]

История освещения в Вологодской области

К 1870 году освещение улиц претерпевает изменения и в Вологде. Вологда освещалась 270 шандориновыми и 50 керосиновыми фонарями. Согласно докладу, поданному Вологодской городской управой в городскую думу, по итогам девяти месяцев последнего осветительного сезона шандориновые фонари оказались менее экономичны, многие из них, повреждённые вспышками шандорина в лампах, требовали ремонта (Шандорин – осветительное масло. Шандорин не горит непосредственно жидкостью в лампе, но превращенный в газ, воспламеняется).

В 1897 году, по данным городской управы, город освещался 446 фонарями в течение 203 дней в году. В среднем каждый фонарь горел 8 часов 20 минут в сутки. Расход на уличное освещение в течение сезона (считая керосин, фитили, стёкла, жалованье служащим и весь необходимый ремонт) составлял 3347 рублей 73 копейки, то есть каждый фонарь обходился городу в 7 рублей 50 копеек.

Из архивных документов известно, что 20 мая 1904 года в книге кратких постановлений вологодской Городской Думы появилась запись: «Согласно заключению комиссии сеть и станцию электрического освещения принять». На следующий день в Вологде впервые появился электрический

свет. Вся городская электросеть состояла на тот момент из 34 фонарных столбов и 1800 электрических лампочек в квартирах и конторах. Процесс электрификации Вологодчины, начавшийся в 1904 году, захватил не только Вологду, но и губернию в целом. В этом же году появилась небольшая электростанция мощностью 12 кВт при техническом училище в городе Тотьма. [3]

Современное освещение нашего города

На территории Белозерска примерно 1300 светильников. В основном это светильники ДРЛ-250 (дуговые ртутные лампы высокого давления) и лампы ДНаТ-400 («Дуговая Натриевая Трубочатая Лампа»). Из беседы со специалистом – энергетиком, мы узнали, что реально работает только триста светильников из-за экономии. В городских сетях много потерь энергии: устаревшее оборудование – изношенные опоры, плохая изоляция проводов, очень много старых деревьев, корни которых глубоко вросли в землю. На качество электроэнергии влияет неравномерное подключение потребителей, влажность воздуха, образование льда на питающих проводах.

Лампы ДРЛ характеризуются хорошей передачей цвета, значительной надежностью, а также небольшими расходами на установку и техобслуживание. В составе ламп присутствуют пары ртути, находящиеся под высоким давлением (до 10^5 Па). Однако при изменении напряжения сети на 10-15% в большую или меньшую сторону работающая лампа отзывается соответствующим повышением или потерей светового потока на 25-30%. При сетевом напряжении менее 80% такая лампа может не зажечься, а в горячем состоянии погаснуть. К тому же, эти лампы экологически небезопасны, так как в их составе присутствуют пары ртути. Ртутные газоразрядные лампы широко применяются для уличного освещения, однако в настоящее время они постепенно заменяются на более экологически чистые и экономически выгодные натриевые газоразрядные лампы. Лампы ДНаТ считаются энергоэффективными светильниками с герметичным отражателем с высокими характеристиками.

Основной проблемой уличного освещения города является отсутствие финансовой возможности установки дополнительных опор уличного освещения: необходимость разработки проектов и средств на их реализацию. Ориентировочная стоимость монтажа одного километра уличного освещения – один миллион рублей. Кроме этого, необходимо провести межевание и постановку на кадастровый учёт земельного

участка, регистрацию сооружения под линией электропередач. В 2016 профинансировано из городских бюджетных средств на уличное освещение – 1532,1 тыс. руб., обслуживание уличного освещения – 476,5 тыс. руб. [6]. По оценкам специалистов на обновление оборудования требуется 15 млн. рублей в год.

В соответствии с требованиями Федерального закона от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» организация благоустройства территории поселения (городского округа), включая освещение улиц, относится к компетенции органов местного самоуправления. Согласно закону:

4.6.1. Включение наружных осветительных установок следует проводить в вечерние сумерки при снижении естественной освещенности до 20 лк (люксов), а отключение – в утренние сумерки при естественной освещенности до 10 лк.

