

КАК СОХРАНИТЬ ЭНЕРГИЮ для образования?

Ильнур Мухаметович Ханафеев,
*директор Красногорской школы Мамадышского района
Республики Татарстан, учитель технологии высшей категории*

Особенность применяемых сегодня энергоносителей состоит в том, что мы не умеем хранить их в сколько-нибудь больших количествах и достаточно длительное время. Поэтому в каждый момент времени производимая энергия за вычетом затрат и потерь на транспорт и распределение должна равняться потребляемой энергии.

- управление освещением
- датчики движения
- светодиодные лампы
- теплоснабжение
- программа энергосбережения
- снижение потребления энергии

Энергия и энергосбережение

К началу XXI века мировое потребление энергии превысило 400 ЭДж/год (1 ЭДж = 1018 Дж). По различным прогнозам к 2020 г. энергопотребление возрастёт более чем в полтора раза, в первую очередь, за счёт развивающихся стран. В этих прогнозах в той или иной форме учитывается развитие экономики стран и демографический фактор. В африканских странах практически отсутствуют затраты энергии на отопление, тогда как в России они составляют около четверти всего энергопотребления. Ясно, однако, что стремление непрерывно наращивать энергопотребление рано или поздно войдёт в противоречие с наличием первичных источников энергии и затратами на их добычу, но, что более важно, приведёт к необратимым вредным воздействиям на окружающую среду. В России, с её большими природными ресурсами, в том числе и топливными, энергетика привычно рассматривалась, как неизбежный источник развития об-

щественного производства. Такая схема развития экономического потенциала государства в существенном объёме сохраняется до сих пор. Особую опасность здесь представляет тот фактор, что происходит это на фоне непрерывного роста тарифов (цен) на тепловую, электрическую энергию, а также и постоянного роста рыночных (свободных от государственного регулирования) цен на первичное топливо (уголь, нефть и другие), продуктов нефтепереработки (бензин, дизельное топливо и др.). В этих условиях остро встаёт вопрос необходимости рационального использования энергии, снижения её удельных затрат, что возможно спрогнозировать на основании энергетических обследований. Энергетические обследования должны проводиться в соответствии со ст. 10 Федерального закона «Об энергосбережении» и постановлениями Правительства Российской Федерации от 2 ноября 1995 г. № 1087 «О неотложных мерах по энергосбережению» и от 15 июня 1998 г. № 588 «О дополнительных мерах по стимулированию энергосбережения в России».

Для предприятий и организаций, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, если годовое потребление ими топливно-энергетических ресурсов составляет более шести тысяч тонн условного топлива или более одной тысячи тонн моторного топлива, указанные обследования обязательны. Организации, финансируемые из бюджетов всех уровней, подлежат обязательным энергетическим обследованиям независимо от объёма потребления энергетических ресурсов. С вступлением в силу с 1 января 2010 года Федерального закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» (№ 261) обязанность заниматься экономией возложена на всех потребителей энергетических ресурсов. Вот только некоторые положения указанного Федерального закона:

- Статья 2. п. 1. Здания, строения, сооружения, за исключением указанных в части 5 настоящей статьи зданий, строений, сооружений, должны соответствовать требованиям энергетической эффективности, установленным уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в соответствии с правилами, утверждёнными Правительством Российской Федерации. Правительство Российской Федерации вправе установить в указанных правилах первоочередные требования энергетической эффективности.
- Статья 12. п. 8. В отопительный сезон лицо, ответственное за содержание здания, обязано проводить действия, направленные на регулирование расхода тепловой энергии в целях её сбережения.
- Статья 24. п. 1. Начиная с 1 января 2010 года бюджетное учреждение обязано обеспечить снижение в сопоставимых условиях объёма потребления воды, дизельного или иного топлива, мазута, природного газа, тепловой энергии, угля в течение пяти лет не менее чем на пятнадцать процентов от объёма фактически потреблённого им в 2009 году каждого из указанных ресурсов с ежегодным снижением такого объёма не менее чем на три процента.

