

**DESIGN OF THE REFLECTORS BY PC**

Krassimir Velinov\*, Wladimir Jordanow\*, Stefan Dontcev\*\*\*

**ПРОЕКТИРАНЕ НА РЕФЛЕКТОРИ НА ОСВЕТИТЕЛИ**

Красимир Велинов\*, Владимир Йорданов\*\*, Стефан Дончев\*\*\*

The paper presents the software system for Luminaire Analysis &amp; Design.

The program work under Windows 95 for PC.

See also <http://acstre-ma.vmei.acad.bg/klwel/klwel2e.htm>

Производството на осветители противно на общоразпространеното мнение не е “тенекеджийска работа” а високо технологично производство. От добрата конструкция на осветителя зависи постигане на целесъобразното за конкретния случай светлоразпределение при висок коефициент на полезно действие и добри експлоатационни показатели.

При проектирането на нов осветител трябва да се решат две основни задачи:

1. Избор на подходяща конструкция на корпуса на осветителя.
2. Избор и проектиране на оптичната система на осветителя.

Всяка от тези задачи е отговорна за качеството на реализирания осветител. Докато конструкцията на корпуса на осветителя определя показатели като степен на защита, здравина, експлоатационна пригодност и топлинния режима на работа на светлинния източник, то от оптичната му система зависят изцяло светлотехническите параметри на осветителя - светлоразпределение, коефициент на полезно действие и др. [1].

Оптичната система на осветителя може да бъде само рефлекторна, само рефракторна или в комбинация от двете системи. Всяка от тези схеми има своите предимства и недостатъци. С най-големи възможности за преразпределение на светлинния поток са рефракторните или комбинираните системи. Те обаче поставят и най-високи изисквания към технологията на изработването им и качествата на използваните материали. Използването на изцяло рефракторни системи е целесъобразно когато количеството на произведените оптични системи от един и същи вид са големи. Само тогава могат да се оправдаят сравнително по-високите капиталовложения под форма на технологично оборудване и по-сложното проектиране на тези оптични системи. За сравнително малкия пазар в Р. България и съществуващата ценова конкуренция от страна на съседните държави, инвестирането в рефракторна оптична система се оправдава за много малко видове осветители. Един положителен пример на уличен осветител с рефракторна оптична система е произвежданият от фирма “ДЕНИМА” осветител с компактна луминесцентна лампа 36W и 55W

За пазар с ограничени обеми и респективно за фирми с по-малки финансови средства, остава възможността да се произвеждат осветители с рефлекторни оптични системи. Най-често те се произвеждат от алуминиеви листове, с електрохимически полиран и защитен повърхностен слой. Такова производство на фирмата ALANOD е намерило добър пазар у нас.

По своята геометрия рефлекторите се разделят на три вида:

1. Осев симетрични;
2. С две равнини на симетрия и
3. Асиметрични.

Проектирането на оптичната система на осветителите е труден процес и изисква висока квалификация на проектанта. Класическите методи за проектиране са описани в [2,3].

Етапите през които се минава през класическото проектиране са:

1. Проектиране на осветителя и оптичната му система
2. Изработване на прототип (процес траещ няколко седмици)
3. Провеждане на лабораторни изпитания на осветителя
4. Оценка на резултатите

5. Създаване на модификация на проекта
6. Изработване на нов прототип
7. Повтаряне на операциите от т. 3 - 7 докато се получи желаното светлоразпределение

Ако горният процес изисква повече от три итерации, то той може да продължи месеци, а стойността на процеса е от порядъка на 4000\$ - 150 000\$. Една алтернатива на горният процес е използването на CAD система за компютърно моделиране и анализ на оптични системи на осветители. Водещите фирми производителки на осветители от дълги години инвестират огромни средства в това направление. Така например най-новият продукт за проектиране на осветители на фирмата TRILUX поддържа библиотека от данни за светлинните източници и отражателните характеристики на рефлектора. За изчислителните и др. проблеми може да се съди само по факта, че разпределението на яркостта на светлинния източник се заснема в един милион точки, с което по мнение на фирмата се осигурява грешка по-малка от 1%. За създаване на цифрова библиотека с отражателни характеристики на материалите на рефлектора, на екипа от тази фирма е било необходимо две години време.

