

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2019

СВЕТЛИННОТО ЗАМЪРСЯВАНЕ - „ГРАНИЦИ“ НА СВЕТЛИННИЯ ДИЗАЙН

д-р Теодор Кючуков
Русенски университет „Ангел Кънчев“

ВЪВЕДЕНИЕ

Историята, особено най-новата показва, че всяка човешка дейност търпи развитие, но на даден етап това развитие започва да излиза от нормалните и обществено приемливи граници. Конкретно в процеса на развитието на светлинната техника и технология и на повишаването на енергийната ефективност често се преминава разумната граница. Мегаломанията се проявява в разпиляване на светлината и неконтролирано преосветяване на околната среда и на вътрешната среда.

Таблица 1. Прояви на светлината

| ПРОЯВИ НА СВЕТЛИНАТА | |
|---|--|
| СВЕТЛИННО ЗАМЪРСЯВАНЕ (LIGHT POLLUTION) | Промяната на качествата на околната среда вследствие внасяне на светлина от изкуствен антропогенен източник в страната или извън нея, независимо дали се превишават действащите в страната норми. Получава се от излъчван лъчист поток към небосвода през тъмната част от денонощието (пряко насочена и отразена светлина по посока на небосвода, околните пространства и сградите). Съгласно определението в [11], „Светлинно замърсяване означава сума от всички отрицателни въздействия на изкуствената светлина върху околната среда, включително въздействието на разпиляната светлина“. |
| СВЕТЛИННА ЕМИСИЯ (LIGHT EMISSION) | Светлината (пряко насочена и отразена от терена и сградите), излъчена не по предназначение в околното пространство. Включва светлината: насочена към нощния небосвод; насочена и проникваща в сградите; излъчена към околни пространства. |
| СВЕТЛИННА ИМИСИЯ (LIGHT IMISSION) | Въздействието на светлинното замърсяване върху човека, човешките дейности и върху живата природа (животни и растения). |
| СВЕТЛИННО СИЯНИЕ (LIGHT RADIANCE) | Разсеяната изкуствена светлина в небосвода, създадена от светлинната емисия от светлината към нощния небосвод. Съгласно определението в [11] светлинното сияние (наречено в [15] „светене на небето“) е резултат от прякото и непряко отражение на лъчите (видими и невидими), разсеяни от съставните елементи на атмосферата (газови молекули, аерозоли, прахови частици) по направлението на наблюдението. |
| РАЗПИЛЯНА СВЕТЛИНА | Неправилно насочена светлина, която не се използва по предназначението на осветителната уредба. |

| ПРОЯВИ НА СВЕТЛИНАТА | |
|---|---|
| (SPILLED LIGHT) | Съгласно определението в [11] „Разпиляна светлина означава дялът от светлината на осветителна уредба, която не служи за целите, за които е била проектирана уредбата. Тя включва: светлина, която пада извън подлежащата на осветяване площ; разсеяна светлина в съседство с осветителната уредба; светене на небето, което е осветяването на нощното небе, резултат от прякото и непряко отражение на лъчите (видими и невидими), разсеяни от съставните елементи на атмосферата (газови молекули, аерозоли, прахови частици) по направлението на наблюдението.” |
| НАХЛУВАЩА, ВМЪКВАЩА СЕ СВЕТЛИНА (OBSTRUCTIVE LIGHT) | Светлина, която попада в закрити помещения (жилищни сгради и работни площадки, като се възприема като неприятна, дразнеща, дискомфортна, натрапчива, смуцаваща светлина. |

1. Източниците на светлинно замърсяване

Светлинното замърсяване е сравнително нов феномен, поне от гледна точка на всестранното вредно въздействие на неконтролираната външна изкуствена светлина. Първи реагираха астрономите [6].

Актуалното състояние на светлинната среда се характеризира с това, че неоправдано голяма част от светлинния поток на външното осветление (по експертна оценка е около 30 %, а в някои случаи и повече [2,3,4,5,8,9,10,22,23] не се използва по предназначение, а се разпилява в околното пространство. Разпиляването на светлината е свързано с принудителен и практически ненужен разход на електрическа енергия и оттам със замърсяване на околната среда (прах, парникови газове, радиация и др.). В същото време разпиляването на светлина води до светлинно замърсяване. Следователно се реализират едновременно две отрицателни последствия.

Източниците на светлинното замърсяване се характеризират се с многообразие, което може да се обобщи с класификацията, дадена в табл. 2.

