МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені І. Пулюя

Кафедра обладнання
харчових технологій

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної роботи та самопідготовки
за темою

“ **ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ** ”

з курсу
“ТЕХНОЕКОЛОГІЯ ТА ЦИВІЛЬНАБЕЗПЕКА”

частина «ТЕХНОЕКОЛОГІЯ»

Тернопіль
2018

Укладачі: к.т.н., доцент Зварич Н.М.,
к.т.н., доцент Лясота О.М.
Рецензент:
Відповідальний за випуск к.т.н., доцент Зварич Н.М.

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри обладнання харчових технологій Тернопільського національного технічного університету ім. І.Пулюя. Протокол № від

Схвалено й рекомендовано до друку методичною радою факультету інженерії машин, споруд та технологій Тернопільського національного технічного університету ім. І.Пулюя. Протокол № від

Тема: ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ

Мета: Ознайомитися з характеристиками сучасних джерел освітлення та методами порівняння їх ефективності

КЛАСИФІКАЦІЯ СУЧАСНИХ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ

З моменту початку використання електрики для освітлення процес модернізації приладів, використовуваних як світильники, постійно набирає обертів. На його початку упор робився на яскравість і природність освітлення, тепер же на передньому плані – економічність і ефективність.

За останні кілька років в наших будинках і квартирах різко збільшилася кількість приладів, які споживаютьелектроенергію, а ось потужність мереж і кількість виробленої енергії залишилися приблизно на тому ж рівні. Тому гостро постало питання саме економії електроенергії: промисловість випускає побутову техніку зі зниженим енергоспоживанням, постійно лунають заклики вимикати непотрібні прилади і, звичайно, вивчається проблема економічного освітлення.

За характеристиками та технологічними властивостями виділяють наступні чотири види ламп освітлення:

1. розжарювання;
2. галогенна;
3. люмінесцентна;
4. світлодіодна.

Оскільки галогенні лампи є найяскравішими, то на їх основі випускається величезний асортимент лампочок і світильників. Також можна зустріти варіації зі змішуванням ксенону і галогену для збільшення потужності світіння лампочок, але вони найчастіше мають спеціальне призначення і в побутових світильниках не використовуються. Поверхня колби може бути прозорою, матовою або дзеркальною.

Прозора колба - найпростіша, вона дає більш яскраве світло. Колба з матовою поверхнею - світить трохи слабше ніж з використанням прозорої колби, але світло від неї виходить більш м'який і розсіяний. Колба з дзеркальним покриттям дає більш яскравий і направлене світло, такі лампочки в основному використовуються в точкових світильниках, де необхідний спрямований в потрібну сторону світловий потік.

ЛАМПА РОЗЖАРЮВАННЯ

Одна з найпоширеніших лампочок, використовуваних на території України. Історія лампи розжарювання існує більше ста років, першу вугільну лампу розжарювання винайшов бельгієць Жобар в 1838 році. Упродовж всього

19 століття винахідники з різних країн вдосконалювали її будову, покращуючи характеристики і термін служби. Приміром Томас Едісон починає експериментувати з різними металами для ниток розжарювання лампочок, а також винаходить різьбові цоколі, які використовуються у всьому світі і сьогодні. Цоколь в лампах розжарювання застосовується різьбовій, найпопулярнішими в побутовому використанні є цоколі Едісона: Е14 (міньйон) і Е27 (числове значення відповідає зовнішньому діаметру цоколя в міліметрах).

ГАЛОГЕННІ ЛАМПИ

Галогенні лампи освітлення по праву можна назвати більш сучасними аналогами лампи розжарювання. За рахунок яскравого світіння випромінюваного галогенними лампами, винахідники стали вирішувати питання мініатюризації лампочок, зараз випускається безліч різновидів галогенок малих розмірів. За рахунок цього галогенні лампочки використовуються в точкових світильниках, меблевому підсвічуванні, а також різних декоративних світлових елементах.

