

**Calculation of electromagnetic energy loss in controlled squirrel-cage induction motor**

Statsenko A.

*Kyiv national university of technologies and design*

The article is devoted to the definition of an approach to calculating the amount of electromagnetic losses in the induction motor to analyze the effectiveness of using different motor control algorithms. The expressions for calculating the power dissipation while the motor operation mathematical modeling are obtained. The dependence of the motor efficiency from the slip is defined and comparison of the received results with reference data is performed.

**Key words:** induction motor, electromagnetic losses.

УДК 747.012

О.О. САФРОНОВА

Київський національний університет технологій та дизайну

**АЛЬТЕРНАТИВНІ МЕТОДИ ОСВІТЛЕННЯ В КОНТЕКСТІ  
ВИРІШЕННЯ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ  
ІНТЕР'ЄРНОГО ПРОСТОРУ ВНЗ**

*У роботі розглядається концепція підвищення енергоефективності вищих навчальних закладів за рахунок використання енергозберігаючих технологій освітлення на базі світлодіодних приладів з врахуванням типологічних особливостей формування структури архітектурного простору цих закладів.*

**Ключові слова:** енергозберігаючі технології освітлення, поліфункціональні учбові комплекси, енергоефективність вищих навчальних закладів, світлодіодні прилади освітлення.

**Постановка проблеми.** Визнання енергозбереження як однієї з основних засад реалізації державної енергетичної політики є на сьогодні загальним для всіх розвинених країн світу. За даними [1,2] реалізація програм підвищення ефективності використання енергоресурсів у промисловості та активна популяризація заходів енергозбереження серед населення дозволили значно скоротити споживання енергоресурсів у країнах ЄС. В той же час стан енергетичної безпеки України оцінюється як далекий від оптимального. Для оцінки економічної ефективності енергозберігаючих заходів в Україні використовуються наступні показники: на рівні держави – величина зниження енергоємності ВВП, на регіональному (обласному) рівні – величина зниження енергоємності ВДВ, на рівні підприємства – величина економії ПЕР. Максимізація зазначених показників на кожному рівні є критерієм оптимального вибору

енергозберігаючих технологій. Зазначена оцінка не враховує такі показники впровадження енергозберігаючої технології, як зниження техногенного навантаження на навколишнє природне середовище при забезпеченні максимального психологічного і фізіологічного комфорту людини, що перебуває в цьому середовищі. Зазначимо, що якщо проблемам теплозбереження за рахунок використання при будівництві теплозберігаючих огорожуючих конструкцій, установки двохкамерних теплозберігаючих вікон з добре ізольованими профілями, вентиляційних установок з високоефективною рекуперацією тепла, приділяється досить багато уваги і саме ці параметри будівель враховуються при аудиті їх енергоефективності, як в країнах ЄС, так і в Україні, то науково обґрунтована база впровадження сучасних систем освітлення, як ефективних засобів енергозбереження, тільки формується. Так, в той час як рекламні компанії щодо заміни ламп накаливання на світлодіодні пристрої в житлових приміщеннях є досить популярними в медіа засобах і на телебаченні, науково обґрунтованих пропозицій щодо використання його у вищих учбових закладах ми не зустрічали.

**Актуальність дослідження.** Об'єктом дослідження є шляхи підвищення енергоефективності вищих навчальних закладів з використанням енергозберігаючих технологій освітлення, зокрема світлодіодних приладів з врахуванням типологічних особливостей формування структури архітектурного простору цих закладів. В означеному контексті тема раніше не розглядалася.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Автор спирається на основні поняття і дослідження в напрямку дизайну середовища ВНЗ, досвід практичного використання сучасних технологій освітлення в інтер'єрному просторі, існуючі ергономічні вимоги щодо освітлення приміщень різного функціонального використання.

