

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „ДОКТОР“ в област на висшето образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност „Електроснабдяване и електрообзавеждане на промишлеността“

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Петър Иванов Стоев**

Тема на дисертационния труд: **„Енергийноефективни решения за електрозахранване на външно осветление“**

Рецензент: **доц. д-р инж. Ива Чавдарова Петринска** – ТУ – София, вътрешен член на Научно жури, съгласно заповед № ОЖ-5.2-74 от 29.09.2022 г. на Ректора на ТУ - София

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение.

Нарастващата необходимост от ефективно използване на външни осветителни уредби, продиктувана от непрекъснато покачващите се цени на електрическата енергия води до търсенето на „енергоефективни“ решения в областта на светлинната техника и е в основата на разработената дисертация.

Представеният ми за рецензия труд „Енергийноефективни решения за електрозахранване на външно осветление“ представлява завършена дисертация с достатъчно по обем съдържание. Поставената цел на труда, която е повишаване на енергийната ефективност на външното осветление чрез рационализиране на режимите на работа на захранващите устройства и на светлинните източници, е реализирана практически и изчерпателно описана теоретично и представена посредством резултати от експериментални изследвания и симулационни модели. Темата на дисертацията е актуална и касае начините за постигане на икономия на електрическа енергия - посредством промяна на светлинния клас на улиците; степенно управление на тунелните осветителни уредби; своевременно и ефективно управление на външните осветителни уредби; използване на светодиодни светлинни източници вместо конвенционални такива.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.

От дисертационния труд става ясно, че докторантът познава актуалното състояние на уличните осветителни уредби и начините за намаляване на консумираната за осветление електрическа енергия, посредством използване на ефективни източници на светлина и системи за управление на осветлението. В дисертационният труд са цитирани 158 литературни източника, от които 53 на кирилица, 105 на латиница. Направен е обстоен анализ на постигнатите в цитираната литература резултати за постигане на

енергоефективност при външни осветителни уредби. Съответно в дисертацията е избран комплексен подход за решаване на сложни проблеми с цел повишаване на енергийната ефективност на външното осветление чрез рационализиране на режимите на работа на захранващите устройства и на светлинните източници. Решени са въпроси, свързани с управлението на светлинния поток на натриеви лампи с високо налягане (НЛВН) и светодиоди (СД); разработване на програмни модели на светлинните източници, тяхната пусково-регулираща апаратура (ПРА) и захранващата мрежа. Предложени са системи за управление на външни осветителни уредби с натриеви лампи с високо налягане и светодиоди, като е направена и технико-икономическа оценка за избор на вариант.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

В съответствие с поставената цел и формулираните задачи, в дисертационния труд са разработени и реализирани: алгоритъм за управление на улични осветителни уредби при промяна на светлинния клас на улиците; алгоритъм за управление на осветителни уредби на пътни тунели в зависимост от нивото на адаптационна яркост; симулационни модели в среда Matlab Simulink на външните осветителни уредби за оценка на ефективността им при регулиране на светлинния поток на светлинните източници, които са базирани на експериментално заснемане на тока, напрежението, хармоничния състав на тока и мощностите на източниците на светлина при регулиране на напрежението на осветителните тела с автотрансформатор; системи за управление на външни осветителни уредби; технико-икономическа оценка за определяне на икономически най-изгодния вариант за управление на външни осветителни уредби.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Дисертационният труд е разработен в обем от 134 печатни страници изложение и 27 страници приложения. Съдържа 89 фигури и 37 таблици. Структурата му включва спъдържание, списък на фигури и таблици, списък на използваните съкращения, увод, пет глави, обобщение на приносите към труда, списък на цитираната литература и 10 приложения.

След аргументирано формулиране на цел и задачи на дисертационния труд, базирани на обстоен литературен преглед в **първа глава** от дисертацията, следва тяхното конкретно изпълнение и анализ на постигнатите резултати.

В глава втора е представен алгоритъм за определяне на нивата на редуциране на потока на улични осветителни уредби, свързано със състава на трафика, скоростта на движение и наличието на опасни участъци и конфликтни точки на пътя. Направена е оценка на енергийната ефективност при преминаване от един в друг клас и използване на различни осветители. Разгледани са и тунелни осветителни уредби, като е дефинирана и решена оптимизационна задача за определяне на нивата на яркост в зоните на тунелите.