Съществуват и аналогични програмни продукти създадени от независими производители на софтуер. Аналогичен програмен продукт "PHOTOPIA 2.0" се предлага от фирма Lighting Technologies, USA [9]. Програмата има вход от AutoCad 11 - 14. Притежава библиотека с данни за светлинни източници и отражателни характеристики. Извършва изчисленията и генерира изход в DXF формат, както и данни за осветителя в ELUMDAT формат.

Програмата е мощен инструмент за проектиране както на рефлектори, така и на рефрактори за осветители. Цената на компонентите за копие на програмата до 31.12.1998. е следната:

- |                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| 1. Основна версия                  | - 3196\$ |
| 2. Рефракторен модул               | - 3196\$ |
| 3. Библиотека с данни за материали | - 2396\$ |
| 4. Годишен договор за поддръжка    | - 650\$  |

Библиотеката от материали включва около 100 характеристики на рефлекторни и рефракторни материала в търговска употреба на фирмите 3M, ACA, Alanod, The Buchholz Group (Metalloxud, Ano-Fol, Anocoll), Lorin и др.

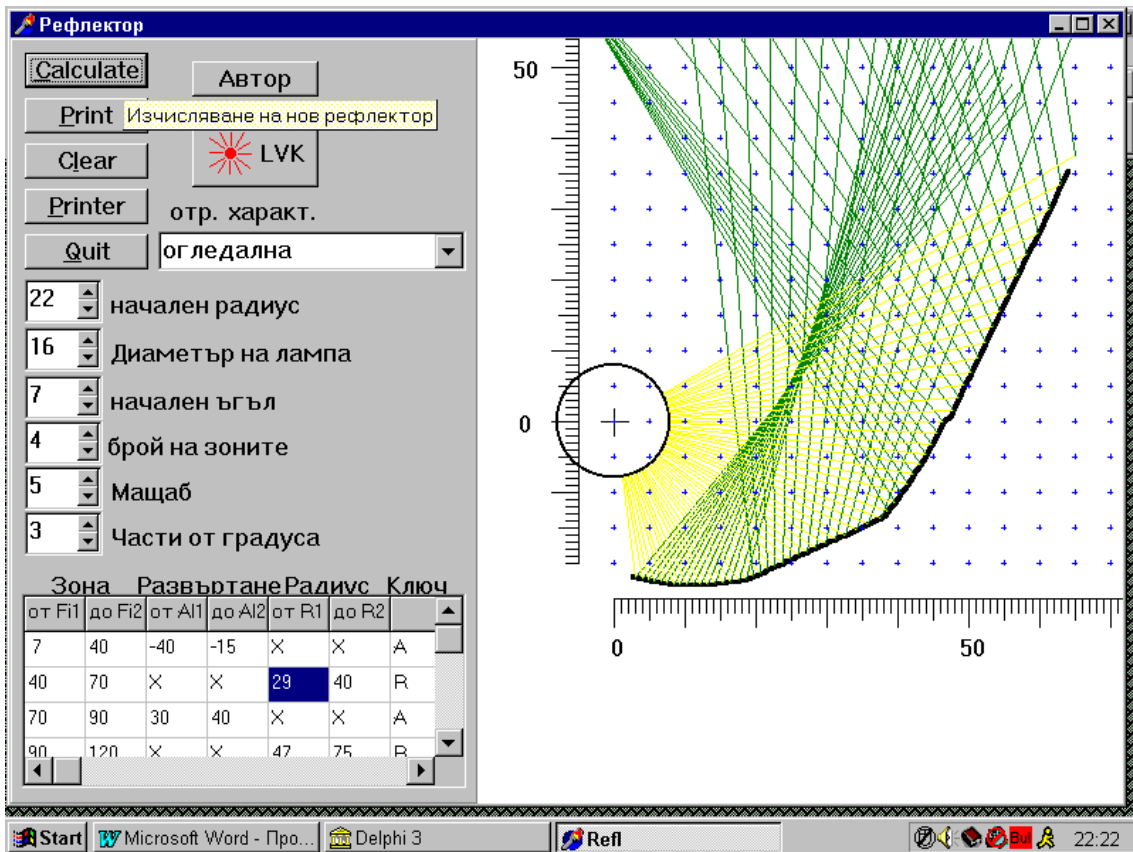
Годишният сервизен договор включва техническа поддръжка по телефона в рамките на една година.