Галогенні лампи також можуть використовуватися в люстрах і світильниках, але світло від галогенки більш вузько направлене і для того, щоб повноцінно освітлити кімнату в люстрах може використовуватися з десяток лампочок потужністю в 35 - 40 Вт, які світять в різні боки і в кінцевому підсумку таке освітлення виграючи в красі і оригінальності може поступатися люстрі із звичайними лампами розжарювання в практичності і яскравості освітлення. До того ж термін служби галогенок може бути нижче ніж у інших видів.

ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ (ЕНЕРГООЩАДНІ) ЛАМПИ

Люмінесцентні - це газорозрядні лампи, в яких електричний розряд в парах ртуті створює ультрафіолетове випромінювання, яке в свою чергу діє на люмінофори, які його перетворюють у видиме світло.

Донедавна люмінесцентні лампи використовувалися тільки в адміністративних приміщеннях, всі з нас пам'ятають ці жахливі білі лампи в шкільних світильниках, які постійно моргали і видавали дивні звуки, якщо стартер в світильнику був не справний. Але прогрес не стоїть на місці і люмінесцентні лампи здобули нову форму і тепер майже в кожній квартирі використовуються енергозберігаючі вони ж люмінесцентні лампи.

Даний вид ламп освітлення має одну дуже важливу перевагу - це економія електроенергії. За заявами виробників енергозберігаючих лампочок, світловий потік лампочки споживаючої 20 Ват на годину рівнозначний лампі розжарювання в 100 Ват. Звичайно часто світять вони трохи слабкіше, але проте використовуючи достатню кількість енергозберігаючих ламп можна домогтися досить яскравого освітлення в приміщенні, заощаджуючи при цьому дорогоцінні кіловати.

Ще одним плюсом є термін служби, він може досягати п'яти років. Однак слід зазначити, що такі лампи сильно залежить від циклів включення і

виключення. Вважається, що з кожним пуском термін їх служби скорочується. Тому якщо лампа часто включається і вимикається, п'ять років вона навряд чи прослужить.

До мінусів можна віднести високу вартість ламп. Також слід особливу увагу приділяти утилізації перегорілих ламп, адже пари ртуті при пошкодженні цілісності можуть нанести шкоду оточуючим.

СВІТЛОДІОДНІ АБО LED ЛАМПИ

Все більшу популярність набирає вид ламп освітлення з використанням світлодіодів LED.

Якщо раніше світлодіоди в основному використовувалися в декоративному освітленні, то зараз все частіше можна зустріти світлодіодні лампочки, конкуруючі за яскравістю з лампами розжарювання і галогенними лампами, при цьому енергоспоживання світлодіодів майже в десять разів менше ламп розжарювання. Наприклад світлодіодна лампочка в 6 Ват буде еквівалентна лампі розжарювання на 60 Ват.

На сьогоднішній день LED лампи випускаються самих різних форм і видів. Це може бути тоненька світлодіодна стрічка, лампочка для ліхтарика в один або кілька світлодіодів, світлодіодна лампа може бути аналогічна за формою звичайній лампі розжарювання, або мати форму свічки (міньйон) або кукурудзи. Крім цього світлодіодні лампи широко використовуються в зовнішньому освітленні. Світлодіодами оснащуються прожектори на стадіонах, освітлення в ліхтарях і навіть в світлофорах можна зустріти світлодіоди. Автомобілі все частіше стали комплектуватися світлодіодами, в основному їх використовують як підсвічування приладової панелі, освітлення салону, яскраві світлодіоди використовуються як ходові вогні, стоп-сигнали і габаритні вогні. Цоколі також можуть використовуватися найрізноманітніші від різьбових до штирькових.

Кількість світлового потоку світлодіодних ламп вимірюється в Люменах, чим більше Люмен заявлено в характеристиках, тим яскравіше вона буде світити.

Також важливою характеристикою буде колірна температура. Для домашнього освітлення ідеальною буде колірна температура в 2700К, при такій температурі світлодіодний світильник видаватиме тепле і яскраве світло, яке найбільше відповідає світлу звичної нам лампочки розжарювання.

Термін служби світлодіодної лампи встановлюється виробником в 30000 годин. Деякі виробники гарантують, що їхні вироби пропрацюють 50000 годин. Приміром термін служби звичайної лампочки розжарювання дорівнює 1000 годин.