**Основні результати дослідження.** Типології вузів і їх комплексів присвячено досить багато досліджень в науковій літературі [3–6]. В Україні вищі навчальні заклади за формою власності поділяються на заклади *державної, комунальної та приватної* форм власності, які цілком рівноправні між собою та забезпечують ідентичну якість освіти. За типами українські ВНЗ поділені на університети, академії, інститути, консерваторії (музичні академії), коледжі й технікуми (училища). Згідно з Законом України «Про вищу освіту (ст.25) м. Київ, 17 січня 2002 року N 2984-III», кожний тип вищого навчального закладу має відповідний рівень акредитації, кадрового та матеріально-технічного забезпечення. Зазначимо, що університети і інші навчальні

заклади IV рівня акредитації сьогодні треба розглядати як поліфункціональні учбові комплекси, тому що вони як і більшість вищих навчальних закладів нижчого рівня акредитації, не обмежуються тільки освітньою діяльністю. Наприклад, університет «є провідним науково-методичним центром, має розвинуту інфраструктуру навчальних, наукових і науково-виробничих підрозділів, відповідний рівень кадрового і матеріально-технічного забезпечення, сприяє поширенню наукових знань та здійснює культурно-просвітницьку діяльність». Виходячі з цього, вищий учбовий заклад стає моделлю освіти, що складається з наступних підсистем: підсистеми освіти, підсистеми культурно-розважальних центрів, підсистеми побутового обслуговування і виробничої сфери. За цією системою найбільш сталою (за структурою) є перша підсистема, що включає наступні основні зони: учбово-наукову (лабораторні і учбові корпуси, учбово-виробничі майстерні, науково-дослідні підрозділи), спортивну зону. Склад інших підсистем може варіюватись залежно від напрямку діяльності закладу. Так до складу підсистеми культурно-розважальних центрів може входити виставково-музейний комплекс, арт-парки, техно-парки, арт-центри, бібліотеки; до підсистеми побутового обслуговування – житлова зона (студентські гуртожитки), житло для викладачів, господарська зона; виробнича сфера може складатися з таких організацій як проектно-дизайнерські, конструкторські бюро, наприклад, для вищих навчальних закладів напряму дизайну, майстерні дизайну одягу, реставрації і багато інших. Виробництво може бути структурним підрозділом вузу або ж самостійною організацією, що співробітничает з вузом на договірній основі, так або інакше пов'язаною з ним. Таким чином система освітлення ВНЗ має широку сферу призначення, починаючи з освітлення лекційних приміщень холів, лекційних аудиторій, робочого освітлення у бібліотеках і аудиторіях для практичних занять і закінчуючи акцентним і декоративним освітленням у приміщеннях іншого багатоцільового призначення. Зазначимо, що існуючі будівельні норми щодо освітлення громадських будівель і споруд і розрахункові формули кількості приладів освітлення для приміщень різного призначення орієнтовані на традиційні засоби освітлення.

Як показує досвід проектування світлодіодне повнокольорове освітлення сьогодні широко використовується в театрах, концертних залах, під час сценічних вистав, в ресторанах і інших громадських місцях для створення яскравих і динамічних світлових представлень. В той же час білі світлодіоди активно застосовують і в системах загального освітлення. Світлодіодні світлові прилади білого кольору

знаходять застосування в системах світлових карнизів відбитого світла, робочого освітлення і в стельових світильниках, що встановлюються в магазинах, музеях, офісах, школах, лабораторіях, лікарнях і приватних квартирах.

Таблиця 1. Класифікація типів освітлення з використанням світлодіодних світильників за функціональним призначенням