Таблица 2. Класификация на източниците на светлинно замърсяване

| КЛАСИФИКАЦИЯ НА ИЗТОЧНИЦИТЕ НА СВЕТЛИННО ЗАМЪРСЯВАНЕ | |
|--|---|
| ЕСТЕСТВЕНИ ВЪНШНИ СВЕТЛИННИ ИЗТОЧНИЦИ | Вулканична дейност |
| | Естествени горивни източници |
| | Биолуминесценция |
| | Други естествени светлинни източници. |
| ВЪНШНО ИЗКУСТВЕНО ОСВЕТЛЕНИЕ | Улично и пътно осветление улично осветление (особено от осветители с насочен светлинен поток) |
| | Осветление на открити площи (площади, пешеходни зони, дворове, паркове и др.) |
| | Осветление на спортни обекти (стадиони, кортове, игрища, ски писти и др.) |

| КЛАСИФИКАЦИЯ НА ИЗТОЧНИЦИТЕ НА СВЕТЛИННО ЗАМЪРСЯВАНЕ | |
|---|--|
| | Осветление на аерогари и авиобази (самолетни писти, перони, руļьожки, други открити обслужващи летищни площадки) |
| | Осветление на железопътни и автогари, транспортни възли и др. |
| | Архитектурно-художествено осветление |
| | Аудиовизуални спектакли (спектакли "Звук и светлина"; видеомапинг) |
| | Рекламно и информационно осветление (в т.ч. светлинни табла, билбордове и др.) |
| | Външни светлини от транспортни средства (пътни, железопътни, водни, въздушни), в т.ч. за осветление, сигнализация, идентификация, декорация и др.) |
| | Други системи за външно изкуствено осветление |
| ВЪНШНО ПРАЗНИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ (обикновено с временен характер и/или преместваемо) | Фойерверки и други подобни светлинни ефекти с еднократно действие; |
| | Декоративни светлинни системи |
| | Светлинни ефекти с прожектори с насочена светлина и далечно действие; |
| | Лазери |
| | Други празнични светлинни ефекти. |
| ВЪТРЕШНО ИЗКУСТВЕНО ОСВЕТЛЕНИЕ (от което се излъчва светлина навън от помещенията - през осветителните отвори за дневно естествено осветление) | Осветление на помещения в индустриални, търговски, обществени, жилищни и други сгради |
| | Осветление на помещения с атриуми и други големи отгъклени повърхности |
| | Осветление на оранжерии и ферми |
| | Осветление на транспортни средства |
| | Други вътрешни осветителни уредби, излъчващи светлина през осветителни и други отвори. |

2. ОТРИЦАТЕЛНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА СВЕТЛИННОТО ЗАМЪРСЯВАНЕ

Външното осветление, което се използва през тъмната част от денонощието, особено ако е предозирано, динамично, неправилно управлявано и насочено, с неадекватен цвят на светлината, води до отрицателно, вредно и дори опасно въздействие от нарушени функции, условия и дейности. Представя се с класификацията в табл. 3.

Таблица 3. Класификация на вредното въздействие на неадекватно външно осветление през тъмната част от денонощието

| ВРЕДНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА НЕАДЕКВАТНОТО ВЪНШНО ОСВЕТЛЕНИЕ | |
|--|---|
| БИОЛОГИЧЕН РИТЪМ НА ХОРАТА | ПРОМЯНА НА ПОВЕДЕНИЕТО, САМОЧУВСТВИЕТО И ЗАБОЛЯВАНИЯ НА ХОРАТА. Проведени медицински изследвания показват, че в кварталите с ярка изкуствена светлина през нощта се причиняват хормонални нарушения от потискане производството на мелатонин, свързани с риск от ракови заболявания, особено при жените [жените [16,17]. Сънят най-добре възстановява силите; при постъпване на външна светлина се нарушава денонощният баланс и се получават стрес, депресивни състояния, нарушаване на сексуалната функция, лошо настроение, главоболие, преждевременна умора, състояние на тревожност [12,13,21,27]. Преосветяването нарушава усещането за личен живот и предизвиква влошаване на бдителността и настроението [28]. Ярката нощна светлина активира чувството за самосъхранение и провокира агресивност; системно нарушавания режим на сън и почивка през тъмната част от денонощието води до спадане на тонуса, напрежение, главоболие, раздразнителност, общ телесен и духовен дискомфорт. |
| БИОЛОГИЧЕН РИТЪМ НА ЖИВОТНИТЕ | ПРОМЯНА НА ПОВЕДЕНИЕТО И ЗАБОЛЯВАНЕ НА ЖИВОТНИТЕ. Птиците под въздействие на силната светлина нощем кръжат до изтощение, губят ориентация и при мигриране се сблъскват с ярко осветени сгради, пеят в нетипични часове и стават по-предпазливи при търсенето на храна през светлите часове [26,31]. Нощните насекоми губят ориентация [20]. Костенурките инстинктивно, вместо да се насочат към истинския ярък хоризонт, се насочват към разсеяната изкуствена светлина [17]. Нощните животни стават по-предпазливи при търсенето на храна в светлите нощи. |
| БИОЛОГИЧЕН РИТЪМ НА РАСТЕНИЯТА | ДЕФОРМАЦИЯ НА РАЗВИТИЕТО НА РАСТЕНИЯТА. Неправилно развитие и хипертрофия на растения под влияние на изкуствената светлина [32]. |
| АСТРОНОМИЧЕСКИ НАБЛЮДЕНИЯ | НАРУШЕНИЕ НА ВИДИМОСТТА НА АСТРОНОМИЧЕСКИТЕ ОБЕКТИ. Светлината, излъчена над хоризонталата, която след разсейване нарушава естествения вид на звездите и пречи на астрономическите наблюдения; |
| ПЪТНИ И УЛИЧНИ УСЛОВИЯ | ОТВЛИЧАНЕ НА ВНИМАНИЕТО И ЗАСЛЕПЯВАНЕ НА ВОДАЧИТЕ НА ПЪТНИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА. Явява се предпоставка за пътни произшествия. При това ярките, залияни със светлина рекламни билбордове по улиците могат да предизвикват отслабване на зрението, което често води до катастрофи [29,30]. |
| ВЪЗДУХОПЛАВАТЕЛНИ УСЛОВИЯ | ОТВЛИЧАНЕ НА ВНИМАНИЕТО И ЗАСЛЕПЯВАНЕ НА ПИЛОТИТЕ НА ВЪЗДУХОПЛАВАТЕЛНИ СРЕДСТВА. Явява се предпоставка за произшествия в авиацията. Особено опасно е действието на прожекторно осветление, лазерни ефекти и други. |
| УСЛОВИЯ ЗА РАБОТА, ДРУГА АКТИВНА ДЕЙНОСТ И ПОЧИВКА НА ХОРАТА | НАРУШАВАНЕ НА НОРМАЛНИТЕ И ПРИРОДОСЪОБРАЗНИ УСЛОВИЯ НА РАБОТА И ПОЧИВКА. В т.ч. се включва и действието на светлина, попадаща върху частна собственост - напр. навлизаща през прозорците на сградите. |
| КОМФОРТ НА ВЪНШНАТА СРЕДА | ДИСКОМФОРТНО ДЕЙСТВИЕ. Вредно въздействие оказва светлина с голяма яркост и натрапчив цвят, особено с динамика на изменение във времето. Натрапчиво въздействие оказват външните, в т.ч. на уличните осветителни уредби - при поглед откъм открити площи. Неправилно привличане на вниманието върху обекти, към които прониква неправилно насочен светлинен поток. |
| ТУРИСТИЧЕСКА ДЕЙНОСТ | ДИСКОМФОРТНО ДЕЙСТВИЕ. Вредно въздействие оказва светлина с голяма яркост, натрапчив цвят, динамично въздействие. Това може да създаде неиздържано акцентирание върху несъществени елементи и влошаване на естетическото въздействие. |

3. Оценка на светлинното замърсяване на уличното осветление

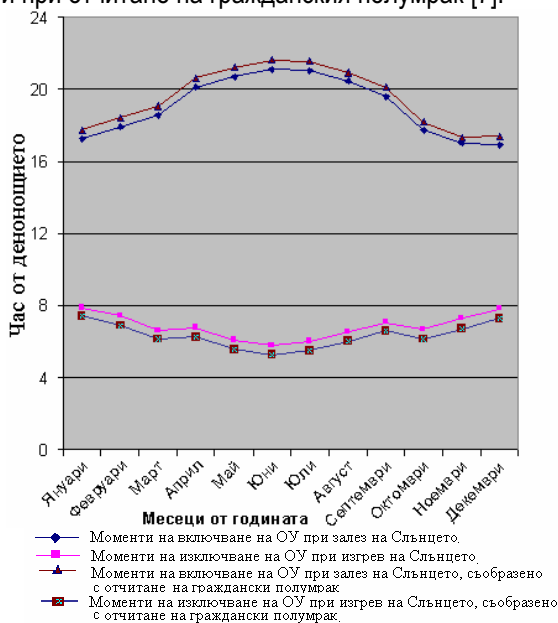
Уличното осветление е едно от водещите съвременни светлотехнически направления, причиняващо светлинно замърсяване. В табл. 4 е предложена примерна оценка на светлинното замърсяване от уличното осветление с конкретното специфициране на мерките за ограничаване на светлинното замърсяване.