### Какво е положението у нас?

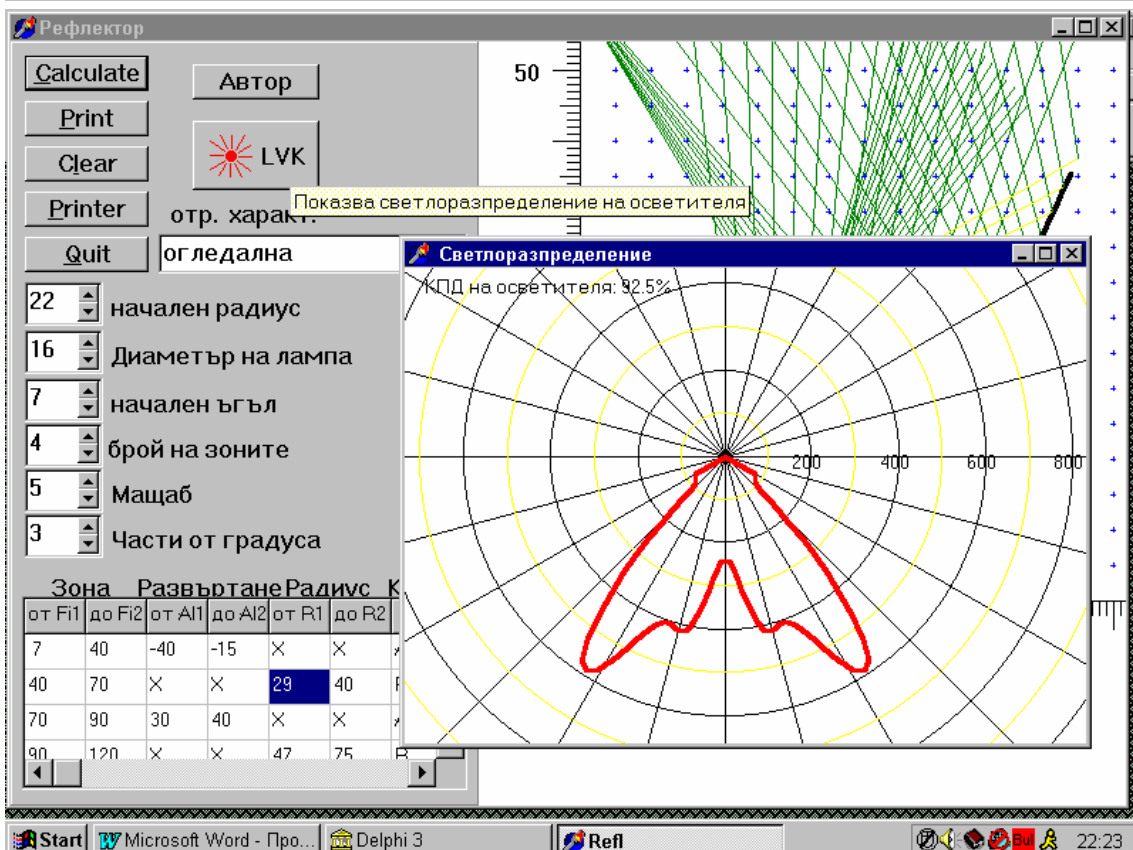
До 1989 г. въпреки наличният научен потенциал и някои теоретични разработки, нямаше интерес от страна на производителите на осветители да моделират с помощта на компютърна техника този процес. Нещо повече те дори нямаха никаква компютърна техника. През 1990 г. фирма "Слънце'90" поръча да и бъдат проектирани серия от оптични системи за тунелни осветители. За да бъде изпълнена тази поръчка беше създадена програмната система **REFLEKT 1.0**. [8]. С нейна помощ беше проектирана серия от тунелни осветители с много добри светлотехнически параметри. В продължение на девет години поради липса на интерес към такава дейност тази програма почти не беше използвана и съответно не беше усъвършенствана. В края на 1998 г. фирма "ЕЛЕКТРО ПРОГРАМА" създаде нов продукт - **REFLEKTOR**. Теоретичните основи за проектирането на огледални рефлектори са описани в [2, 3, 4, 5]. В случая на осовосиметричен отражател, геометрията на отражателя и хода на изходящите лъчи се описва с уравнение (1)

