

Конкурсна робота
на конкурс «Науково-технічних ідей з напрямку «Енергозбереження»»
студентів інституту АЕКСУ
групи ЛОТ – 11

Бендери Андрія Олександровича, Атаманенка Андрія Васильовича
науковий керівник д.т.н., проф., Кожем'яко Володимир Прокопович

Анотація: У даній роботі проаналізовано розвиток світлодіодних технологій як альтернативних джерел освітлення, запропоновано освітлювальний пристрій на над'яскравих світлодіодах з різними кутами розсіювання та блоками керування та живлення.

Анотация: В работе проанализировано развитие светодиодных технологий как альтернативных источников энергии, предложено осветительное устройство на сверхъярких светодиодах с разными углами рассеивания и блоками управления и питания.

Abstract: We analyze the development of LED technology as alternative energy sources in the work, proposed lighting device for super-bright LEDs with different angles of dispersion and control units and power

ВИКОРИСТАННЯ НАД'ЯСКРАВИХ СВІТЛОДІОДІВ В ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

ВСТУП

Останніми роками для багатьох країн пріоритетним напрямом став розвиток енергозберігаючих технологій. Однією з найбільших перешкод на шляху до енергозбереження є постійно зростаюче споживання електроенергії. Зростання виробничих потужностей, а також постійний розвиток міст змушують шукати шляхи для зменшення споживання електрики [1]. В Україні зростання споживання електрики значно випереджає введення нових потужностей в електроенергетиці, адже електростанції, що побудовані в основному в радянські роки, сьогодні працюють на межі своїх можливостей. І вже незабаром мова може зайти про серйозні енергетичні проблеми. Одним з найважливіших напрямів щодо зменшення вживання електроенергії, за яким пішли багато високорозвинених країн, є використання світлодіодних технологій для освітлення [1]. Збереження енергії обходиться економіці значно дешевше, ніж збільшення її виробництва. Звідси і підвищена увага вчених до дослідження світлодіодів як найбільш енергоефективних джерел світла на сьогоднішній день. Розвиток світлодіодних

технологій вже сьогодні дозволив багатьом виробникам з успіхом застосовувати нові джерела світла в світлосигнальних пристроях, засобах відображення інформації, у декоративному освітленні, включаючи архітектурне і ландшафтне, у світловій рекламі, а також для освітлення вулиць і доріг [2].

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

Американські фахівці підраховали, якщо виключити прихід на ринок освітлення світлодіодних джерел світла, то світова потреба в електроенергії зросла б на 16,5%, від 490 млрд кВт/год. в 1995 році до 571 млрд кВт/год у 2025 році [3]. А задоволення зростаючих потреб в електриці для освітлення без вживання світлодіодів, змусить збільшити виробничі потужності приблизно на 58,7 ГВ, і щорічне вироблення енергоносіїв на 97 млн. тон (вугілля). Саме тому за кордоном в розробку енергозаощаджуючої тематики задіяно великі фінансові ресурси. Отже, метою даного дослідження є аналіз новітніх тенденцій в області енергозберігаючих технологій.

Актуальність даного дослідження відображається наочно у динаміці світового ринку світлодіодів і ринкової долі освітлювальних світлодіодів в 2006-2009 рр, наведену світовим лідером в області маркетингових досліджень фотонних пристроїв, Strategies Unlimited [3]. На рис. 1 та на рис. 2 наведено динаміку розвитку світлового ринку яскравості світлодіодів. За прогнозами на 2012 р. об'єм ринку освітлювальних світлодіодів у порівнянні з 2009 р. збільшиться в 2,7 рази і складатиме 1,37 млрд. доларів США, а загальний об'єм ринку світлодіодів збільшиться у 2,3 рази і становитиме 11,4 млрд. доларів [4].

Яскравість світлодіодів за останнє десятиріччя збільшилась від сотень мілікандел, які видавали світлодіоди високої яскравості, до десятків кандел світлодіодів ультрависокої яскравості. Оцінюється вартість відвантаження таких світлодіодів майже у 7 млрд. доларів [5].