Таблица 4. Примерна оценка на светлинното замърсяване от различни светлинни системи и ситуации и при различни условия

| ОЦЕНКА – ВЪНШНА СВЕТИЛНА СРЕДА. УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ | |
|---|---|
| 0 | БЕЗ УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ. Евантуално само със светлинно маркиране на пътните и пешеходните зони. |
| 1 | Много добре проектирана осветителна уредба С МНОГО МАЛКА ЯРКОСТ. |
| 2 | ПРЕНОСИМО временно осветление (напр. на улични или пътни участъци в ремонт). |
| 3 | ПРАЗНИЧНО ИЛИ СЕЗОННО улично осветление |
| 4 | ПРОНИКВАНЕ на светлина от уличното осветление през прозорците или в частен имот. |
| 5 | КУМУЛИРАНЕ НА СВЕТИЛНОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ на няколко светлинни системи (към нормалното улично осветление се добавя въздействието на други външни светлинни системи – празнично, архитектурно-художествено, рекламно осветление, светлини от превозни средства и др.). |
| 6 | ЕДНОВРЕМЕННО ВЪЗДЕЙСТВИЕ на няколко външни светлинни системи (улично, архитектурно-художествено, рекламно и др. осветление), при което общият ефект на въздействие надвишава въздействие на светлинните системи работещи поотделно - светлина се разпилява към небосвода, околното пространство, частна собственост, ПРОНИКВА ПРЕЗ ПРОЗОРЦИТЕ. |
| 7 | Улично осветление с комбинирано въздействие при ЕДНОВРЕМЕНО НАЛИЧИЕ НА ВТОРИЧНИ , кумулативни и синергически ВЪЗДЕЙСТВИЕ (по горните три реда) и разпиляване на светлина към небосвода, околното пространство, частна собственост, прониква през прозорците. |
| 8 | ПРЕДОЗИРАНО УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ , със самостоятелно отрицателно въздействие или в комбинирано наличие на вторични, кумулативни и синергични въздействие. Светлина се разпилява светлина към небосвода, околното пространство, частна собственост, прониква през прозорците.неограничено. Въздействието ОБХВАЩА ГОЛЕМИ РАЙОНИ и големи маси от хора. |
| 9 | СИЛНО ПРЕДОЗИРАНО УЛИЧНО ОСВЕТЛЕНИЕ на голям брой улици в големи райони с голям брой обитатели. Съвместно действие на уличното осветление с други външни светлинни системи (архитектурно и рекламно осветление, осветени витрини, попадане на светлините на автомобилните фарове в обхвата на прозорците и др. НЕКОНТРОЛИРАНО ИЗЛЪЧВАНЕ на светлина към светлина към небосвода, околното пространство, частна собственост, проникване на светлина през прозорците. Нарушаване на нормалния ритъм „ден/нощ“ на голям брой хора, на големи райони и площи.Няма перспектива за бъдеща промяна на светлинния режим и за намаляване на значителното отрицателно въздействие. |
| 10 | Улица, път, пътека в специален или природозащитен обект, в който изкуствената светлина създава недопустимо и опасно необратимо ВРЕДНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ЕСТЕСТВЕНИТЕ ОБИТАТЕЛИ. |

4. Граждански полумрак

До момента външното осветление се управлява в съответствие с режима на дневното естествено осветление по време от денонощието и по осветеност. Контролерите за управление на осветлението по време на денонощието с астрономическа пренастройка следва да се настройват с отчитане на т. нар. **граждански полумрак**. Той представлява времето преди изгрев и след залез на Слънцето, през което външното осветление може да не се използва. Краят на гражданския полумрак настъпва тогава, когато се нарушат зрителните функции, изискващи естествено осветление (когато центърът на Слънчевия диск достигне позиция на 6° под хоризонта). За условията на Република България продължителността на гражданския полумрак е около 30 минути след залеза и преди изгрева на Слънцето [1]. На диаграмата на фиг. 1 са дадени моментите на включване и изключване на осветителните уредби (ОУ) за външно изкуствено осветление според изгрева и залеза на Слънцето и при отчитане на гражданския полумрак [7].