$$\frac{dr}{R} = \operatorname{tg} \frac{(j - a)}{2} dj, \quad (1)$$

където dr и dφ са безкрайно малки нараствания на радиус-вектора на профилната крива на отражателя.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

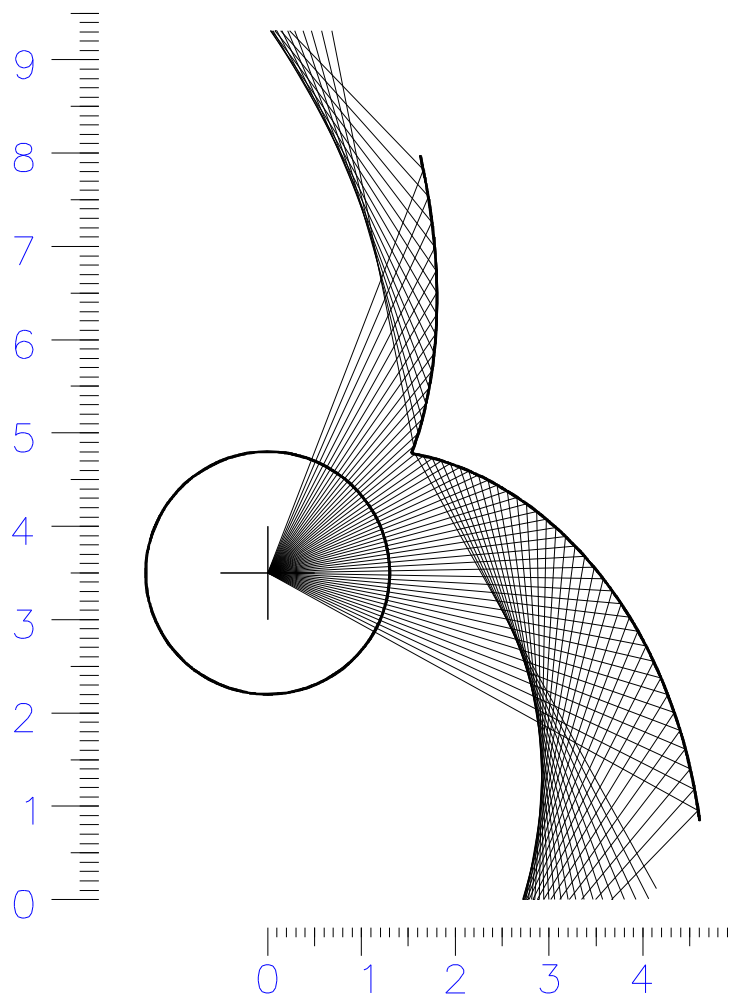
Създаденият програмен продукт позволява да се отчита обемното излъчване на светлинния източник и отражателните характеристики на рефлекторния материал, като могат да бъдат решени следните задачи:

1. Определяне на геометрията на рефлектора по зададени параметри на светлоразпределението на осветителя;

2. Определяне на параметрите на осветителя по зададена геометрия (с фацети) на рефлектора;

Комбиниране на горните два метода за различни по характер на излъчване части от рефлектора.

Работата с програмата е изключително облекчено и се извършва от команден панел (фиг. 1 и фиг. 2). Като резултат от изчисленията се получава окончателната форма на отражателя, светлоразпределението на осветителя и се генерира се чертеж предназначен за AutoCad 14 (фиг. 3.). Програмата работи в средата на WINDOWS 95. По време на решението може да се получи графична разпечатка на геометрията на отражателя и полученото светлоразпределение.



фиг. 3.