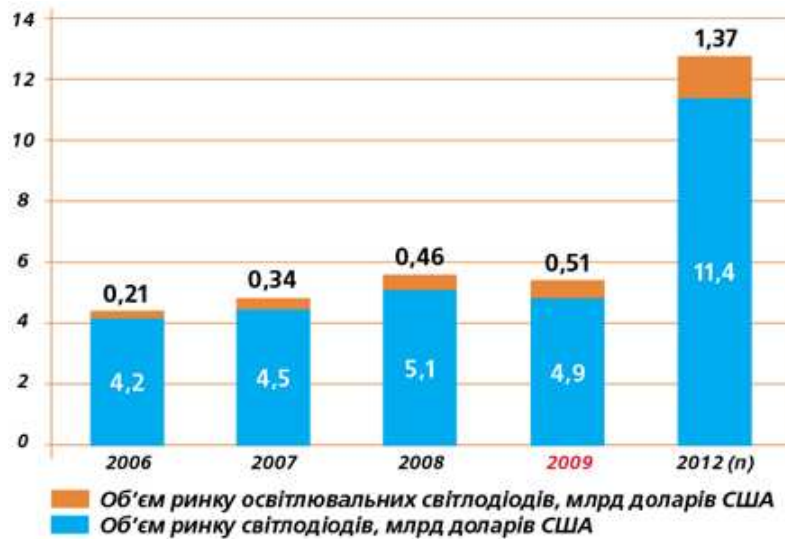


Рисунок 1 – Динаміка розвитку світового ринку світлодіодів

АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ В ОБЛАСТІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ

Україна не стоїть осторонь шляху розвитку світлодіодної техніки. Свідченням цього є Державна цільова науково-технічна програма «Розробка і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі», виконання якої заплановано на період до 2013 р. [4]. Зокрема, для створення надпотужних випромінювальних елементів Національна академія наук розробляє і готує до впровадження нові напівпровідникові матеріали, елементи і технології, що підвищують ефективність світлодіодів, принципи формування світлових потоків із заданою спрямованістю, методи електронного керування світлодіодними лампами, термостабілізації випромінювальних елементів. Уже сьогодні в програмі може бути задіяно принаймні 9 наукових установ НАН України, а потенційно їхня кількість може тільки зростати.

Програмою передбачено, що на першому етапі буде створено виробництво світлодіодних джерел із використанням імпортованих напівпровідникових пластин з поступовим переходом до використання структур вітчизняного виробництва. Сьогодні у світі спостерігаємо позитивну тенденцію до щорічного зменшення в 2-3 рази вартості одного люмена (рис. 3) [6]. Фахівці вважають, що до 2012 р. його вартість знизиться до 0,5 цента, що є обнадійливим прогнозом для нової галузі яку планується розвинути в Україні.

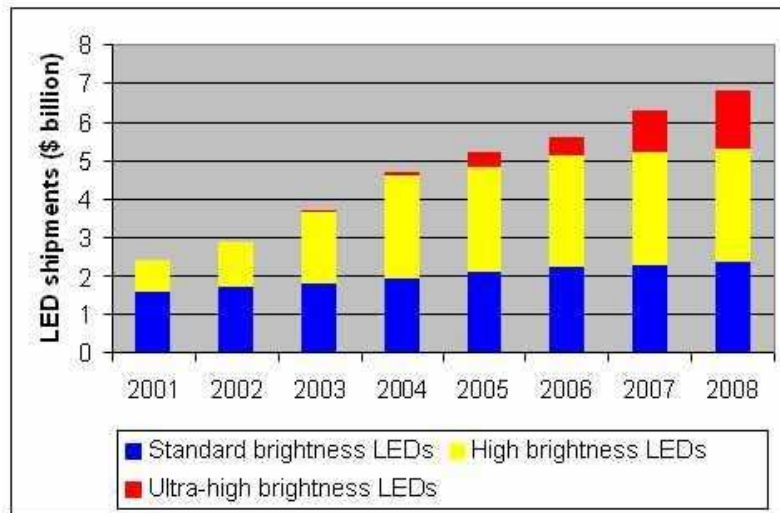
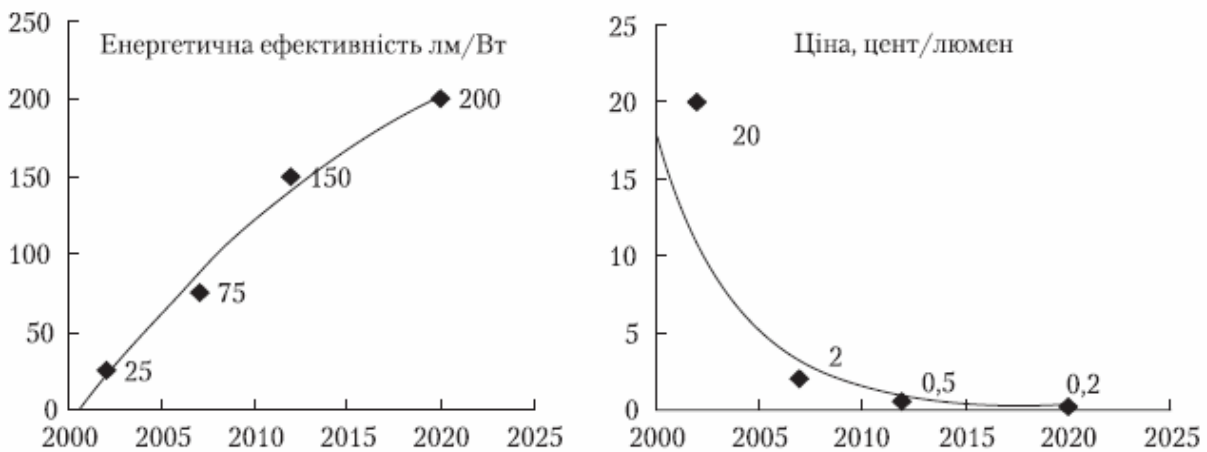