Першим критерієм, що впливає на термін роботи світлодіода, є якість світлодіодного кристала, однорідність його структури. У процесі експлуатації кристал деградує з двох причин - в результаті множинних порушень кристалічної решітки та через міграцію атомів металів, що утворюють електроди. У тих ділянках кристала, де кристалічна решітка понесла найбільші

пошкодження, електроенергія споживається тільки з виділенням тепла, тобто без світлового випромінювання. Точні причини виникнення даного дефекту не встановлені, передбачається, що їх викликає статична електрика.

Однак у підвищенні температури усередині світлодіодної лампи і, як наслідок, у швидкому зносі, часто винен не тільки виробник, а й користувач. Радіатор, що відводить тепло від світлодіодів, повинен віддати його навколишньому повітрю або стіні, до якої кріпиться світильник. Якщо ж встановити кілька світлодіодних ламп в підвісну стелю або закрити їх колбу близько прилеглим матеріалом, то навіть найякісніша лампа швидко перегріється через брак простору для відводу тепла. До речі, в підвісну стелю правильним буде встановлювати світлодіодні світильники на стелю

Залежно від свого призначення, світлодіодні світильники поділяються на вуличні, виробничі і побутові.

Вуличні світлодіодні світильники, що випромінюють білий світ, призначені для освітлення доріг, парків і різних архітектурних споруд, вони не мають замінної лампи. Їх корпус служить двом цілям - забезпеченню максимального захисту від пилу і вологи, а також виконання функції радіатора, що відводить тепло в атмосферу.

Світильники для офісів (біле світло), об'єктів житлово-комунального призначення та виробничих цехів також не мають якихось змінних елементів і практично не потребують обслуговування. Вони відрізняються від вуличних світильників тим, що відповідають більш жорстким вимогам, що пред'являються до якості освітлення, стабільної передачі кольору і експлуатаційних умов.

Побутові світлодіодні світильники (жовте світло) мають невисоку потужність (до 20 Вт), їх конструкція та характеристики відповідають ряду вимог щодо якості освітлення, пожежо- та електробезпеки, вони відрізняються декоративним видом. Як правило,

побутові світильники оснащені змінними світлодіодними лампами.

Ця група світильників найбільш різноманітна за своєю конструкцією та місця установки - їх можна вбудовувати в стелю, підлогу, стіни, предмети меблів, підвішувати, використовувати для настільного освітлення, як нічник, точкового підсвічування і т.д.

ВИБІР СВІТЛОДІОДНОЇ ЛАМПИ

Термін життя світлодіодної лампи залежить від ряду характеристик, закладених в неї при виробництві, тому найменування виробника має важливе значення при виборі - тобто тільки ціновий критерій не визначає її якість.

Звичний критерій вибору - потужність лампи у ватах - щодо світлодіодних ламп не зовсім показовий, тому що повідомляє лише її енергоспоживання за одиницю, а нам необхідно знати величину світлового випромінювання.

Світлове випромінювання, що вимірюється в люменах (лм), характеризує здатність даної лампи висвітлювати кімнату. У ряді випадків виробник «забуває» вказати величину світлового потоку на упаковці лампи, приводячи лише порівняння з лампою розжарювання певної потужності - мовляв, ця світлодіодна лампа повністю їй відповідає за якістю освітлення.

Таблиця 1. - Зв'язок світлового випромінювання з потужністю лампи:

Лампа розжарювання, потужність (Вт)	Люмінесцентна лампа, потужність (Вт)	Світлодіодна лампа, потужність (Вт)	Світловий потік (лм), середнє значення
20	5-7	2-3	250
40	10-13	4-5	400
60	15-16	8-10	700
75	18-20	10-12	900
100	25-30	12-15	1200
150	40-50	18-20	1800
200	60-80	25-30	2500

Здавалося б, цих даних достатньо, щоб здійснити вибір світлодіодної лампи, проте це не так - слід врахувати, що світлодіодні лампи випромінюють вузьконаправлене світло, на відміну від люмінесцентних і ламп з ниткою