4.6.3. Доля действующих светильников, работающих в вечернем и ночном режимах, должна составлять не менее 95%. При этом не допускается расположение неработающих светильников подряд, один за другим.

4.6.4. Допускается частичное (до 50%) отключение наружного освещения в ночное время в случае, когда интенсивность движения пешеходов менее 40 чел/ч и транспортных средств в обоих направлениях – менее 50 ед/ч.

4.6.5. Отказы в работе наружных осветительных установок, связанных с обрывом электрических проводов или повреждением опор, следует принять немедленно после обнаружения [8].



Освещение одной из улиц города

Отсутствие освещения в населенном пункте создает непосредственную опасность возникновения дорожно-транспортных происшествий, совершения в отношении граждан противоправных действий,

влечет угрозу жизни и здоровью участников дорожного движения.

Администрация города видит решение проблемы в дополнительном финансировании. Начальник департамента финансов Вологодской области заявила, что в 2017 году все районы области получают целевую субсидию из регионального бюджета на уличное освещение.

Разновидности источников света

Для уличного, в том числе и архитектурного освещения, используют достаточно много разновидностей источников света: лазеры, люминесцентные лампы, галогенные, ксеноновые, неоновые, натриевые низкого давления, натриевые высокого давления, металлогалогенные, светодиоды. Однако большинство из них обладает существенными недостатками. Обычные люминесцентные лампы иногда не работают при минусовых температурах, галогенные лампы слишком часто перегорают (максимальный срок службы у них 4 000 часов), у натриевых ламп низкого давления плохая цветопередача, неоновые и лазеры не дают достаточного светового потока и потому используются только в декоративных целях. [7]

В последнее время растет популярность светодиодных светильников. Этим они обязаны своей высокой экономической эффективностью при наружном светодиодном освещении улиц. Кроме того, что эти приборы потребляют энергии в разы меньше всех других видов светильников, они служат в разы и даже десятки раз дольше (срок их службы от 50 до 70 – 100 тысяч часов, что эквивалентно 16-18 годам). Они не вызывают перегрузки электросетевых линий, что способствует экономии на их ремонте и обслуживании. Имеют прочность конструкции, защищенность от негативного воздействия окружающей среды. Показатель использования светового потока уличных и промышленных светодиодных светильников равен 90%, тогда как у стандартных уличных светильников – 60-75%. Рабочая температура светодиода от – 60 до +45 °С. Имеет антивандальную защиту. Взрыво- и пожаробезопасны, обладают высокой контрастностью света, очень быстро включаются и работают бесшумно. [5]

Однако даже самый совершенный технический прибор имеет свои недостатки. В данном случае недостатком светодиодных светильников является их цена. Стоимость такого светильника более, чем в 2 раза больше ДНаТовского. Пока что в бюджете города просто нет финансовых средств на приобретение и установку светодиодных

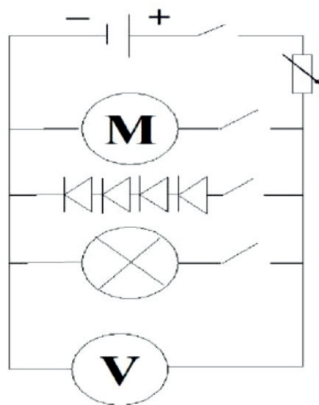
светильников. К тому же светодиодные светильники характеризуются низким световым потоком, не обеспечивающим освещённость проезжей части улиц. Чтобы обеспечить освещённость улиц должным образом, электрические опоры необходимо устанавливать на расстоянии 25 метров друг от друга, а не 35-40 метров, как сейчас. Светодиодные светильники в основном хороши для освещения территорий предприятий, организаций, частных домов.

Сравнительная таблица источников света указана в приложении 1.

