

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р инж. Христо Василев на дисертационния труд на тема:
„Енергийно ефективни оптични системи за светодиодни осветители“ на
маг. инж. Милко Тодоров Йовчев за придобиване на образователна и
научна степен „Доктор“

Област на висше образование – 5. Технически науки

Професионално направление – 5.2. Електротехника, електроника и автоматика

Докторска програма – Светлинна техника и източници на светлина

Автор: Милко Тодоров Йовчев

Тема на дисертацията: „Енергийно ефективни оптични системи за светодиодни осветители“

1. Тема и актуалност на проблема

Основен приоритет в развитието на енергетиката в страните, членки на ЕС, е **енергийната ефективност**. Изкуственото осветление е отрасъла, от който се очаква значителен принос в постигането на енергийни спестявания. При прехода от конвенционално осветление към LED осветление енергийните спестявания ще се реализират в следните направления:

- повишаване на светлинния добив на светлинните източници (светодиодите);

- повишаване на ефективността на оптичните системи - чрез намаляването на загубите в оптичните системи и намаляване броя на осветителите в осветителните уредби;

- намаляване на загубите в пускорегулиращите апарати (драйверите);

- въвеждане на интелигентни системи за управление на осветлението SMART-LIGHTING;

- повишаване стойността на експлоатационния фактор на осветителните уредби.

Чрез повишаването ефективността на оптичните системи на светодиодните осветители могат да се постигнат значителни енергийни спестявания. При конвенционалните осветители (с НЛВН, МХЛ и ЛЛ)

типичната ефективност на осветителите е 0.67, докато при LED осветителите ефективността може да достигне 0.98.

Разработеният дисертационен труд е актуален както в научен, така и в научно-приложен аспект и спомага за разширяването и популяризирането на знанията в тази област.

2. Цел и задачи на дисертационния труд:

Основната цел на настоящия дисертационен труд е разработка на методика за итеративно проектиране и оптимизиране на фотометричните параметри на оптични системи с различна симетрия на светлоразпределението за LED осветители за промишлено и улично осветление. В съответствие с поставената цел се решават следните основни задачи:

2.1. Да се разработи методика за триизмерно компютърно моделиране на оптични лещи с итеративно изменение при фиксирани геометрични параметри за промишлени и улични LED осветители.

2.2. Да се извърши оптимизиране на параметрите за настройка на фотометричния анализ – брой трасирани лъчи, брой реакции и минимално тегло на лъча, по метода Монте Карло Raytracing с приложение на теорията на планиране на експеримента по отношение на плавността на светлоразпределенията и стойността на неотчетения светлинен поток при проектиране на оптични лещи за промишлени и улични LED осветители със зададено конструктивно изпълнение.

2.3. Да се извърши сравнителен анализ по отношение на фотометричните, светлотехнически и електроенергийни характеристики в резултат на итеративно изменящите се моделирани оптични лещи на промишлени и улични осветители.

2.4. Да се извърши итеративна оптимизация на формата на оптични лещи за промишлени светодиодни осветители с основен критерий минимизиране на показателя за енергийна ефективност на вътрешното осветление – $W/m^2/100\text{ lx}$.

2.5. Да се извърши итеративна оптимизация на формата на вторични оптични лещи за уличен светодиоден осветител с основен критерий максимално междустълбие на уличната осветителна уредба.

2.6. Да се разработи и приложи актуализирана компютърна методика за изчисляване и анализ на чувствителността на технико-икономическите показатели на рентабилността при различни икономически сценарии, получени в резултат на модернизация на осветителна уредба с оптимизираните промишлени LED осветители.

3. Обзор на цитираната литература

В дисертацията е направено задълбочено проучване на изследвания проблем - цитирани са 142 литературни източника, от които 73 броя на латиница, 62 броя на кирилица и 7 интернет адреса. Проследено е историческото развитие на проблема. Публикациите разглеждат много широк кръг от въпроси, свързани с ефективността на оптичните системи, методите за проектиране и оптимизация и технологии за изработка.

Проучени са и съществуващите софтуерни продукти, подходящи за решаване на изследователския проблем.

4. Методи за изследване

Съществуващите компютърни методи за фотометрични изследвания определят фотометричните характеристики на осветителите при зададени показатели на елементите на осветителя. Тези компютърни методи заменят класическите, но не предлагат ясен критерий за оптимизиране на настройките за фотометричните изчисления и тяхната продължителност при зададена точност на резултатите. Докторантът е използвал вероятно-статистическия метод Монте Карло Raytracing за фотометричен анализ на оптични системи за вторични оптични лещи (първичните лещи се намират непосредствено върху светодиодите) на LED осветители.