розжарювання. Виробники розширюють кут освітлення лампи за допомогою оптичного елемента, вказуючи кут розходження світлового пучка на упаковці. Якщо кут розходження становить 120°, то це означає наступне - випромінюється лампою світловий потік зменшується вдвічі у міру відхилення потоку світла від центральної осі на 60 °. Діаграма спрямованості світлового випромінювання при розходженні 120 ° достатньо широка - простір під таким світильником висвітлюватиметься на великій площі практично з однаковою яскравістю. Світлодіодні лампи з кутом розходження від 20 ° до 30 ° підходять лише для зонального (акцентного) освітлення, для звичайного освітлення кімнат вони не годяться.

Наступний показник - колірна температура або, кажучи інакше, колірний відтінок світлового випромінювання, що генерується даної лампою. Якщо з лампами розжарювання все було просто - їх світло було тільки жовтим, то в разі люмінесцентних та світлодіодних ламп це не так. При виборі лампи обов'язково зверніть увагу на температуру кольору, зазначену на упаковці в градусах за Кельвіном:

- від 2700 до 3500 ° К - так зване «тепле» світло з жовтим відтінком, подібне світловому випромінюванню від ламп розжарювання. При цьому лампи з колірною температурою 2700 °К випромінюють виражене жовте світло, але їх світловий потік не такий сильний, а ті що мають колірну температуру 3500 °К відрізняються більш потужним світловим випромінюванням з меншими відтінками жовтого (вони виробляють швидше біле світло, ніж жовте;
- від 4000 до 5000 ° К - нейтрально-біле світлове випромінювання, що забезпечує яскраве освітлення. Такі лампи зазвичай використовуються в офісах, підприємствах і громадських установах;
- понад 6500 ° К – холодне біле світло з високою світловою віддачею. Ця група ламп застосовується тільки для вуличного освітлення.

Обов'язково слід звернути увагу на індекс передачі кольору (коефіцієнт передачі кольору), зазначений на упаковці лампи - його числове значення характеризує, наскільки колір об'єктів, освітлюваних даної лампою, буде відповідати своєму природному кольору. Оптимальним значення цього показника буде індекс передачі кольору від 70 і вище (або ступінь передачі

кольору не нижче 2А). Лампи для вуличного освітлення можуть мати більш низьке значення індексу - 60 (або 2В), але не нижче.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАМП

Потужність: вимірюється у Ватах (Вт).

Світловий потік: вимірюється в Люменах (лм або Lm), визначає, скільки світла "вийде" від лампи назовні. Чим вища цифра, тим світліше буде у вашому приміщенні. В процесі використання характеристика знижується.

Температура кольору: вимірюється в кельвінах (К).

Цоколь Е14 (так званий міньон) і Е27.

Світлова віддача, або коефіцієнт корисної дії (ККД): відношення світлового потоку до потужності (Lm/Вт).

Яскравість (сила кольору): вимірюється в канделах (кд або cd).

ЛАМПИ РОЗЖАРЮВАННЯ – ДОРОГЕ ЗАДОВОЛЕННЯ

Якщо порахувати, то енергозберігаючі лампи економлять до 80% енергії, іноді навіть більше. Очевидним це стає, якщо перевести відсотки у гривні. При немалій вартості люмінесцентних ламп (ЛЛ) та LED за час їх роботи (від 6-12 тис. год. і до 50 тис. год.) можна зекономити 165-1314 грн. І це на одній лампі.

Саме тому освітлювані прилади, які працюють на лампах розжарювання, вважаються найдорожчими в експлуатації. Лампи постійно доведеться заміняти, на що витрачаються кошти та час. А якщо на підприємстві високі стелі і потрібно постійно викликати майстрів для заміни ламп, то можна тільки уявити, скільки на це витрачається щорічно.

Варто зазначити, що якість освітлення, отриманого від ламп розжарювання, поступається світлодіодним лампам. Це відбувається через низьким світловий потік. Наприклад, ефективність світловіддачі лампи розжарювання потужністю 40 Вт становить 10,5 Lm/W. Аналогічна світловіддача у світлодіодної лампи потужністю 5 Вт, тобто вона світить у 6 разів яскравіше та рівніше.