При всички продукти от този клас основна трудност представлява въвеждането на входните данни. В описваната програма не се използват външни графични редактори или помощни програми. Задаването на данните се извършва в таблична форма. Съществуват две възможности за въвеждането им. В първият случай се задава хода на изходящите лъчи, началния и краен ъгъл на излъчване и се получава формата на криволинейна повърхнина на рефлектора в рамките на сегмента. Във вторият се задава геометрията на сегмента, като част от конус или равнина - задава се началната и крайната точка в полярни координати.

Така на фиг. 1 в сегмент №1 се задава хода на изходящите лъчи, който плавно се променя от  $-40^\circ$  до  $-15^\circ$  а геометрията на рефлектора се изчислява за диапазона  $7^\circ$  до  $40^\circ$  Сегмент №2 се задава като част от конус (в случай на осовосиметричен рефлектор) или равнина (в случай на параболо-цилиндричен рефлектор) и в полярни координати има начална точка  $R = 29\text{mm}$ ,  $\phi = 45^\circ$  и крайна точка  $R = 40\text{mm}$ ,  $\phi = 70^\circ$

На фиг. 1, 2 и 3 е показан и хода на изходящите лъчи. Показани са само лъчите, които излизат от центъра на светлинния източник. Изчислителната методика отчита излъчването от цялата повърхност на светещото тяло, което може да бъде сфера или цилиндър. Ако се появи условие за засенчване, изходящите лъчи се изчертават в червен цвят. За изчисляване на светлоразпределението на осветителя площта на рефлектора се разделя на сектори с големина  $0.2^\circ \div 0.5^\circ$ . За всяка зона се проверява дали светлинния източник се вижда от съответната посока на изходящите лъчи. Направено е допускането, че светлинния източник е равномерно.

В процеса на работа се установи, че отражателните характеристики на материала на рефлектора оказват много силно влияние върху реализираното светлоразпределение. В настоящата програма, задаването на отражателната характеристика се извършва като функция  $\rho_\alpha = \rho_0 \cdot \cos^n(\alpha)$ . Такова представяне се оказва не съвсем удачно. При това за стойности на  $n \leq 5$ , времето за извършване на изчисленията се увеличава значително.

Наличието на дифузна компонента на отражателната характеристика на материала силно променя формата на реализираното светлоразпределение. За да се намали грешката при изчисление на рефлектора, изчислителната процедура трябва да предвиди възможност за изчисляване на реализираното светлоразпределение като сума от огледалната и дифузната компонента. При това е желателно за по-употребяваните материали за рефлектора да се състави каталог съдържащ отражателните им характеристики [10, 11].

### Литература

1. БДС 8345-83
2. Трѐмбач В.В. Световые приборы. Изд. "Высшая школа", М., 1972.
3. Трѐмбач В.В. Физическое и математическое моделирование световых приборов. "Энергия". М., 1975.
4. Коробко А.А., Кущ О.К. Построение зеркальной поверхности светильника с протяженным источником. Светотехника, 1982, 3.
5. Айзенберг Ю.Б. Световые приборы, Москва, Энергия, 1980.
6. Myodo O., Karino M. A new method for computer aided design of luminaire reflectors. Journal of IES. Jan., 1982.
7. Sorensen K. Design of optical systems for luminaires. Light. J. 1990, 1.
8. Велинов К.Л., Христов К.Х., Проектиране на рефлектори с персонален компютър, ОСМА МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ, Осветление 90
9. PHOTOPA, Lighting Technologies, USA
10. ANO-FOL - Technical Data for Specular Matt and Semi Specular Surfaces
11. ALANOD - Surfaces for the lighting-industry

---

\* д-р инж. Красимир Л. Велинов СД ЕЛЕКТРО ПРОГРАМА  
1505 София, ж.к. Суха река, бл. 219А, ап.214 тел. (+359 2) 46-68-41  
e-mail: [KLWEL@vmei.acad.bg](mailto:KLWEL@vmei.acad.bg) <http://acstre-ma.vmei.acad.bg/klwel/>