Разгледан е и проблемът за избор на височина на окачване на осветителите, така че с минимален брой осветители да се постигнат всички качествени показатели на осветителната уредба. Разгледани са възможностите за управление на светлинния поток на осветители с натриеви лампи с високо налягане и светодиодни осветители.

В глава трета е разгледана електроснабдителната мрежа на улични осветителни уредби. Разработени са симулационни модели на НЛВН и СД. Разгледани са хармониците на тока и мощностите, които НЛВН и СД внасят в електрическата мрежа при димиране. Реализирани са модели на улици в SIMULINK, като е направено детайлно описание на техните блокове при уредби с НЛВН и СД. Създадените модели имат за цел да способстват за изследване на влиянието на захранващото напрежение върху работата на уредбата и изменението на потоците на активна и реактивна мощност в различните режими на работа на осветлението.

В глава четвърта са използвани разработените в глава трета модели за оценка на работата на уличните осветителни уредби, като са изчислени активна и реактивна мощности и енергия както при номинално напрежение, така и при понижено и повишено напрежение. Определени са и загубите на напрежение в края на линиите. Разгледани са нееднаквото износване на светлинните източници поради различна загуба на напрежение и работата им при понижена мощност.

В глава пета са реализирани системи за управление на външни осветителни уредби, като отново са разгледани уредби с НЛВН и такива със СД. Направена е и икономическа оценка на разгледаните системи за управление на осветлението.

Дисертацията завършва с конкретизиране на приносите на дисертационния труд, като авторът ги е класифицирал като такива с научно-приложен и приложен характер.

5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд:

Считам, че авторът е класифицирал коректно приносите на дисертацията като такива с научно-приложен и приложен характер.

Авторът е формулирал четири научно-приложни и пет приложни приноса. Смятам, че анализът на методи и средства за повишаване на ефективността на външни осветителни уредби не може да бъде класифициран като отделен научно-приложен принос. Той дава основа за разработка на труда и реализация на останалите приноси. Същото се отнася и за първия от приложните приноси – анализ и сравнение на енергийните показатели на улична осветителна уредба и възможностите за повишаване на нейната енергийна ефективност.

Считам, че приносите към дисертацията са следните:

Научно – приложни:

1. Разработени са алгоритми за управление на групово димиращо устройство автотрансформатор за разрядни лампи и управляващо устройство за димиране на светодиодни осветители.
2. Разработен е алгоритъм и методика за определяне на инсталираните мощности в тунелна уредба. Формулирана е задача за оптимизиране на нивата на яркост

във входната и преходната зони на пътен тунел, така че да се минимизира използвания брой осветители.

3. Разработени са симулационни модели на осветители с НЛВН и светодиоди и универсални модели на осветителни уредби, използващи НЛВН и СД.

Приложни:

1. Изследвани са режимите на работа на улична осветителна уредба с два вида светлинни източници НЛВН и светодиоди. Анализирана е ефективността при различните варианти на работа на уредбата.
2. Разработени са алгоритъм и програма за определяне на допълнителната икономия на електрическа енергия, която би се реализирала при поддържане на постоянен светлинен поток в осветителните уредби.
3. Разработена е и внедрена система за димиране и отдалечен контрол на параметрите и състоянието на тунелна и улична осветителна уредба с натриеви лампи високо налягане.
4. Разработен е индивидуален контролер управляващ работата на осветител е ЕПРА. Контролерът е с вградена функция за поддържане на постоянен светлинен поток на осветителя.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите.

Въз основа на представените изследвания и публикации към дисертационния труд, считам, че посочените проноси са до голяма степен самостоятелно дело на докторанта, реализирани под ръководството на научните му ръководители. Не откривам плагиатство.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.

Във връзка с дисертационния труд са разработени 9 публикации, като 6 от тях са на кирилица, три на латиница. Шест от публикациите са публикувани в списание „Годишник на ТУ-София“ и две - в сборник с доклади на балканската конференция по осветление Balkan Light 2015г. и една в електронната библиотека на IEEE, като е изнесена като доклад на конференция BulEF 2019. Докторантът е посочил само една самостоятелна публикация, останалите са в съавторство.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Наличие на постигнат пряк икономически ефект и пр. Документи, на които се основава твърдението.

Докторантът е предоставил един документ – договор за разработване и изработване на улична касета с отдалечен контрол и вграден регулатор за димиране на НЛВН. Няма налични документи за постигнат икономически ефект от внедряването на управляващата система.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.