Існує ще одна причина заміни ламп розжарювання – пожежна безпека. Лампи розжарювання тому так і називаються, що їхня поверхня нагрівається до 120 0С. Неправильна експлуатація може призвести не лише до опіків, а й стати причиною займання.

ПОРІВНЯННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ЛАМП (LED) І ЛЮМІНЕСЦЕНТНИ ЛАМП (ЛЛ)

Поки люмінесцентні лампи впевнено витісняли лампи розжарювання, в основному за рахунок зниженого енергоспоживання, у них з’явився достойний конкурент – світлодіодні лампи.

Чим світлодіодні лампи краще за люмінесцентні, і як це впливає на технологію екодому?

Головні переваги LED-ламп, на яких наголошують виробники, – це екологічність та економічність: на відміну від ЛЛ вони не містять ртуті та

забезпечують близько 50000 годин експлуатації. Дійсно, при правильному використанні та стабільному струмі LED-лампи можуть працювати майже 7 років, а ЛЛ – близько 2 років.

Основна відмінність – ціна за самі лампи. ЛЛ коштують приблизно 25 грн., а світлодіодні – 80-250 грн. Достатньо висока вартість компенсується в тривалому часі, проте не кожен українець готовий ризикнути і одразу викласти таку суму за одну світлодіодну лампу. Обережним, але свідомим громадянам, можемо порекомендувати спочатку замінити неекономічні лампи на ЛЛ або LED у тих освітлювальних приладах, які використовуються часто (кухня, дитяча кімната) і це зразу стане відчутно при оплаті за електроенергію.

Після аналізу інших характеристик може здатися, що ЛЛ та LED-лампи мають недоліки. Проте це лише тому, що ми порівнюємо їх між собою, а не зі справжніми пожирачами енергії – лампами розжарювання.

1. Світловий потік, вказаний на упаковці, не завжди відповідає реальній світловіддачі та з часом знижується: у ЛЛ – на 15-37 %, у LED – до 20 %.
2. LED-лампи до кінця строку життя не втрачають температури кольору, а в деяких випадках цей показник навіть зростає.
3. Світлодіод випромінює у вузькій частині спектру, його колір чистий, а УФ-випромінення, зазвичай, відсутнє. Також світлодіодні лампи нагріваються менше, ніж ЛЛ: 40 0С проти 60 0С. Хоча, чим більший струм проходить через LED в процесі експлуатації, тим вища температура світлодіода, і тим швидше втрачається якість. А от при зниженні струму він працює без збоїв.
4. Стійкість до низьких температур – одна з важливих переваг LED. Відомо, що на морозі всередині ЛЛ ртуть вимерзає, що призводить до зниження яскравості освітлення.
5. Спектр випромінення світлодіодних ламп більше наближений до натурального, ніж спектр ЛЛ, які характеризуються «холодним світлом».

<u>Переваги LED-ламп (світлодіодних</u>)

1. Низьке енергоспоживання: 10 % енергії, яку б використала лампа розжарювання, та не більше 50 % від споживання люмінесцентних ламп.
2. Тривалий час експлуатації: до 100 000 годин.
3. Високий ресурс стійкості: ударна та вібраційна витривалість.
4. Чистота і різноманітність кольорів.
5. Направленість випромінювання: немає втрат світлового потоку (відсутні втрати в рефлекторі, світлодіод не освітлює простір позаду себе).
6. Можливе регулювати інтенсивності освітлення: сумісні з регуляторами яскравості, вимикачами з підсвіткою, датчиками руху, фотоелементами, таймерами тощо.
7. Низька робоча напруга.
8. Низькі витрати на експлуатацію освітлюваних приладів: за рахунок рідкої заміни відпадає потреба в додаткових спеціалістів.
9. Екологічна і протипожежна безпека.
10. Не викликає втоми очей (відсутність мерехтіння).

11. Відсутня необхідність спеціальної утилізації.
12. Відсутній ефекту стробоскопу.
13. Працюють при низьких температурах (на відміну від люмінесцентних).
14. Різні варіанти потужності (можна обрати будь-яку).
15. Максимальний світловий потік досягається одразу після вмикання.
16. Високий рівень передачі кольору.