\*\* Dipl. Ing Wladimir Jordanow, TU Ilmenau, FG Lichttechnik  
e-mail: [Wladimir.Jordanow@rz.tu-ilmenau.de](mailto:Wladimir.Jordanow@rz.tu-ilmenau.de)

\*\*\* инж. Стефан Дончев, ЕТ "РОС"

1504 София, бул. Дондуков 62, вх. Б, тел. 943-42-32. Факс 46-24-44  
e-mail: [ROS@mbox.cit.bg](mailto:ROS@mbox.cit.bg)

---

## NEW POSSIBILITIES IN THE DESIGN OF INTERIOR LIGHTING

Krassimir Velinov

### НОВИ ВЪЗМОЖНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ НА ОСВЕТИТЕЛНИ УРЕДБИ

Красимир Велинов

The paper presents the software system for Design of Indoor Lighting

The program work under Windows 95 for PC.

See also <http://acstre-ma.vmei.acad.bg/klwel/klwel2e.htm>

Вероятно много проектантите са използвали възможностите на програмния продукт EPIN при проектиране на осветителни уредби в административни и обществени сгради. Значително по-голям брой са работили и с версията на тази програма ELUX, работеща само с осветители на фирмата ЕЛУКС и разпространявана от нея безплатно. От средата на 1999 година фирма ЕЛЕКТРО ПРОГРАМА предлага нова версия на програмата работеща под WINDOWS' 95.

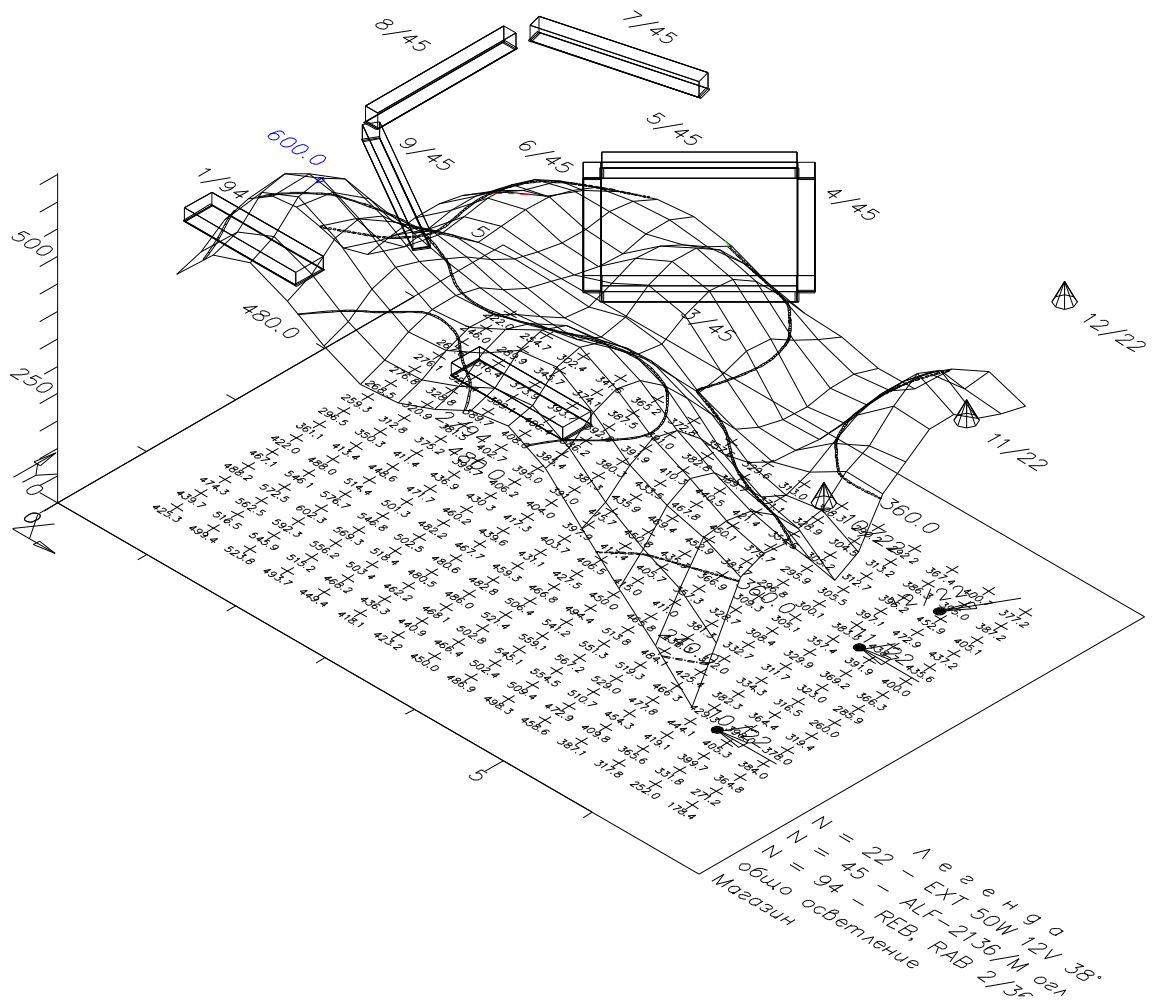
Този програмен продукт е предназначен да облекчи проектирането на вътрешни осветителни уредби като по зададена геометрия на осветителната уредба и тип на осветителя се определят количествените и качествени показатели съобразно действащия в момента БДС 1786-84. Могат да бъдат решени две задачи : 1) определяне на необходимия брой на осветителите по зададена нормена осветеност и равномерно разпределение на осветителите и 2) определяне на реализираните количествени и качествени показатели при зададено разположение на осветителите. В една задача могат да бъдат използвани едновременно неограничен брой осветители от различен тип.