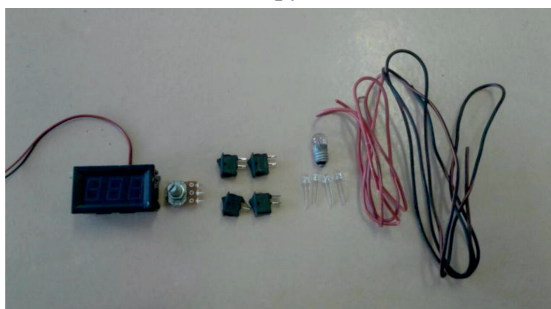
Этапы работы над моделью

Мы решили предложить свою модель уличного освещения, которую считаем экономически выгодной. Наша работа состояла из следующих этапов:

1. Разработка схемы.

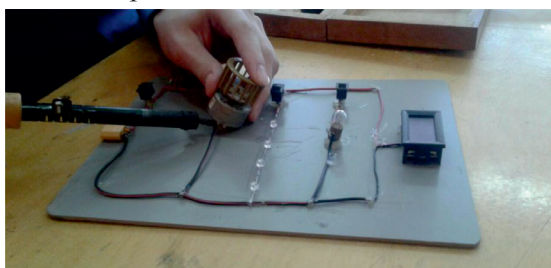


2. Подготовка оборудования.

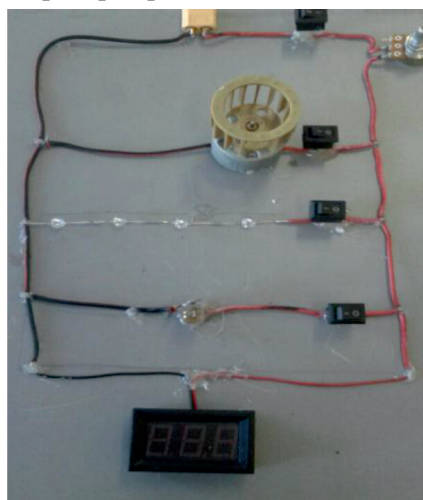


(светодиоды, провода, лампочка, переключатели, источник тока, электродвигатель, переменный резистор, индикатор).

3. Сборка цепи.



4. Проверка работы готовой модели.



Данная модель наглядно дает сравнительную характеристику работы обыкновенной лампы накаливания и светодиодных ламп. В результате можно увидеть, что снимаемое напряжение, полученное при работе светодиодов меньше, а значит меньше и потребляемая электроэнергия (за изменением напряжения мы наблюдали на индикаторе – цифровое табло), также мы заметили, что увеличение числа потребителей не снижает качества энергии.

Сравнительные расчеты по экономии электроэнергии, её стоимости на примере ДРЛ – 250 и аналога светодиодного светильника приведены в приложении. [Приложение 2]

Можно добавить ещё несколько преимуществ светодиодного освещения: при утилизации светильников не выделяются тяжелые металлы, отсутствуют электромагнитные помехи в электрической сети, тепловое излучение существенно ниже в сравнении с традиционными источниками света.

Заключение

В мире существуют сотни мероприятий, направленных на энергосбережение и повышение энергоэффективности. В их основе лежат изменения в поведении людей, их отношения к данной проблеме, их участие в этом процессе, а также повышение технической эффективности. Энергосбережение в освещении поможет увеличить освещённость, сэкономить электроэнергию. Проблема экономии заключается ещё и в том, что киловатт электроэнергии для администрации поселений стоит восемь рублей, что почти в два раза больше, чем плата, производимая населением. Работы по энергоэффективному освещению дорогостоящие, но в перспективе они оправды-

вают себя. Светодиодные светильники окупают свою стоимость за три года, а затем начинают приносить прибыль.

Работая над данной проблемой, мы изучили источники информации по истории электрического освещения, посмотрели историю развития освещения в Вологодской области, проанализировали современные источники уличного освещения в нашем городе. Привели сравнительные характеристики светильников, разных моделей. Мы

предложили собственную модель уличного освещения, которая показала, какой вид освещения лучше с экономической и энергосберегающей точек зрения. Мы – будущее нашего города, пришли к выводу, что будем рекомендовать светодиодное освещение улиц, как экономически выгодное, позволяющее снижать энергопотребление в 2.5 – 3 раза и увеличивая комфортность пребывания в зоне их использования в темное время суток как водителям, так и пешеходам.