Недоліки LED-ламп (світлодіодних)

1. Світловий потік, вказаний на упаковці, не завжди відповідає реальній світловіддачі та з часом знижується: у ЛЛ –на 15-37 %, у LED – до 20 %.
2. Висока ціна: від 80 до 250 грн.
3. «Не люблять» герметично закриті корпуси та високу вологість.

Кожен сам обирає, якими лампами користуватися, але щоб запобігти віяловим відключенням світла, потрібно потурбуватися про розвантаження електромереж країни. І не забути про власний гаманець.

РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ НА СУЧАСНІ ДЖЕРЕЛА ОСВІТЛЕННЯ

Завдання

Підібрати аналоги (енергоощадні і LED) лімпі розжарювання заданої потужності і визначити термін окупності та економію коштів за нормативний термін роботи

Таблиця 2. – Варіанти завдання

Варіант	Потужність, Вт
1, 6	25
2, 7	40
3, 8	60
4, 9	75
5, 10	100

Приймемо позначення:

$Ц_1$ - ціна лампи розжарювання, грн.;

$Ц_2$ - ціна енергозберігаючої (люмінесцентної) лампи, грн.;

$Ц_3$ - ціна світлодіодної лампи, грн.;

c_e - тариф на електроенергію, грн. (таблиця додатку Б);

W_1 - потужність лампи розжарювання, Вт;

W_2 - потужність люмінесцентної лампи , Вт;

W_3 - потужність світлодіодної лампи , Вт.

t_0 - час окупності лампи, год.;

t_1 - термін служби лампи розжарювання, год.;

t_2 - термін служби енергоощадної лампи, год.;

t_3 - термін служби світлодіодної лампи, год.

Витрати при використанні лампи розжарювання:

$$E_1 = n \cdot Ц_1 + \frac{t \cdot c_e \cdot W_1}{1000}$$

Витрати при використанні люмінесцентної лампи:

$$E_2 = Ц_2 + \frac{t \cdot c_e \cdot W_2}{1000}$$

Прирівняємо витрати

$$n \cdot Ц_1 + \frac{t \cdot c_e \cdot W_1}{1000} = Ц_2 + \frac{t \cdot c_e \cdot W_2}{1000}$$

Визначимо час окупності люмінісцентної лампи:

$$t = \frac{(Ц_2 - n \cdot Ц_1) \cdot 1000}{c_e \cdot (W_1 - W_2)}$$

Економічний ефект за час роботи енергозберігаючої лампи

$$Еф_2 = n \cdot Ц_1 - Ц_2 - \frac{t_2 \cdot c_e \cdot (W_2 - W_1)}{1000} = \frac{t_2}{t_1} \cdot Ц_1 - Ц_2 - \frac{t_2 \cdot c_e \cdot (W_2 - W_1)}{1000}$$

Аналогічно проведемо розрахунок часу окупності для світлодіодної лампи:

$$t = \frac{(Ц_3 - n \cdot Ц_1) \cdot 1000}{c_e \cdot (W_1 - W_3)}$$

Економічний ефект за час роботи LED лампи

$$Еф_3 == \frac{t_3}{t_1} \cdot Ц_1 - Ц_3 - \frac{t_3 \cdot c_e \cdot (W_3 - W_1)}{1000}$$

Додаток А. – Характеристики джерел світла

Характеристики ламп розжарювання

Потужність, Вт	25	40	60	75	100	150
Тип цоколя:	E27	E27	E27	E27	E27	E27
Гарантія, міс.	3	3	3	3	3	3
Термін служби, год.	1200	1000	1000	1000	1000	1000
Світлова віддача, Лм/Вт		10,38	11,83	12,40	13,60	12,67
Бренд:	TM BRILLE	Belsvet	Belsvet	Belsvet	Belsvet	Belsvet
Ціна, грн..	9,18	8,95	8,95	8,94	8,95	14,22