Тип освітлення	Практичне використання
Робоче	- стельові світильники або інше загальне освітлення - світильники закріплені або такі, що стоять вільно, - лінійні світильники, що монтуються під навісними шафами
Світлові карнизи	один з прийомів використання відбитого світла, при якому лінійні світильники монтуються усередині жолоба. Таким жолобом може бути карниз, ніша, кесон або інші архітектурні елементи, розташовані уздовж стін приміщення поблизу рівня стелі.
Джерело світла прямого спостереження	повнокольорові світлодіодні джерела світла прямого спостереження, забезпечені пристроями управління, можуть використовуватися для відтворення складних зображень, що рухаються, і колірних ефектів, наприклад, на великомасштабних відеодисплеях.
Загальне	стельові світильники
Освітлення стін	для освітлення спортивних майданчиків, підсвічування великих зовнішніх поверхонь архітектурних споруд замість ламп високого тиску і традиційних прожекторів заливаючого світла
Освітлення доріг, вулиць, площ	світильники вуличного освітлення
Акцентуюче	у широкому асортименті - від невеликих прожекторів для підсвічування скульптур і малих архітектурних і ландшафтних об'єктів, підвісних світильників для вишуканого освітлення до занурених у воду світильників для освітлення фонтанів, басейнів і т. і.
Ковзаюче підсвічування	освітлення стін і великих поверхонь. На відміну від заливаючого освітлення, освітлення стін ковзаючим світлом призначене для виявлення текстури поверхонь
Аварійне і утилітарне	освітлення виходів, інформаційних повідомлень для забезпечення орієнтації людини усередині і поза будівлями

З таблиці видно, що концептуально світлодіодні освітлювальні прилади можуть бути задіяні фактично в усіх приміщеннях ВНЗ.

Нижче приведено узагальнення тих переваг, які можуть дати світлодіодні системи перед традиційними системами освітлення з аналізу їх технічних

характеристик, приведених в довідниках західних фірм виробників, зокрема широко відомої фірми-виробника світлодіодних приборів Philips [10, 11, 12].

– Енергоефективність світлодіодів може бути до п'яти разів вище, ніж у ламп розжарювання і галогенних ламп. Постійний розвиток світлодіодної технології підвищує енергоефективність світлодіодів, по порівнянню, наприклад, з люмінесцентними лампами. Одним з чинників, якому часто не надається належного значення, але який може значно понизити світлову віддачу системи, являється енергоспоживання світильника у вимкненому стані. Електроенергія витрачається у вимкненому стані, коли вимикачі або регулятори знаходяться в ланцюзі між блоком живлення або трансформатором і світильником. При такому підключенні трансформатор продовжує споживати електроенергію навіть тоді, коли світловий прилад вимкнений. Потужність, споживана трансформатором при вимкненому світловому приладі, може перевершувати 2 Вт, а втрати від цього можуть складати до 20% загального енергоспоживання системи.

– Світлодіодні джерела світла по своєму устрою є спрямованими і випромінюють світло тільки в потрібному напрямі. У зв'язку з цим такі світильники зі вбудованою оптикою і керуванням фокусування можуть направляти світло на цільові освітлювані об'єкти ефективніше, ніж люмінесцентні лампи і лампи розжарювання, які випромінюють світло у всіх напрямках. Значна кількість світла, що випромінюється люмінесцентною лампою або лампою розжарювання, втрачається у світильнику або загороджується його деталями, частково поглинається лампою або випромінюється в непотрібному напрямі. У деяких типів світлових приладів (таких як стельові світильники, направленої вниз світла, вбудовувані світильники світла, що відбивається і світильники для установки під навісними шафами) від 40 до 50%% світлового потоку, що випромінюється лампою, втрачається до того, як світло виходить за межі світильника.

– Якість світла білих світлодіодів порівнянна з якістю світла розрядних ламп високого тиску і люмінесцентних ламп. Останні досягнення в області виробництва світлодіодів забезпечують постійність кольору і колірну температуру, еквівалентні або перевершуючі ці характеристики у традиційних джерел світла. Так, по своїй здатності точно передавати кольори білі світлодіоди наближаються до традиційних джерел світла, а часто і перевершують їх.

Освітлювальні прилади, що випускаються зараз з білими люмінофорними світлодіодами мають індекс кольоропередачі 80 або більше, що збігається з цим параметром у компактних люмінесцентних ламп, кварцевих металогалогенних ламп і деяких холодно-білих люмінесцентних ламп. Відомо, що мінімальне прийнятне значення індексу передачі кольорів джерела світла залежить від сфери його застосування. Так, в торгових і виробничих приміщеннях, де точна передача кольорів є обов'язковою – наприклад, в магазинах з продажу тканин і творів мистецтва або в художніх студіях необхідне значення індексу передачі кольорів знаходиться в діапазоні 90–100; для більшості офісних, торгових, освітніх, медичних і інших робочих приміщеннях індекс передачі кольорів має бути не нижчий 70–90; у виробничих, охоронних і складських приміщеннях, де точне перенесення кольорів не має великого значення, можуть використовуватися джерела світла з мінімальним індексом передачі кольорів, рівним 50.