В связи с этим в школьных учебных заведениях, дающих бесплатное образование, остро встаёт вопрос необходимости рационального использования энергии и снижения её удельных затрат. При этом важно обеспечить комфортные условия для учащихся и учителей. Таким образом, актуальность темы исследования обуславливается поиском адекватных (подходящих для школы: нормативы и цена) способов использования энергии, позволяющих экономить на фоне неоправданно высоких цен на первичное топливо и продуктов нефтепереработки. Энергетическое обследование, приведённое в работе, оценивает эффективность энергозатрат школы, тем самым указывает реальный расход денежных средств учебного учреждения. Энергетическое обследование направлено на решение следующих основных задач:

- оценка фактического состояния энергоиспользования в школе;
- разработка возможного плана мероприятий, направленных на снижение энергозатрат;
- определение требований к организации по совершенствованию учёта и контроля за расходом энергоносителей.

Из существующих видов энергетических обследований в школе проведено экспресс-обследование.

Исследование энергопотребления в школе

Нами рассмотрена группа «Освещение», так как её доля энергопотребления наиболее значительная (табл.). Для освещения коридоров школы и классных комнат применяются светильники с лампами накаливания в количестве 281 штук и люминесцентные лампы ЛСП в количестве 210 штук. Потребляемая мощность одного светильника составляет 92 Вт, или 0,092 кВт, или 285,2 кВт/час в год. При средней годовой нагрузке (нормативная) примерно в 3100 часов потреблённая мощность светильников ЛСП составит 280 922 кВт/час в год.

Таблица

Количество светильников в школе (шт.)	Мощность одного светильника (кВт/час)	Количество часов работы одного светильника в год (час)	Итого: (кВт/час)	Расход эл.эн (кВт/час в год)	Тариф (руб)	Итого:
ЛСП-281	0,092	3100	285,2	280 922	3,22	904568,84 руб.
ЛСПО-281	0,072	3100	223,2	219 852	3,22	707923,44 руб.

Применение светильников ЛСПО 2×36 с электронным розжигом ламп (ЭП-РА) при этих же условиях составляет 72 Вт, или 0,072 кВт, или 219 852 кВт/час в год.

Только переход на светильники с электронным запуском ламп позволит экономить бюджетные финансовые средства порядка 196 645,40 рублей в год.

Управление освещением учебного заведения при помощи контроллера

Уменьшить затраты на освещение учебного заведения на 50–60% — вполне реальная за-

дача, решить которую можно, используя специальное оборудование.

Система управления позволит автоматически управлять освещением:

- мест общего пользования (коридоры, холлы, зоны рекреации, туалеты);
- учебных классов (аудиторий);
- технических этажей;
- прилегающей территории, в т.ч. с возможностью включения экономичного режима ночью.