Характеристики ламп енергоощадних

Потужність, Вт	9	13	15	20	30
Еквівалент потужності лампи розжарювання	45	65	75	100	150
Гарантія, міс	24	24	24	24	24
Термін служби:	12000	10000	12000	12000	12000
Світловий потік, Лм	470	730	920	1130	1900
Колір світіння					
Бренд:	Light Offer	Electrum	Light Offer	Light Offer	Light Offer
Ціна, грн..	31	37	34	64	72

Характеристики ламп світлодіодних

Потужність, Вт	3	5	8	10	12	14
Еквівалент потужності лампи розжарювання	25	40	60	75	100	150
Тип цоколя:	E27	E27	E27	E27	E27	E27
Гарантія, міс	36	24	36	24	24	36
Термін служби:	30000	25000	30000	25000	25000	15000
Світловий потік, Лм	285	400	600	860	1150	1521
Бренд:	Ukrled	DeLux	iLumia	DeLux	DeLux	Osram
Ціна, грн..	32	32	34	40	46	100

Додаток Б. - Тарифи на електроенергію для населенння с 01.03.2017 (постанова НКРЕКУ № 220 от 26.02.2015)

	Категория споживачів	Тариф (коп. за 1 кВт·час, з ПДВ)
1	Населенню (у тому числі яке проживає в житлових будинках, обладнаних кухонними електроплитами) (у тому числі в сільській місцевості):	
	– за обсяг, спожитий до 100 кВт·год електроенергії на місяць (включно)	90,0
	– за обсяг, спожитий понад 100 кВт·год електроенергії на місяць	168,0
2	Населенню, яке проживає в житлових будинках (у тому числі в житлових будинках готельного типу, квартирах та гуртожитках), обладнаних у встановленому порядку електроопалювальними установками (у тому числі в сільській місцевості):	
	У період з 01 травня по 30 вересня (включно) відповідно до підпункту 1.	
	У період з 01 жовтня по 30 квітня (включно):	
	– за обсяг, спожитий до 3000 кВт·год електроенергії на місяць (включно)	36,6
	– за обсяг, спожитий понад 3000 кВт·год електроенергії на місяць	140,7
3	Населенню, яке проживає в багатоквартирних будинках, не газифікованих природним газом і в яких відсутні або не функціонують системи централізованого теплопостачання (у тому числі в сільській місцевості):	
	У період з 01 травня по 30 вересня (включно) відповідно до підпункту 1	
	У період з 01 жовтня по 30 квітня (включно):	
	за обсяг, спожитий до 3000 кВт·год електроенергії на місяць (включно)	90,0
	за обсяг, спожитий понад 3000 кВт·год електроенергії на місяць	168,0
4	Для багатодітних, прийомних сімей та дитячих будинків сімейного типу незалежно від обсягів споживання електроенергії	90,0
5	Населенню, яке розраховується з енергопостачальною організацією за загальним розрахунковим засобом обліку та об’єднане шляхом створення юридичної особи, житлово-експлуатаційним організаціям, крім гуртожитків	168,0
6	Гуртожиткам (які підпадають під визначення «населення, яке розраховується з енергопостачальною організацією за загальним розрахунковим засобом обліку»)	90,0

Додаток В. – Приклад розрахунків

Завдання

Підібрати аналоги (енергоощадну і LED) лімпі розжарювання потужністю 150 Вт і визначити термін окупності та економію коштів за нормативний термін роботи.

Розв'язок

З таблиць додатку А виберемо характеристики і ціну необхідних ламп.:

$Ц_1$ =14,22 грн. - ціна лампи розжарювання;

$Ц_2$ =72 грн.- ціна енергоощадної лампи;

$Ц_3$ =100 грн. - ціна світлодіодної лампи;

W_1 = 150 Вт - потужність лампи розжарювання;

W_2 = 30 Вт - потужність люмінесцентної лампи;

W_3 = 14 Вт - потужність світлодіодної лампи;

t_1 = 1000 год. - термін служби лампи розжарювання;

t_2 - 12000 год. термін служби енергоощадної лампи;

t_3 - 15000 год. термін служби світлодіодної лампи.

c_e = 90 коп. = 0.9 грн. - тариф на електроенергію (таблиця додатку Б).