Рисунок 2 – Розвиток яскравості світлодіодів



Рисун

ок 3 – Світові тенденції розвитку ефективності світлодіодів і падіння ціни на одиницю світлового потоку

Якщо порівнювати економію при заміні світильників з лампами розжарювання на світлодіодні, то загальна економія складається з двох чинників – економії електроенергії та експлуатаційних витрат. При однаковому рівні освітлення у 750 люменів потужність споживання першого складає 75 Вт, в той час як потужність споживання світлодіодного світильника – 4 Вт [7]. Вартість виробу із лампою розжарювання містить світильник від 40 до 100 грн. та саму лампу розжарювання - 1,5 грн. Вартість світлодіодного світильника складає 250 грн., термін експлуатації якого більший в 1000 разів [7]. Відповідна порівняльна характеристика наведена у табл.1.

У порівнянні з ртутними ламповими світильниками світлодіодні світильники також мають значні переваги. При терміні служби світлодіодного світильника більшому у 16,7 разів економія енергії досягає 90%, в той час як використання світлового потоку на 35% нижча у ртутного лампового світильника [6]. Пусковий струм лампового світильника дорівнює 4,5А, у світлодіодного джерела він взагалі відсутній, а споживаний струм першого більший у 4,4 рази. З точки зору екології лампове ртутне джерело світла також поступається, оскільки для нього необхідна спеціальна утилізація. Також варто зазначити такі недоліки, як низьку вібростійкість, слабку стійкість до перепадів напруги та низьку стабільність роботи при низьких температурах. Ртутний світильник також має низький коефіцієнт потужності, високу масу та окремий блок імпульсного запуску [7].

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика світильників з лампами розжарювання та світлодіодних світильників

Фактор	Світильник з лампою розжарювання	Світлодіодний світильник
Освітлення	750 люменів	750 люменів
Потужність споживання	75 Вт	4 Вт
Вартість виробу в цілому	Світильник: від 40 до 100 грн.; Лампа розжарювання: 1,5 грн.	Світильник: 250 грн
Термін експлуатації	1000 годин	100 000 годин

Натомість світлодіодне освітлення забезпечує повну безпеку при експлуатації: у конструкції не застосовується ніяких небезпечних речовин типу ртуті, у свічці відсутнє інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання і інше шкідливе для здоров'я людини випромінювання, температура нагрівання корпусу світлодіода та напруга живлення є низькою [8].

ОСВІТЛЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ НА НАД'ЯСКРАВИХ СВІТЛОДІОДАХ

Одним з прикладів застосування над'яскравих світлодіодів є розроблені на кафедрі лазерної та оптоелектронної техніки освітлювальні пристрої [9-11]. Так один з освітлювальних пристроїв [11] складається з трьох над'яскравих світлодіодів з різними кутами розсіювання, що розширює область його використання порівняно з аналогічними пристроями, а також забезпечує економію у порівнянні з лампами розжарювання. Крім того, у пристрій введено два блоки: керування та живлення, що забезпечує зручний спосіб його користування. Схема пристрою наведена на рис. 4 [11].