А также можно **автоматизировать процесс подачи звонков к началу занятий.**

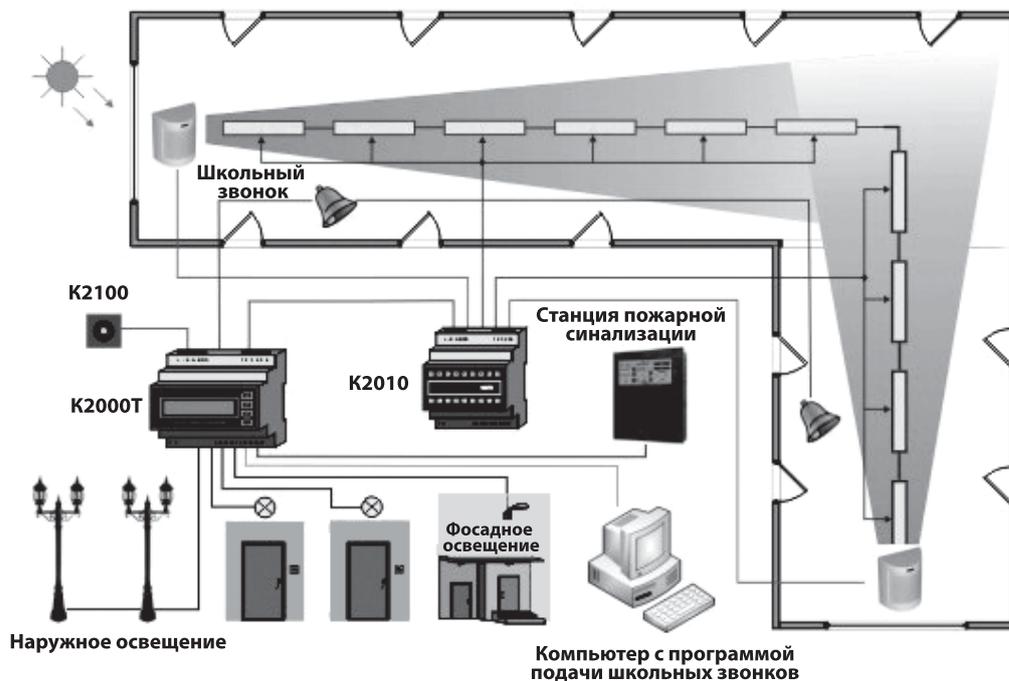


Рис. 1. Автоматическое управление энергосбережением

Как это работает

По запрограммированному в компьютере расписанию система управления, построенная на базе контроллера, автоматически переводит на время уроков люминесцентное или светодиодное освещение коридоров, холлов и зон рекреации в экономичный режим, программируемый в диапазоне 10–20% от номинальной яркости.

Если в системе не используются датчики движения, то контроллер поддерживает установленную минимальную яркость до конца текущего урока, а после подачи звонка на перемену снова переводит освещение в режим номинальной яркости.

Если в системе управления используются датчики движения, то их срабатывание при прохождении человека по коридору во время уроков приводит к автоматическому плавному увеличению светового потока группы светильников в контролируемой датчиком зоне с задержкой на отключение на 20–60 сек.

Предусмотрена связь с системой пожарной сигнализации здания — при возникновении пожара контроллер переводит систему освещения в режим максимальной яркости для

обеспечения нормальной эвакуации людей из здания и тушения пожара. Возможен режим ручного управления освещением, минуя контроллер и компьютер — обычным выключателем.

Управление освещением в классах

Уровень естественного солнечного света в обычном школьном классе распределяется неравномерно — чем ближе к окну расположены парты, тем более интенсивно они освещены солнечным светом и наоборот. Стандартное искусственное освещение не учитывает эту особенность. Таким образом, когда естественного света недостаточно для удалённого ряда парт, учитель обязан включить освещение всего класса, в результате чего большую часть времени ближние к окнам ряды парт оказываются излишне освещёнными, что приводит к необоснованному расходованию электроэнергии.

Повысить эффективность систем освещения классов можно путём установки датчиков постоянной освещённости на потолке над каждым рядом парт. Этот датчик способен поддерживать заданный уровень освещённости, например, 500 лк, автоматически

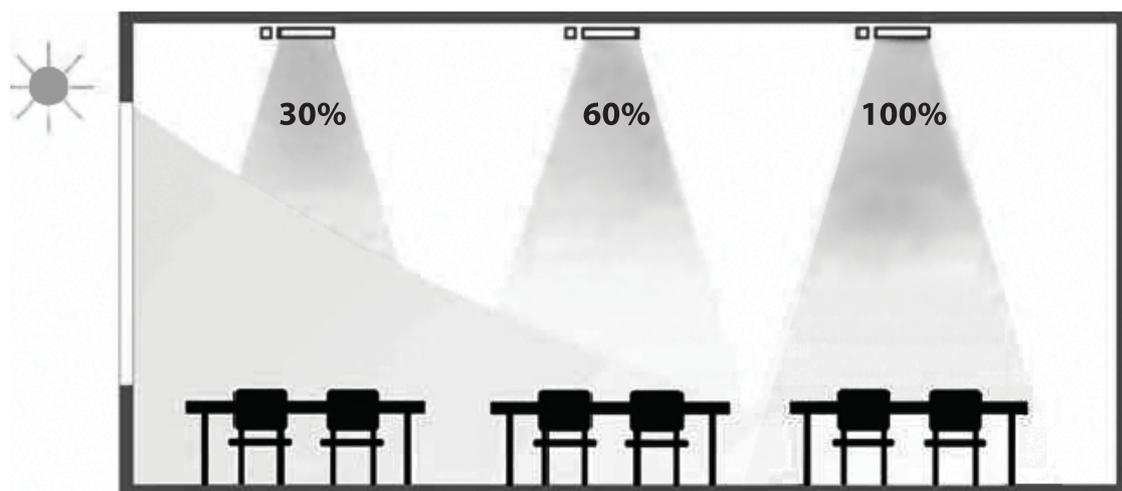


Рис. 2. Автоматическое управление освещением класса

уменьшая или увеличивая световой поток группы светильников в зависимости от уровня солнечного света, проникающего в класс через окна. В светлое время суток светильники, расположенные ближе к окнам, будут работать с меньшей яркостью.