Авторефератът отразява пълно и ясно основните моменти от съдържанието и приносите на дисертационния труд. Спазени са изискванията за изготвяне на автореферати към дисертационни трудове.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Дисертацията представлява достатъчно обемен и добре структуриран научен труд по изследваната проблематика.

Препоръчвам докторантът да продължи изследванията си в тази област и да има повече самостоятелни публикации.

11. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд.

Дисертационният труд на маг. инж. Петър Иванов Стоев на тема „Енергийноефективни решения за електрозахранване на външно осветление“ удовлетворява изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и на Правилника за неговото прилагане, като е съобразен с вътрешната нормативна уредба на Техническия университет – София. Дисертационният труд съдържа научнообосновани решения на актуален проблем в областта на светлинната техника.

Разработката има и доказана практическа приложимост. Реализирана е адекватна публичност на резултатите. Въз основа на посочените от мен аргументи, препоръчвам на Научното жури да присъди на маг. инж. Петър Иванов Стоев образователната и научна степен „ДОКТОР“ в област на висшето образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност „Електроснабдяване и електрообзавеждане на промишлеността“.

01.12.2022г.

гр. София

Рецензент:

/доц. д-р инж. И. Петринска/

REVIEW

on a dissertation for acquisition of educational and scientific
degree "Doctor of Philosophy"

Author of the dissertation: **Petar Ivanov Stoev MSc**

Dissertation topic: „**Energy - efficient solutions for electric power supply of outdoor lighting**“

Reviewer : **assoc. prof. Iva Chavdarova Petrinska, PhD** , Technical University of Sofia, Faculty of
Electrical Engineering

1. Scientific relevance and applications of the problems decided in the dissertation.

The growing need for efficient use of outdoor lighting systems, arising from the ever-rising prices of electrical energy, leads to the search for "energy-efficient" solutions in the field of lighting technology and is the basis of the dissertation developed.

The work submitted to me for a review and entitled "Energy - efficient solutions for electric power supply of outdoor lighting " is with sufficient volume of content. The goal of the work, which is to increase the energy efficiency of outdoor lighting by rationalizing the operating modes of power supplies and light sources, has been theoretically described and practically realized. It is presented through results of experimental studies and simulation models. The topic of the dissertation is contemporary important and concerns the ways to achieve economy of electrical energy - by means of changing the lighting class of the streets; gradual control of the tunnel lighting systems; timely and effective management of external lighting systems; by using LED light sources instead of conventional ones.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material.

From the dissertation it becomes clear that the doctoral student is aware of the current state of street lighting and the ways to reduce the electrical energy consumed for lighting, by using efficient light sources and lighting control systems. 158 literary sources are cited in the dissertation, of which 53 are in Cyrillic, 105 are in Latin. A comprehensive analysis of the results achieved in the cited literature for achieving energy efficiency in outdoor lighting arrangements was made. Accordingly, in the dissertation, a complex approach was chosen for solving complex problems with the aim of increasing the energy efficiency of outdoor lighting by streamlining the operating modes of power supplies and light sources. Issues related to the control of the luminous flux of high-pressure sodium lamps (HPS) and light-emitting diodes (LEDs) have been resolved; software models of the light sources, their start-up apparatus and the power supply network have been developed. Control systems for outdoor lighting with high-pressure sodium lamps and LEDs were proposed, and an economic evaluation was made for choosing the best option for outdoor lighting – both energy and economically effective.

3. Correspondence of the chosen research methodology with the goal set and tasks of the dissertation work.

In accordance with the goal set and the formulated tasks, the following were developed and implemented as contributions in the dissertation work: an algorithm for street lighting control using correction of the lighting class of the street; algorithm for road tunnel lighting control, depending on the level of adaptation luminance; simulation models of the outdoor lighting equipment in Matlab Simulink used for evaluation of their effectiveness in regulating the luminous flux of the light sources; outdoor lighting control systems; technical and economic assessment to determine the most economically effective option for outdoor lighting control.

4. A brief analytical description of the dissertation.

The dissertation consists of 134 printed pages of exposition and 27 pages of appendices. It contains 89 figures and 37 tables. Its structure includes a table of contents, a list of figures and tables, a list of abbreviations, an introduction, five chapters, a summary of the contributions to the work, a list of cited literature and 10 appendices.

After formulation of the aim and tasks of the dissertation work, based on a thorough literature review in the first chapter of the dissertation, follows their specific implementation and analysis of the results achieved.