Пристрій містить: 1 - корпус, 2 - розсіювач, 3 - герметизуючо-амортизуючу прокладку, 4 - радіаторну контактну пластинку, 5 - місця кріплення, 6 - світлодіод з кутом розсіювання $10-15^\circ$ і силою світла у 100 кандел, 7 - світлодіод з кутом $55-65^\circ$ і силою світла у 30 кандел, 8 - світлодіод з кутом $120-140^\circ$ і силою світла у 5 кандел, 9 - пластину для кріплення провідників, 10 - провідники, 11 - блок керування, 12 - блок живлення, 13 - перемикач, 14 - кнопку, 15 - градуйовану шкалу.

Перевагами даного пристрою є те, що застосовано над'яскраві світлодіоди з різними кутами розсіювання, а саме, $10-15^\circ$, $55-65^\circ$, $120-140^\circ$, що розширює функціональні можливості за рахунок використання чотирьох режимів роботи: М – «Місцеве освітлення», Н – «Напрявлений потік», Р – «Розсіювальне освітлення», С – «Суміжне освітлення». Крім того, розширено область застосування пристрою, оскільки він може застосовуватись як у стаціонарних джерелах освітлення, так і у портативних ліхтариках.

ПРИНЦИП РОБОТИ

Освітлювальний пристрій (рис. 4) працює таким чином [11]. Перший над'яскравий світлодіод 6 білого кольору з кутом розсіювання $10-15^\circ$, другий над'яскравий світлодіод 7 білого кольору з кутом розсіювання $55-65^\circ$ та третій над'яскравий світлодіод 8 білого кольору з кутом розсіювання $120-140^\circ$ за допомогою місць кріплення 5 закріплені до радіаторної контактної пластини 4 і живляться через струмопровідні елементи 10 від блока живлення 11. В залежності від прийнятого сигналу керування від перемикача 12 загоряється відповідний

світлодіод 6, 7, 8 або всі вони одночасно. Світловий потік від світлодіодів 6, 7, 8 проходить через розсіювач 2, який є прозорим безкольоровим екраном, і спостерігач бачить чіткий, рівномірно сформований світловий потік. Положення струмопровідних елементів 10 зафіксовані за допомогою кріплення 9 з під'єднанням до блока живлення 11. З іншого боку, блок живлення 11 контролюється перемикачем 12 з кнопкою 13. Перемикач 12 встановлює чотири режими роботи пристрою в залежності від положення кнопки 13 відносно градуйованої шкали 14, нанесеної на перемикач 12. В залежності від положення кнопки 13 відносно градуйованої шкали 14 перемикача 12 користувач може вибрати такі режими: В - "Вимкнено" - пристрій знаходиться у пасивному стані; М - "Місцеве освітлення" - пристрій вмикає другий над'яскравий світлодіод 7 білого кольору з кутом розсіювання 55-65° для освітлення широкої ділянки місцевості; Н - "Напрявлений потік" - спрацьовує перший над'яскравий світлодіод 6 білого кольору з кутом розсіювання 10-15° для освітлення далеких предметів напрямленим вузьким пучком світла; Р - "Розсіювальне освітлення" - пристрій вмикає третій над'яскравий світлодіод 8 білого кольору з кутом розсіювання 120-140° для загального освітлення (створення світлового фону); С - "Суміжне освітлення" - режим одночасного ввімкнення трьох над'яскравих світлодіодів 6, 7 та 8 білого кольору з кутом розсіювання 10-15°, 55-65° та 120-140° відповідно.

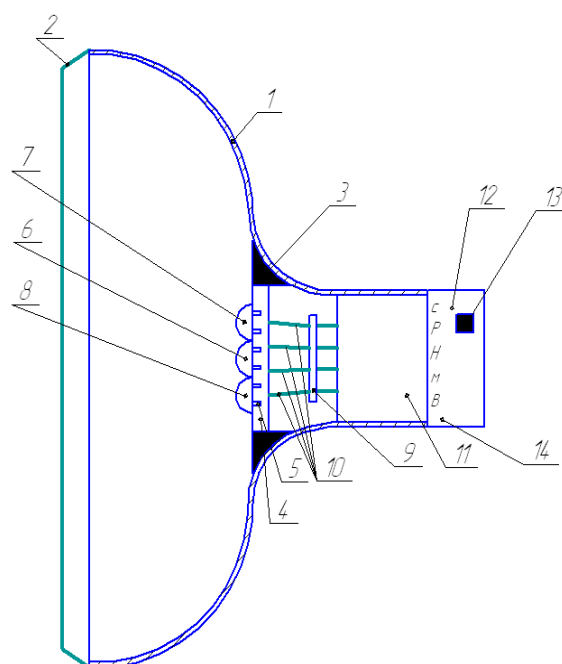


Рисунок 4 – Схема освітлювального пристрою

ПРИКЛАДИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ СВІТЛОДІОДНИХ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ

Розроблена технологія побудови ефективних й енергозберігаючих засобів динамічного відображення інформації забезпечує комфортне та чітке відображення та відповідно і сприйняття візуальної інформації різного характеру за допомогою твердотільних джерел світла. Розроблена система динамічного відображення, що показана на рис. 5, призначена для встановлення на арку Вінницького національного технічного університету й успішно себе зарекомендувала протягом 6 років з моменту установки у квітні 2004 р.

Дана динамічна система відображення складається з 406 кольорових світлодіодів, з яскравістю кожного в 10 cd. Загальна яскравість за умови що одночасно включено 72 світлодіода (25%), складає 720 cd. Це забезпечує енергозберігаючий і цілодобовий режим роботи із загальною споживаною потужністю в 5.5 Вт. Дальність спостереження відображення руху «білок» і віртуальних коліс – до 120м.



Рисунок 5 – Динамічна світлодіодна система у вигляді «Білок в колесах»

Над'яскраві світлодіоди також були використані при виготовленні світильників у приміщеннях кафедри лазерної та оптоелектронної техніки (рис.6). Світильники складаються з 28 світлодіодів, 14 з яких мають кут розсіювання 55° , а інші $10-15^\circ$, загальна сила світла яких 1800 cd. Споживча потужність світильників низька і складає 6,5 Вт. Також до їх переваг, як і усіх твердотільних джерел світла можна віднести безінерційність включення/виключення ($t < 100$ нс), компактність та зручність при встановленні та відсутність ультрафіолетового й іншого видів небезпечних випромінювань [8].

ВИСНОВОК

Вже найближчим часом світлодіоди в освітленні здатні зробити решту всіх джерел світла лише надбанням історії, оскільки, по-перше, світлодіоди споживають на багато менше електричної енергії, по-друге, практично не нагріваються, що робить їх абсолютно безпечними у використанні. Окрім цього вони дуже мініатюрні (збувається мрія всіх світлодизайнерів).



Рисунок 6 – Світлодіодні освітлювачі для внутрішнього освітлення приміщень

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Софіт. Електротехніка світлодіодна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sofit.com.ua/articles/lamps-on-led-to-street/>
2. Элотек. Светодиодные системы освещения. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eloled.com.ua/ru/info/articles/leds/>
3. Strategies Unlimited. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.strategiesinlight.com>
4. Lamaister. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://lamaister.blogspot.com/2008/12/blog-post_02.html
5. Осипенко Ю. В., Валиева Г. Р. Высокоэффективные уличные светильники на базе сверхъярких светодиодов // Сб. докл. VII науч.-практ. конф. «Проблемы и достижения в промышленной энергетике». - Екатеринбург: Уральские выставки, 2000, 2007.
6. Енергозберігаючі технології. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://svetodeod.ho.ua/DS/Tehnolog.htm>
7. Элит-монтаж. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elites-montage.com.ua/ntled.php>
8. Назаренко Л. А. Перспективи використання світлодіодних джерел світла в комунальному господарстві міст // Л. А. Назаренко, А. С. Літвіненко, В. М. Поліщук, В. Н. Борщов, А. М. Лістратенко, Я. Я. Костішин, А. П. Старченко, В. Н. Жітній. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/12130/1/9-15.pdf>
9. Патент України №37340, МПК F 21L 2/00. Освітлювальний пристрій / В.П. Кожем'яко, Є.О. Ходяков, Т.Б. Мартинюк, О.А. Бойко, Г.П. Зеленюк. - №п 200807656; Заявлено 04.06.2008; Опубл. 25.11.2008, Бюл. №22.
10. Патент України №27660, МПК F 2192/00. Освітлювальний пристрій / Т.Б. Мартинюк, Є.О. Ходяков, Г.П. Зеленюк, О.А. Бойко. - №п 200707212; Заявлено 26.06.2007; Опубл. 12.11.2007.

11. Патент України №55920, МПК F 21 L 2/00. Освітлювальний пристрій / В.П. Кожем'яко, Є.О. Ходяков, Т.Б. Мартинюк, А.В. Атаманенко. - №п 201008530; Заявлено 08.07.2010; Опубл. 27.12.2010, Бюл. №24.