Что делать со старыми светильниками?

Вариант 1 — замена устаревших светильников с люминесцентными лампами 2×40 Вт, потребляющих с учётом внутренних потерь около 100 Вт каждый, на новые с одной лампой мощностью 58 Вт 5000 лм, что позволит сэкономить примерно 40% и 50% электроэнергии соответственно. При этом также появляется возможность регулировать световой поток этих светильников, и дополнительно экономить ещё 20–25% электроэнергии за счёт автоматического управления яркостью. Такие светильники соединяются в световую линию, обеспечивая высокую равномерность освещения. Длина светильника — 1500 мм, поэтому на один класс их потребуется меньше, чем обычных светильников 2×40 Вт, длина которых равна 1200 мм. Освещённость при этом значительно улучшится, так как световой поток стандартного светильника 2×40 Вт или 4×18 Вт составляет 4600 лм, а светильника с лампой 1×58 Вт — 5000 лм.

Если в классе ранее было установлено 18 светильников 2×40 Вт (три ряда по 6 штук в каждом) с суммарной мощностью 1800 Вт, то при модернизации их потребуется всего 12 штук (3 ряда по 4 светильника) с суммарной мощностью 720 Вт (12 штук × 60 Вт). Применение датчиков постоянной освещённос-

ти уменьшит эту цифру ещё примерно на 25%, таким образом мощность, потребляемая системой освещения одного класса, составит 540 Вт вместо 1800 Вт до модернизации.

Вариант 2 — модернизация существующих светильников. Если светильники были приобретены относительно недавно, их можно модернизировать путём установки электронного пускоразрядного аппарата ЭПРА (без замены ламп) или светодиодных панелей с функцией регулирования светового потока. Этот вариант особенно удобен для применения в коридорах и холлах, где установлены светильники 4×18 Вт или 2×40 Вт. После реконструкции эти светильники также будут иметь функцию регулирования яркости и смогут работать в составе системы автоматического управления с датчиками движения. При этом яркость будет меняться плавно, что очень важно для зрительного комфорта.

Преимущества:

- оборудование разработано и производится в России;
- высокая надёжность, небольшой срок окупаемости;
- установить и обслуживать систему управления может обычный электрик 4–5 разряда;
- возможность использования люминесцентных или светодиодных светильников с регулируемым световым потоком любого производителя.



Рис. 3. Светильник с регулируемой яркостью. Соединение светильников в «световую линию»

Вариант 3 — лампы накаливания и люминесцентные лампы поменять на светодиодные, например модели LumenPro36 и LumenPro75. Люминесцентные светильники имеют как преимущества перед светодиодными, так и недостатки.

Преимущества люминесцентных ламп старого поколения в том, что они не слепят. Сейчас на смену идёт новое поколение люминесцентных линейных ламп, они эффективнее, у них срок службы больше, трубочка у них тоньше, но соответственно и концентрация светового потока с единицы площади у них больше. Это беда и светодиодов, и современных люминесцентных ламп. Их нельзя допускать в поле прямого зрения. Они слепят людей, причём кардинально снижается трудоспособность персонала, если у него освещение будет со слепящим действием.

С другой стороны, люминесцентные лампы старого поколения с электромагнитными пускорегулирующими аппаратами — источник неприятных и утомительных для глаз пульсаций. При этом люминесцентное освещение можно сделать правильным. Нужно чтобы пульсации были снижены. Сейчас встроенные в люминесцентные лампы современные электронные пускорегулирующие автоматы снижают эти пульсации.