Витрати при використанні лампи розжарювання:

$$E_1 = n \cdot Ц_1 + \frac{t \cdot c_e \cdot W_1}{1000}$$

Витрати при використанні енергоощадної лампи:

$$E_2 = Ц_2 + \frac{t \cdot c_e \cdot W_2}{1000}$$

Прирівняємо витрати

$$n \cdot Ц_1 + \frac{t \cdot c_e \cdot W_1}{1000} = Ц_2 + \frac{t \cdot c_e \cdot W_2}{1000}$$

Визначимо час окупності енергоощадної лампи:

$$t = \frac{(Ц_2 - n \cdot Ц_1) \cdot 1000}{c_e \cdot (W_1 - W_2)} = \frac{(72 - 1 \cdot 14.22) \cdot 1000}{0.9 \cdot (150 - 30)} = 535 год.$$

Економічний ефект за час роботи енергозберігаючої лампи

$$Еф_2 = \frac{t_2}{t_1} \cdot Ц_1 - Ц_2 - \frac{t_2 \cdot c_e \cdot (W_2 - W_1)}{1000} = \frac{12000}{1000} \cdot 14.22 - 72 - \frac{12000 \cdot 0.9 \cdot (150 - 30)}{1000} =$$

$$= 1395 грн.$$

Аналогічно проведемо розрахунок часу окупності для світлодіодної лампи:

$$t = \frac{(Ц_3 - n \cdot Ц_1) \cdot 1000}{c_e \cdot (W_1 - W_3)} = \frac{(1000 - 1 \cdot 14.22) \cdot 1000}{0.9 \cdot (150 - 14)} = 700.82 год.$$

Економічний ефект за час роботи LED лампи

$$Еф_3 == \frac{t_3}{t_1} \cdot Ц_1 - Ц_3 - \frac{t_3 \cdot c_e \cdot (W_3 - W_1)}{1000} = \frac{15000}{1000} \cdot 14.22 - 100 - \frac{15000 \cdot 0.9 \cdot (150 - 14)}{1000} =$$

$$= 1949 грн.$$

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

1.Ознайомитися з темою та метою роботи.

2. Ознайомитися з теоретичними відомостями.

3. Відповісти на контрольні запитання.

4. Розв‘язати завдання, задане викладачем за варіантом згідно з останньою цифрою шифру залікової книжки (заочна форма навчання) або задане викладачем.

5. Зробити висновки згідно з отриманими результатами.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота призначена для підготовки студентів денної форми навчання до практичних і лабораторних робіт, тестування, а також поглиблення й закріплення знань за даною темою, та є основною формою засвоєння матеріалу студентами заочної форми навчання.

Порядок виконання самостійної роботи:

1.Ознайомитися з темою та метою роботи.

2. Ознайомитися з теоретичними відомостями.

3. Відповісти на контрольні запитання.

4. Розв‘язати завдання за довільним або узгодженим з викладачем варіантом.

5. Зробити висновки згідно з отриманими результатами.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РОБОТИ ЗА ДАНОЮ ТЕМОЮ

За кредитно-модульною системою практична робота оцінюється: від 1 до 4 балів.

- оцінку 1 бал заслуговує повністю оформлений звіт до практичної роботи з незначними помилками при виконанні завдання;
- 3 бали студент може отримати при усному захисті роботи або виконанні тесту за даною темою.

  Отримані бали додаються.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Зварич Н. М., Лясота О.М., Стручок В.С. Едектронний курс «Техноекологія та цивільна безпека»: для студентів ФЕМ - факультету економіки та менеджменту, id:3220

ЗМІСТ

1. Класифікація сучасних джерел освітлення
2. Лампа розжарювання
3. Галогенні лампи
4. Люмінесцентні лампи
5. Світлодіодні або LED лампи
6. Вибір світлодіодної лампи
7. Характеристики ламп
8. Лампи розжарювання – дороге задоволення
9. Порівняння світлодіодних ламп (LED) і люмінесцентни ламп (ЛЛ)
10. Розрахунок ефективності заміни ламп розжарювання на сучасні джерела освітлення