Въвеждането на входните данни и онагледяване на резултатите от изчисленията се извършва чрез графично представяне, което изключва възможността за грешки и многократно ускорява скоростта на проектирането. За диалога с потребителя се използва стандартния графичен интерфейс на WINDOWS 95, което облекчава работата.

Изчисленията се извършват съгласно методиката описана в [1,2]. Изчисляват се всички количествени и качествени показатели регламентирани в БДС 1786 [3]. Пресмятанията се извършват по алгоритъм водещ до тяхното ускоряване, което позволява извършването им реално време.

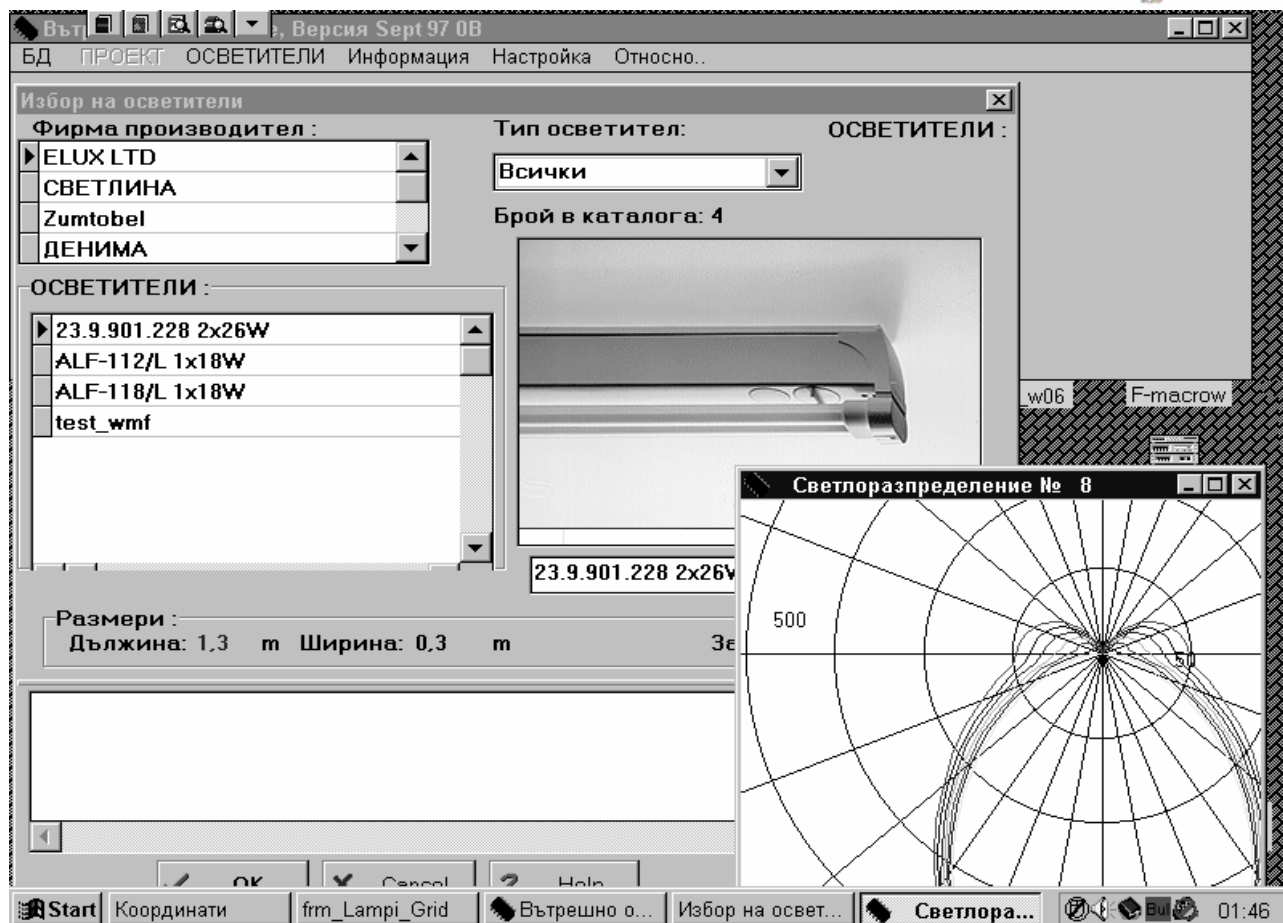
Резултатите се визуализират върху екрана чрез запълване на зони с различен интензитет и изчертаване на изолинии. По избор от падащо меню може да се показват отделните реализирани показатели върху геометрията на помещението. По всяко време е възможно промяна на разположението на осветителите и както и промяна на техните характеристики, след което отново се преизчисляват параметрите на осветителната уредба.

Окончателните резултати от изчисленията се записват в текстов файл. и съдържат данни за разположението на осветителите, както и таблици с разпределението на хоризонталната и цилиндричната осветености. При желание може да се генерира чертеж с формат съвместим с графичния пакет AutoCad. В отделни слоеве на чертежа са нанесени: плана на помещението, реализираната осветеност в отделните изчислителни точки, релефа и изолинии на осветеността (фиг. 1.).