У правильно сделанного светодиодного светильника пульсации отсутствуют по определению. Их невозможно определить существующими приборами. Да и глаз их не чувствует. Люминесцентные лампы только с очень хорошими специальными пускорегулирующими автоматами имеют пульсации меньше 10%.

Потери теплоснабжения

В Красногорской школе проведены исследования помещений классов с точки зрения распределения и сохранения тепла. Мы определили распределение температуры воздуха в классе и рассчитали потерю энергии через окна.

Рассмотрим двойное окно площадью 3 м². Теплообмен происходит за счёт воздуха между стёклами при условии, что толщина стекла ничтожно мала. Измерение показывает, что между стёклами в среднем расстояние 10 см = 0,1 м. Температура воздуха в помещении в среднем по школе составляет 20°C. При температуре за окном 0°C $Q = 1,29 \text{ кг/м}^3 \times 3 \text{ м}^2 \times 0,1 \text{ м} \times 1000 \text{ Дж/кг} \cdot \text{C} \cdot (20 - 0)^\circ\text{C} = 7740 \text{ Дж}$. При температуре за окном $t_2 = -10^\circ\text{C}$, $Q_2 = 1,29 \text{ кг/м}^3 \times 3 \text{ м}^2 \times 0,1 \text{ м} \times 1000 (20 - (-10))^\circ\text{C} = 11610 \text{ Дж}$. При температуре за окном -20°C , $Q_3 = 1,29 \text{ кг/м}^3 \times 3 \text{ м}^2 \times 0,1 \text{ м} \times 1000 (20 - (-20))^\circ\text{C} = 15480 \text{ Дж}$. При температуре за окном -30°C , $Q_4 = 1,29 \text{ кг/м}^3 \times 3 \text{ м}^2 \times 0,1 \text{ м} \times 1000 (20 - (-30))^\circ\text{C} = 19450 \text{ Дж}$. Данное количество теплоты теряется с 3 м² одного окна. Согласно паспорта здания, общая площадь остекления составляет 860 м², тогда потери тепла при указанных выше температурах на улице составляют:
 $Q_{\text{общ1}} = 7740 \text{ Дж/м}^2 \times 860 \text{ м}^2 = 6656400 \text{ Дж} = 1589 \text{ ккал}$ при температуре — 0°C.
 $Q_{\text{общ2}} = 11610 \text{ Дж/м}^2 \times 860 \text{ м}^2 = 9984600 \text{ Дж} = 2383 \text{ ккал}$ при температуре — 10°C.
 $Q_{\text{общ3}} = 15480 \text{ Дж/м}^2 \times 860 \text{ м}^2 = 13\,317\,800 \text{ Дж} = 3177 \text{ ккал}$ при температуре — 20°C.
 $Q_{\text{общ4}} = 19450 \text{ Дж/м}^2 \times 860 \text{ м}^2 = 16\,641\,000 \text{ Дж} = 3972 \text{ ккал}$ при температуре — 30°C.

Таким образом, исходя из показателей статистического комитета, температуры зимнего периода с октября 2009 по апрель 2010 года и средней температуры февраля и марта за последние 5 лет (по данным статистического комитета) количество дней с температурой 0°C составляет 13 дней, с температурой — 10°C — 70 дней, а с температурой — 20°C — 15 дней, — 30°C — 7 дней. Тогда теплотери за весь отопительный сезон составляют: при 0°C — 1569 ккал × 13 приблизительно составляют 20657 ккал, или 21 Гкал. При — 10°C — 2383 ккал × 70 приблизительно составляет 166810 ккал, или 167 Гкал. При — 20°C — 15480 × 15 ккал составляет 232 200 ккал, или

232 Гкал. При 30°C — 3972×7 ккал составляет 27800 ккал, или 28 Гкал. Что в сумме составляет 484 Гкал в год или 30% от всей тепловой энергии, потребляемой школой за отопительный сезон. Также не стоит забывать, что большая часть тепла теряется через щели, несмотря на то, что щели утепляют ватой и заклеивают. В перспективе рассматривается возможность замены старых, давно изношенных временем оконных рам на новые, изготовленные из ПВХ и алюминиевых профилей. Эти окна обеспечат полную теплосберегаемость и защиту от шумового воздействия. Кроме того:

- улучшаются теплоизоляционные свойства ограждающих конструкций;
- больше солнечного света за счёт более крупных створок;
- высокая стабильность окна за счёт глубины оконной конструкции;
- улучшается дизайн помещения, ибо, как говорят «окна — это глаза дома».