Крім того, світлодіоди можуть виготовлятися в широкому діапазоні колірних температур. Так, світлодіодні світильники білого світла з фіксованою колірною температурою можуть легко замінити більшість традиційних джерел світла

У світлодіодних світильниках білого світла, що настроюються, колірна температура може регулюватися прямо під час роботи за допомогою контролерів освітлення. Щоб вибрати правильну колірну температуру для конкретної сфери застосування, необхідно врахувати безліч чинників. Біле світло, що настроюється, підходить для освітлення змінних вітрин в магазинах, для зміни сценарію в громадських місцях (наприклад, різних схем ранкового, вечірнього і нічного освітлення), а також для застосування в театрах і студіях, коли вимагається змінювати рівні і відтінки білого світла.

Таблиця 2. Галузь застосування приладів освітлення в залежності від колірної температури

Колірна температура	Тепле світло, 2700 К	Біле світло, 3000 К	Нейтральне світло, 3500 К	Холодне світло, 4100 К	Денне світло, 5000–6500 К
Галузь застосування	Ресторани Вестибюлі готелів Магазини Житлові приміщення	Бібліотеки Офісні приміщення Магазини	Виставкові зали Книжні магазини Офісні приміщення	Навчальні аудиторії Офісні приміщення Супермаркети Лікарні	Галереї Музеї Ювелірні магазини Приміщення для медичного огляду

Подібно до люмінесцентних джерел, світлодіоди можуть забезпечити увесь діапазон кольорних температур світла : теплий, нейтральний, холодний, денний. При модернізації освітлення світлодіоди можуть замінювати люмінесцентні і галогенні лампи, а також лампи розжарювання і металогалогенові лампи.

Таблиця 3. Колірна температура різних джерел світла

Колірна температура	Люмінесцентне	Галогенне	Лампа накаливання	Світлодіод	Металогалогенне
Тепле світло, 2700 К	+		+	+	
Біле світло, 3000 К	+	+		+	+
Нейтральне світло, 3500 К	+			+	
Холодне світло, 4100 К	+			+	+
Денне світло, 5000–6500 К	+			+	

– Істотно збільшений корисний термін служби світлодіодів в порівнянні з традиційними джерелами світла. У представленій нижче таблиці приведені дані для порівняння діапазонів корисного терміну служби світлодіодних джерел світла з діапазонами номінальних термінів служби традиційних джерел світла за даними Департаменту енергетики США [9].

Таблиця 4. Діапазони корисного терміну служби світлодіодів і традиційних джерел світла

Джерела світла	Типовий діапазон (години)
Лампа накаливання	750 – 2 000 / номінальний строк використання
Галогенна лампа накаливання	2 000 – 2 000 / номінальний строк використання
Металогалогенна лампа	500 – 20 000 / номінальний строк використання
Лінійна люмінесцентна лампа	20 000 – 30 000 / номінальний строк використання
Білий світлодіод	35 000 – 50 000/корисний строк використання

– На відміну від традиційних джерел світла, світлодіоди можуть використовуватися навіть після істотного зниження світлового потоку. При цьому повний вихід з ладу відбувається дуже рідко.