фиг. 1.

Един сериозен проблем при изграждане на подобни системи е подържането на информационна база данни за осветителите. Тя трябва да съдържа както светлотехнически характеристики, така и данни за габарити, монтажни схеми и общ изглед на осветителя. На фиг. 2. е показан примерен изглед от базата данни. Подържането и актуализирането на тези данни за осветителите в дадения случай ще се осъществява чрез Web страница в Internet. Потребителите на програмата периодично ще преточват актуалната информация. Попълването на информацията ще се осъществява само от оторизирано за тази цел лице. Това ще даде възможност на ползвателите на този софтуер да са сигурни, че разполагат с актуална и легитимна информация за осветителите, при което ще отпадне грижата им да поддържат собствена база данни.



фиг. 2.

## Литература

1. Велинов К. Л., "Повишаване на енергийната ефективност на промишленото осветление чрез оптимизиране на параметрите на осветителните уредби", дисертация, ВМЕИ "Ленин", София 1988.
2. Мешков В.В., Епанешников М.М., Осветительные установки, Энергия, Москва, 1972.
3. БДС 1786-84, Осветление естествено и изкуствено, София, 1984.

---

д-р инж. Красимир Л. Велинов СД ЕЛЕКТРО ПРОГРАМА  
 1505 София, ж.к. Суха река, бл. 219А, ап.214 тел. (+359 2) 46-68-41  
 e-mail: [KLWEL@vmei.acad.bg](mailto:KLWEL@vmei.acad.bg) <http://acstre-ma.vmei.acad.bg/klwel/>

---