In chapter two, an algorithm is presented for determining the level of reduction of the luminous flux of street lighting systems, related to the composition of the traffic, the speed and the presence of dangerous sections and conflict zones on the road. An energy efficiency assessment was made for street class change scenario for different lighting fixtures. Tunnel lighting systems were also investigated, and an optimization task was defined and solved to determine the luminance levels in the tunnel zones. The problem of choosing the height of suspension of the luminaires was also considered, so that with a minimum number of luminaires, all quality indicators of the lighting system could be achieved. The possibilities of controlling the luminous flux of high-pressure sodium lamps and LED luminaires are investigated.

In the third chapter, the power supply network of street lighting systems is considered. Simulation models of high pressure sodium lamps and LEDs have been developed. The harmonics of the current and the powers that high pressure sodium lamps and LEDs bring to the electrical network during dimming have been investigated. Street models have been implemented in SIMULINK, with a detailed description of their blocks for arrangements with high pressure sodium lamps and LEDs. The models proposed aim to contribute to the study of the influence of the supply voltage on the operation of the equipment and the change of the flows of active and reactive power in the different modes of operation of the lighting.

In chapter four, the models developed in chapter three were used to evaluate the performance of street lighting systems, and active and reactive power and energy were calculated both at nominal voltage and at reduced and increased voltage. The voltage losses at

the end of the lines are also determined. Unequal wear of light sources due to different voltage loss and their operation at reduced power are considered.

In the fifth chapter, control systems for outdoor lighting systems are implemented, and systems with high pressure sodium lamps and LEDs are considered. An economic evaluation of the lighting control systems under consideration was also made.

The dissertation ends with a specification of the contributions of the dissertation work, and the author has classified them as scientific-applied and applied.

5. Scientific and/or applied scientific contributions of the dissertation:

Upon my opinion, the author has correctly classified the contributions of the dissertation as having a scientific-applied and applied nature.

The author formulated four scientific-applied and five applied contributions. I believe that the analysis of methods and means of increasing the efficiency of outdoor lighting arrangements cannot be classified as a separate scientific-applied contribution. It provides a basis for the development of the work and realization of the other contributions. The same applies to the first of the applied contributions - analysis and comparison of the energy indicators of street lighting and the possibilities of increasing its energy efficiency.

6. Evaluation of the degree of personal participation of the PhD student in the contributions.

Based on the presented research and the publications on the problems of the dissertation, I believe that the work done is to a large extent independent work of the doctoral student, accomplished under the guidance of his scientific supervisors. I detect no plagiarism.

7. Evaluation of the publications on the dissertation work: number, nature of the editions in which they were printed.

Connected with the dissertation work, 9 publications have been developed, 6 of them are in Cyrillic, three in Latin. Six of the publications were published in the magazine "Proceedings of the Technical University of Sofia", two in the Proceedings of the Balkan conference on lighting - Balkan Light 2015. and one in the IEEE e-Library, presented as a conference paper at BuEF 2019. The PhD student has listed only one individual publication, the rest are co-authored.

8. Using the results of the dissertation work in scientific and social practice. Existence of achieved direct economic effect, etc. Documents on which the statement is based

The doctoral student has provided one document - a contract for the development of a control system for remote dimming of high pressure sodium lamps. There are no available documents on the achieved economic effect of the implementation of the lighting control system.

9. Assessment of the compliance of the abstract with the requirements, as well as its adequacy to the dissertation.

The abstract fully and clearly reflects the main points of the content and contributions of the dissertation. The requirements for preparing abstracts of dissertations have been met.

10. Opinions, recommendations, and notes.

The dissertation represents sufficient in volume and well-structured scientific work on the research goal set.

I recommend that the PhD student continue his research in this area and prepare more individual publications.

11. Conclusion with a clear positive or negative evaluation of the dissertation work.

The dissertation of eng. Petar Ivanov Stoev MSc entitled " Energy - efficient solutions for electric power supply of outdoor lighting" satisfies the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Rules for its Implementation, being in accordance with the internal regulations of the Technical University - Sofia. The dissertation contains scientific solutions to a contemporary problem in the field of lighting technology.

The developments depicted in the dissertation also have proven practical applicability. Adequate publicity for the results has been implemented. Based on these arguments, I recommend the Scientific Jury to award Eng. Petar Ivanov Stoev M.Sc. the educational and scientific degree "PhD" in the field of higher education 5. "Technical sciences", professional field 5.2. "Electrical engineering, electronics and automation", scientific specialty "Power supply and electrical equipment of industry".

01.12.2022r.

Sofia

Reviewer:

/assoc. prof. Iva Petrinska PhD/