Фиг. 1. Моменти на включване и изключване на външното изкуствено осветление според изгрева и залеза на Слънцето и при отчитане на гражданския полумрак

В контекста на светлинното замърсяване, следва да се отчита и нощната естествена (лунната) светлина. Все още този фактор се приема резервирано. Добре известен факт е, че зрителният анализатор исторически е еволюирал, приспособен както към дневното, така и към нощното (лунното) естествено осветление. Зрителният анализатор, в частност окото, се адаптира в широк диапазон от стойности на яркостта: от 10^{-6} cd/m² (нощем при звездно небе) до 10^5 cd/m² (ясен слънчев ден със снежна покривка). Управлението на външното осветление следва да се синхронизира както с дневното естествено, така и с нощното естествено осветление. Доколкото потенциалът на нощната светлина не е достатъчно изследван, стои въпросът за неговата количествена оценка и използване. Но очевидно е, че лунната светлина не е за подценяване както като визуализационен фактор, така и в психологически план.

5. Светлинното замърсяване в България

По представителна експертна оценка [24,25], данни от националната статистика (Статистически справочник 2017. Национален статистически институт, София, България), нормиране на екологичния еквивалент на електрическата енергия, други публикации и по собствена информация, е направена оценка енергийно-икономически показатели, свързани със светлинното замърсяване от излъчването на светлина към небосвода от уличното и архитектурно-художественото осветление в България. Оценката е базирана на потребената електрическа енергия от тези потребители. Този разход на енергия генерира светлинен поток, който реално се излъчва от осветителите. Така реално се оценява общото излъчено количество светлина от осветителите за външно изкуствено осветление. Част от светлинния поток, излъчен от осветителите се използва пряко по предназначението на осветителните уредби, а част от него се излъчва към директно към нощния небосвод. Освен това към небосвода има светлинен поток, отразен от терена и от осветяваните повърхности. В табл. 5 са представени енергийно-икономически показатели на уличното и архитектурно-художественото осветление, в контекста на светлинното замърсяване [25].

Таблица 5. Показатели за светлинното замърсяване от уличното и архитектурно-художественото осветление

| СВЕТЛИННО ЗАМЪРСЯВАНЕ. УЛИЧНО И АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕНО ОСВЕТЛЕНИЕ | | |
|--|-------------------------------|--------------------------------------|
| Показател | Улично осветление | Архитектурно-художествено осветление |
| Средногодишна консумация на електрическа енергия, kWh/година | 642.14977 10 ⁶ | 107.672. 10 ⁶ |
| Средногодишно нетно количество излъчена светлина от светлинните източници, Tlm.h/година (T → 10 ¹²) | 28.19519 | 5.370164 |
| Средногодишно количество светлина, насочена и отразена към небосвода, Tlm.h/година | 9.325841 | 2.175561 |
| Загубена електрическа енергия за светлина, излъчена към небосвода и създаваща светлинна замърсяване, kWh/година | 164.6472 . 10 ⁶ | 27.607221. 10 ⁶ |
| Емисия на парникови газове от загубената електрическа енергия за създаване на светлинно замърсяване, ton CO ₂ /година | 134.84605 | 22.610313 |

Заклучение

Докъде в преосветяването? Според много специалисти, в т.ч. психолози и медици, основната маса на обществото няма представа, че неконтролираното изкуствено осветление през тъмната част от денонощието и изкуственото превръщане на нощта в ден не е здравословно и безопасно. Важното е кога обикновеният гражданин и светлотехническият бизнес ще оценят, че светлинното замърсяване носи повече вреда, отколкото полза.

Кампаниите „Земният глобус през нощта” и „Часът на Земята”, online проектът за измерване на светлинното замърсяване „Globe at Night” (<http://edcommunity.esri.com/gan/>) и други, които не подминаха и нашата страна, имат смисъл само като насочване на общественото внимание върху проблема. Ефективността на кампаниите произтича не от техния демонстрационен характер (защото запалените свещи също са енергия), а от енергийната и екологичната култура, както на обикновените граждани и на обществото като цяло, така и на представителите на бизнеса. Следва да се преосмисли разбирането за хигиената на осветлението, особено ако е предозирано, неправилно насочено и управлявано, с неадекватен цвят на светлината, динамично и т.н.