Докторантът е разработил модели на вторични лещи със свободна форма на LED осветител чрез приложение на метода на неравномерна рационална основа на сплайна NURBS – Non Uniform Rational Basis Spline. При метода Монте Карло Raytracing не се правят допускания, каквито съществуват при основната част от другите методи, намаляващи точността на фотометричния анализ, а именно:

- замяна на реално отражение с огледално или дифузно отражение;
- замяна на реалните размери на светещите тела с точковидни и равноярки;

- замяна на реалното с идеално пречупване и пропускане на светлотехническите материали.

В процеса на изчисления се отчитат многократните отражения на светлинните лъчи от елементите на оптичната система. Използването на реалните отражения, размери, пречупване, пропускане и отчитане на многократните отражения, прави моделите на вторичните лещи реално приложими в практиката.

5. Приноси на дисертационния труд

В резултат на научните и приложни изследвания при разработването на дисертационния труд докторантът е формулирал следните научни и научно-приложни приноси:

5.1. Научни приноси

5.1.1. Дефинирана и решена е итеративна оптимизационна задача за избор на настройки на метода Монте Карло Raytracing за вероятно-статистически фотометричен анализ на оптични системи за светодиодни осветители.

5.1.2. Дефинирани са, с използване на регресионен математически анализ, аналитични зависимости на изменението на средноквадратичното отклонение и неотчетения светлинен поток от параметрите брой трасирани лъчи и брой реакции на лъча на вероятно-статистически фотометрични изчисления за оптични системи с различен тип вторични оптични лещи за LED осветители по метода Монте Карло Raytracing.

5.2. Научно-приложни приноси

5.2.1. Разработена е методика за триизмерно компютърно моделиране за вторични оптични лещи с възможност за итеративно изменение на формата, предназначени за светодиодни осветители с аксиална и осева симетрия на светлоразпределението.

5.2.2. Извършена е итеративна оптимизация на формата на оптични лещи за промишлени светодиодни осветители с основен критерий минимизиране на показателя за енергийна ефективност на вътрешното осветление – $W/m^2/100\text{ lx}$.

5.2.3. Извършена е итеративна оптимизация на формата на вторични лещи за уличен светодиоден осветител с основен критерий максимизиране на междустълбието на уличната осветителна уредба.

5.2.4. Усъвършенствана е компютърна методика за изчисляване и анализ на чувствителността на технико-икономически показатели на дългосрочни проекти за модернизация на осветителни уредби със светодиодни осветители.

Потвърждавам заявените от докторанта научни и научно-приложни приноси.

6. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Към дисертационния труд са представени 6 броя публикации, от които една е реферирана в Scopus. Една от публикациите е самостоятелна, а при останалите 5 докторантът е първи автор в три от тях. Не са представени цитирания на публикациите, представени към дисертационния труд.

7. Авторство на получените резултати

Познавам лично инж. Милко Тодоров Йовчев от участието му в светлотехническите национални научни конференции и семинари. Разработената в дисертационния труд методика за триизмерно моделиране на оптични лещи за промишлени и уличен светодиодни осветители с възможност за итеративно изменение на тяхната форма, както и успешното решаване на итеративната оптимизационна задача с ясно дефинирани критерии за различен тип светодиодни оптични системи, показват, че докторантът е запознат с тематиката на проблема за оптимизиране на оптичните системи за светодиодни осветители. При провежданите дискусии по време на презентирания от докторанта доклади, той имаше аргументирани и професионални отговори.

Считам, че авторството на получените резултати и представените научни и научно-приложни приноси, представени в настоящия дисертационен труд, са лично дело на инж. Милко Тодоров Йовчев с помощта на неговия научен ръководител.

8. Автореферат

Авторефератът е разработен в обем от 40 страници и отразява в съкратен вид съдържанието на дисертационния труд. На последната страница е представено резюме на дисертацията на английски език.

9. Забележки към дисертационния труд

При изчисляване ефективността на вторичните оптични системи не е отчетено влиянието на френеловите отражения, следствие на което се постигат завишени стойности на ефективността на вторичната леща.

Част от светлоразпределенията на изчислените вторични оптични системи не са „гладки“, което създава трудности при практическата реализация.

10. Въпроси към докторанта

При високи стойности на ъглите на падане на светлинните лъчи (над 60°) върху повърхността на вторичната леща, започва да се проявява ефекта на пълно отражение. Как се избягва този ефект при проектирането на вторичните оптични системи?

11. Заключение

Направените забележки не омаловажават стойността на дисертационния труд и той отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Предлагам докторанта и ръководителя да продължат изследванията и разработването на методика за проектиране на вторични оптики за LED осветители.

Постигнатите резултати в дисертационния труд ми дават основание да предложа на уважаемото научно жури докторант маг. инж. Милко Йовчев да придобие образователната и научна степен „Доктор“ в **област на висше образование – 5. Технически науки, професионално направление – 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, специалност – Светлинна техника и източници на светлина.**

10.03.2019 г.

Подпис: /п/

/проф. д-р инж. Христо Василев/