Приложение 1

Технико-экономические характеристики светильников

Параметр	Дуговая ртутная лампа (ДРЛ)	Дуговая натриевая трубчатая лампа (ДНаТ)	Светодиодный источник света (LED)
Эффективность, лм/Вт	75-80	100-110	95-140
Частота замены	1 раз в 2 года	1 раз в 3 года	более 7 лет
Срок службы, часы	в среднем 7000	в среднем 9000	более 50 000
Мерцание, %	10-15	10-15	менее 3%
Содержание ртути	есть	1. в большинстве – есть	нет
Выход на рабочий режим	5-7 минут	5-7 минут	менее 1 секунды
Чувствительность к перепадам напряжения	чувствительна	чувствительна	нечувствительна
Чувствительность к перепадам температуры	устойчив	для эффективной работы необходима температура окружающей среды в диапазоне от -20°C до +30°C	устойчив
Устойчивость к вибрации	не устойчив	не устойчив	устойчив
Стабильность работы при низкой температуре	средняя	низкая	высокая
Эффект старения	-20% св. потока за первые 400 часов работы; -50% – к концу жизни	обеспечивает менее 50% номинального светового потока к концу жизни	сохраняет свои параметры на первоначальном уровне в течение всего своего срока службы
Цветовое восприятие	выше ДНаТ, но ниже LED	преобладание красного спектра от ламп ДНаТ ухудшает общую картину видимости освещаемых объектов	отличная контрастность и цветопередача



Тип	Модель	Номинальная мощность, Вт	Потребляемая мощность, Вт	Среднее время работы, ч	Световой поток, Лм
ДРЛ	ДРЛ-250	250	280	12000	13000
ДНаТ	ДнаТ-400	400	460	15000	47500
LED	Аналог ДРЛ-250	80	80	До 50000	7500

Расчет экономии электроэнергии при эксплуатации светодиодных светильников

Показатель расчета	ДРЛ-250	Светодиодное освещение
Мощность ламп, кВт	0,25	0.08
Потребляемая электроэнергия при расчете работы 10 ч в сутки, в кВт.ч	2.5	0.8
Тариф на электроэнергию 2017 г, руб	8	8
Потребляемая электроэнергия за 100000 ч, кВт.ч	25 000	8 000
Стоимость затрат на электрическую энергию за 100000 ч, руб.	200 000	64 000
Количество сэкономленной электрической энергии за 100000 ч, кВт.ч	-	17 000
Стоимость сэкономленной энергии за 100000 ч, кВт.ч	-	136 000
Потребляемая электроэнергия за год при работе 10 ч в сутки, кВт.ч	912.5	292
Стоимость затрат за электрическую энергию за год при работе 10 ч в сутки, кВт.ч	7300	2336
Количество сэкономленной энергии при работе 10 ч в сутки за год, кВт.ч	-	620.5
Стоимость сэкономленной эл.энергии за год, руб.		4964

Список литературы

1. Германович В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение: практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. – Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2014. – 317 с.

2. Родионов В. Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего / В.Г. Родионов. – Москва: ЭНАС, 2010. – 348 с.

3. <http://mybiblioteka.su/2-31029.html>- история формирования энергосистемы в Вологодской области.

4. http://www.electrolibrary.info/subscribe/sub_15_history.htm - история электрического освещения.

5. <http://superarch.ru/materialy/svetodiodnyie-svetilniki-dlya-ulichnogo-osveshheniya-na-stolb> – преимущества и недостатки светодиодного освещения.

6. <http://okuvshinnikov.ru/files/ocenka4/belozersk.pdf>- публичный доклад о результатах деятельности Главы муниципального образования «Город Белозерск» Белозерского муниципального района за 2016 год.

7. <http://strmnt.com/dom/comm/electric/svetodiodnye-svetilniki-ulichnogo-osveshheniya.html> – светодиодные светильники.

8. http://legalacts.ru/doc/131_FZ-ob-obwih-principah-organizacii-mestnogo-samoupravlenija/- Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».