Конечно, установка металлопластиковых окон обходится несколько дороже обычных деревянных оконных проёмов, но качество их себя уже зарекомендовало. Исчезают все неудобства с установкой, так как строительные фирмы при ознакомительном осмотре учитывают все особенности строительных конструкций, и это позволяет воплощать в жизнь самые смелые замыслы.

Программа энергосбережения

Энергосбережение в школе — это совокупность нескольких видов мероприятий:

- 1) мониторинг потребления энергоресурсов;
- 2) регулирование расхода энергоносителей.

Важно выбрать несколько самых эффективных и, самое главное, малозатратных мероприятий, которые сможет реализовать любой коллектив.

1. Окна. Стыки герметизируем специальным клеем для стёкол — водонепроницаемым силиконом.

Водонепроницаемый силикон обеспечивает полную герметизацию окон. В местах, где стекло неплотно подходило к раме, необходимо сделать заплатки из кусочков стекла и герметизи-

ровать водонепроницаемым силиконом. Далее, используя школьный воздухоотсос, выкачивается воздух между герметичными стёклами, таким образом без капитальных вложений создать подобие современного стеклопакета. Сквозняков в классах и в коридоре больше не будет.

2. Стены. За батареи помещаем теплоотражающий материал с поверхностью из фольги — изолон, который уменьшает теплопотери до 20% без дополнительных затрат на увеличение температуры теплоносителя.

3. Теплоснабжение. Чугунные радиаторы меняем на новые биметаллические радиаторы.

Необходимо заменить старые чугунные радиаторы, уже не поддающиеся прочистке, на новые биметаллические, которые объединяют преимущества стальных и алюминиевых радиаторов. Они имеют высокую эффективность теплопередачи с максимальным запасом прочности. Благодаря физико-химическим свойствам алюминия радиатор способен нагреть воздух в помещении в пять раз быстрее, чем обычные радиаторы. Биметаллические радиаторы состоят из блоков по две или три секции, что уменьшает количество межсекционных соединений, повышает запас прочности и герметичности прибора. Контроль соединений проводят под давлением, превышающим рабочее давление, что обеспечивает гарантию качества сборки нагревательного прибора.

Кроме того, эти радиаторы не подвергаются воздействию воды в процессе эксплуатации и не ржавеют, как чугунные радиаторы.

Срок гарантийного использования — 15 лет, что делает установку таких нагревательных приборов делом весьма выгодным.

Анкета «Умеешь ли ты беречь энергию?»

Ответь на вопросы анкеты и проверь, умеешь ли ты беречь энергию?

В нашем доме	Да	Нет
Мы записываем наше энергопотребление		
Мы выключаем свет в комнате, когда уходим из неё		
Стиральная машина всегда полностью заполнена, когда мы используем её		
Холодильник стоит в прохладной комнате		
Мы не ставим мебель перед обогревателями		
Мы начали использовать энергосберегающие лампочки		
Мы используем местное освещение (настольную лампу, бра, торшер)		
Мы проветриваем быстро и эффективно, всего несколько минут за раз		
Мы заклеиваем окна на зиму		
Мы зашториваем окна на ночь		
Мы кладём крышку на кастрюлю, когда варим		
Мы часто размораживаем холодильник		
Мы используем раковину для мытья посуды		
Мы моемся под душем, а не принимаем ванну		
Мы ходим пешком или ездим на велосипеде в школу и на работу		
Мы снижаем температуру в помещении, когда выходим		
Мы снижаем температуру в помещении ночью		
Мы повторно используем стекло, бумагу и металл		
Мы не покупаем товары, которые могут использоваться только один раз		
Мы не покупаем товары в больших объёмах		
Мы чиним вещи, вместо того чтобы заменить их		

Сложите все ответы ДА. Если у вас получилось:

От 1 до 5 ответов ДА:

Вам ещё многому надо научиться, так что начните прямо сейчас.

От 6 до 10 ответов ДА:

У вас много хороших привычек, которые могут служить основой для дальнейшей работы над собой.