– Багато світлодіодних освітлювальних приладів, що випускаються, не лише відповідають вимогам стандартів по енергоефективності і екологічності, але і часто перевершують їх. Важливо відмітити, що світлодіодні світильники створюють холодне світло і не генерують ІК- і УФ-випромінювання, тобто придатні для використання в музеях, на виставках і в історичних місцях, де традиційне освітлення може стати причиною знебарвлення чорнила і фарб або руйнування тканин або інших чутливих до ІК- і УФ-випромінювань матеріалів

**Висновок та перспективи використання результатів дослідження.** Проведений аналіз фізичних і естетичних властивостей світлодіодних освітлювальних приладів, підтверджений багатим практичним досвідом їх використання в різних громадських інтер'єрах, показав перспективність їх застосування в інтер'єрному просторі вищих навчальних закладів, як з точки зору вирішення проблеми енергозбереження так із метою декорування цього простору і підвищення психологічного комфорту перебування в ньому. Завданням подальших досліджень є розробка конкретних принципів і рекомендацій щодо можливості заміни існуючих систем освітлення приміщень ВНЗ на світлодіодні прилади.

#### Список використаної літератури

1. Франчук І.А. Світові тенденції розвитку енергозабезпечення і систем їх державного регулювання / І.А. Франчук/Економіка та держава. – №12.– 2008. – С.66-68.
2. Суходоля О. Модель аналізу енергоспоживання та визначення рівня енергоефективності національної економіки / О. Суходоля / Економіка України. – №5. – 2005. – С. 31-37.
3. Солобай П.А. Структурно-функциональное и композиционное моделирование учебных комплексов. Дисс. ХДТУБА.– 2001.
4. Цитович Г.Н. Высшие учебные заведения с развивающейся планировочной структурой. – М.: Стройиздат.1982. – С. 256.
5. Королев В.Н. Архитектурно-планировочная организация зданий высшей архитектурной школы.: Дис. канд. арх-ры: 18.00.02 / Ленингр. ордена Окт. Рев. и ордена Труд. Кр. Знамени инж.-стр. ин-т. Л., 1988.
6. Арынов К.К. Диссертация на соискание кандидата архитектуры: «Формирование типов учебно-производственных зданий народных художественных промыслов (на примере Казахстана)». – М.: – 1995.



7. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учеб.пособие. – М.: Архитектура-С, 2006. – 280 с., ил.

8. Эргономика в дизайне среды: / Рунге В.М., Манусевич Ю.П. – М.: Архитектура-С, 2007. – 328 с.

9. Джонатан Вейнерт, Светодиодное освещение. принципы работы, преимущества и области применения. Справочник. Пер. с англ. – М.: 2010. – 150 с.

10. Данные об индустрии светодиодного освещения («Facts About the Solid State Lighting Industry»), август 2009. /Веб-сайт Союза разработчиков систем освещения нового поколения, – Режим доступа: [www.nglia.org/documents/NGLIA%20Fact%20Sheet%20August%202009.pdf](http://www.nglia.org/documents/NGLIA%20Fact%20Sheet%20August%202009.pdf), 234 с.

11. Качественное освещение белым светом («Quality White Lighting.»). /Веб-сайт Philips, – Режим доступа: [www.philipslumileds.com/technology\[whitelighting.cfm](http://www.philipslumileds.com/technology[whitelighting.cfm), вільний. – Загол. з екрана.

Стаття надійшла до редакції 17.09.2013

**Альтернативные методы освещения в контексте решения вопроса повышения энергоэффективности интерьерного пространства высших учебных заведений**

Сафронова О.О.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

В статье рассматривается концепция повышения энергоэффективности высших учебных заведений за счет использования энергосберегающих технологий освещения на базе светодиодных устройств с учетом типологических особенностей формирования структуры интерьерного пространства этих заведений.

**Ключевые слова:** энергосберегающие технологии освещения, полифункциональные учебные комплексы, энергоэффективность высших учебных заведений, светодиодные устройства освещения

**Alternative methods of lighting in a context of the solution of a question of increasing energy efficiency of inteerny space of higher educational institutions**

Safronova O.O.

*Kyiv National University of Technologies and Design*

In the article the concept of increasing energy efficiency of higher educational institutions is considered at the expense of using energy saving technologies of lighting on the basis of light-diode devices based on the typological features of formation of structure of interior space of these institutions is considered.

**Keywords:** energy saving technologies of lighting, multifunctional educational complexes, energy efficiency of higher educational institutions, light-diode devices of lighting