От 11 до 15 ответов ДА:

Вы являетесь хорошим примером всем остальным.

От 16 до 20 ответов ДА:

Кто-то из вашей семьи должен стать министром по охране природы.

4. Электроснабжение. Светильники ЛСП заменить на ЛСПО. Они дадут ряд преимуществ. Отсутствие стробоскопического эффекта, отсутствие пульсаций света. Большой световой КПД. Коэффициент мощности $>0,95$. Мгновенный старт без мерцания, что позволит интегрировать в систему освещения коридоров датчики движения. Отсутствие мигания в случае перегорания лампы (лампа автоматически отключается). Более низкая рабочая температура. Бесшумная работа. Осветительные системы, снабжённые электронными пускорегулирующими автоматами (вместо традиционных устройств, состоящих из электромагнитных дросселей, стартеров, дополнительных стартеров и конденсаторов компенсации коэффициента мощности), обеспечивают работу люминесцентных ламп при высокочастотных напряжениях и токе (20–25 кГц). Лампа зажигается приложением стартового напряжения внутри лампы. В отличие от традиционного устройства питания не требуется фазовой коррекции, так как коэффициент мощности $>0,95$.

Светильники с электронным пускорегулирующим автоматом имеют несколько преимуществ в сравнении с традиционными. Люминесцентные лампы работают на высокой частоте, что положительно сказывается на световом КПД (на 10% больше, чем при использовании электромагнитных пускорегулирующих автоматов) и уменьшает потребляемую мощность в сравнении с потребляемой мощностью при сетевой частоте 50 Гц при одинаковом световом потоке. Экономия средств на смену ламп: значительно больший срок службы благодаря работе не высокой частоте (средний номинальный срок службы может быть увеличен до 50% в зависимости от типа светильников и цикла включений) приводит к тому, что лампы реже выходят из строя. Снижение потребления энергии системой, так как электронные пускорегулирующие автоматы потребляют меньше энергии, чем обычные. Потери мощности при использовании электронных

пускорегулирующих автоматов составляют всего лишь 8–10% от мощности ламп. Низкие эксплуатационные расходы благодаря большому сроку службы ламп (более длинным интервалам между работами по обслуживанию), и отсутствию отдельных стартеров и конденсаторов, требующих дополнительного времени на обслуживание.

Снижение потребления энергии системой, так как электронные пускорегулирующие автоматы потребляют меньше энергии, чем обычные. Потери мощности при этом составляют всего лишь 8–10% от мощности ламп.

Энергосбережение — актуальное и необходимое условие нормального функционирования школы, так как повышение эффективности использования энергоресурсов при непрерывном росте цен на энергоресурсы и соответственно росте стоимости электрической энергии позволяет добиться существенной экономии как энергоресурсов, так и финансовых ресурсов.

Общешкольная акция «Что нам стоит день прожить?»

Цель акции — предоставить детям возможность познакомиться с энергопотреблением школы и задуматься о путях сокращения количества потребляемой энергии.

Каждый класс (или группа участников) получает специальное задание на знакомство с различными структурами школы, различными помещениями (например, такими, как кабинет директора, различные классы, столовая, спор-

тивный зал, библиотека, медкабинет и другие). Собирая ответы на вопросы задания, ребята составляют своеобразный «энергетический паспорт» каждого помещения.

Пример задания:

Ответьте на вопросы:

1. Какие электроприборы здесь используются?
2. Какова мощность приборов?
3. Каково среднее время работы каждого прибора?
4. Энергозатраты на работу каждого прибора в течение 1 дня.
5. Сколько электроэнергии в целом используется ежедневно?
6. Сколько нужно платить за эту энергию?
7. Какие виды энергии используются?
8. Всегда ли энергия используется эффективно? Спросите людей, как, по их мнению, можно сэкономить энергию?

При проведении подобной акции особенно важная роль отводится членам штаба — и взрослым, и детям. Необходимо договориться со всеми службами школы, чтобы они гостеприимно принимали исследователей.

По результатам исследования каждая группа может изготовить наглядный отчет (например, в виде плаката).

Для подведения итогов акции проводится презентация плакатов. **НО**