Светлината е необходима само когато е полезна, безопасна и приятна за човека! Поне за момента България не е водеща в светлинното замърсяване в Европа. Логично следва въпросът: Дали след топлинното замърсяване и свързаното с него глобално затопляне няма да последва глобално преосветяване ?

Литература

[1] Астрономически календар. Българска академия на науките. Институт по астрономия с Национална астрономическа обсерватория. (<http://nao-rozhen.org/astrocalendar/2019/index.html>).

[2] Василев Н., И. Василева. Художествено и архитектурно осветление. София, ABC Техника, 2007

[3] Василев Н. Проблеми и перспективи на столичното улично осветление. Енергетика, 2010, № 3

[4] Василев Хр. Количествена оценка на светлинното замърсяване. Светлинното замърсяване – същност, симптоми и стратегии за ограничаването. Национален семинар “Светлинното замърсяване”, Русе, Русенски университет, 2009

[5] Василев Хр. Светлинното замърсяване. Енергетика, 2009, № 8

[6] Колев Д. Светлинното замърсяване и бъдещето на астрономията (Институт по астрономия при БАН). Национален семинар “Светлинното замърсяване”, Русе, Русенски университет, 2009 (www.cie-bg.org).

[7] Кючуков Р., С. Басри. Енергийно-икономически показатели при обследване за енергийна ефективност на външни осветителни уредби. Научни трудове на Русенския университет, 2008.

[8] Кючуков Т. Основи на светлинното замърсяване. Енергетика, 2012, № 2 (ISSN 0324-1521 (www.nek.bg/cgi)) (стр. 25-37)

[9] Кючуков Т., Съвременно улично осветление, ТД Инсталации, София, България, 2012, № 3 (ISSN1314-3492) (стр. 24-27).

[10] Кючуков Т., Светлинен дизайн (монография). Плевен, Медиа-тех, 2015 (ISBN 978 619 207 001-4) (стр. 221-222).

[11] Регламент (ЕО) № 245/2009 на Комисията (Европейската комисия) от 18 март 2009 година за прилагане на Директива 2005/32/ЕО на Европейския парламент и на Съвета, както и за отменяне на Директива 2000/55/ЕО на Европейския парламент и на Съвета

[12] Andrew Baum, Robert West, John Weinman, Stanton Newman, Chris McManus, Cambridge Handbook of Psychology, Health and Medicine,

Cambridge University Press, 1997.

[13] Burks, Susan L. ,Managing your Migraine , Humana Press, New Jersey (USA), 1994.

[14] CIE 150 2017, Technical Report. Guide on limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations. CIE, (ISBN:978-3-902842-48-0), (<http://www.cie.co.at/publications/guide-limitation-effects-obtrusive-light-outdoor-lighting-installations-2nd-edition>)

[15] CIE(2003), Guidelines on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations. Publication No.150, Vienna, CIE, 2003

[16] Davis Scott, Dana K. Mirick, Richard G. Stevens (2001). "Night Shift Work, Light at Night, and Risk of Breast Cancer". Journal of the National Cancer Institute , 2001, № 93 (20) (p.p. 1557–1562)

[17] Eva S. Schernhammer Eva S., Francine Laden, Frank E. Speizer, Walter C. Willett, David J. Hunter, Ichiro Kawachi, Graham A. Colditz. Rotating Night Shifts and Risk of Breast Cancer in Women Participating in the Nurses' Health Study. Journal of the National Cancer Institute , № 93 (20) (p.p. 1563–1568).

[18] Fonken, LK; Finy, MS; Walton, James C.; Weil, Zachary M.; Workman, Joanna L.; Ross, Jessica; Nelson, Randy J. (28 December). "Influence of light at night on murine anxiety- and depressive-like responses". Behavioural Brain Research, 2009, № 205 (2) (p.p. 349–354)

[19] Guidance notes for the Reduction of Obtrusive light GN01:2011. Institution of Lighting Professionals (ILP)

[20] Kenneth D. Frank (1988). "Impact of outdoor lighting on moths" . Journal of the Lepidopterists' Society (International Dark-Sky Association), 1988, № 42 (p.p. 63–93).

[21] Knez. Effects of colour of Light on Nonvisual Psychological Processes. Journal of Environmental Psychology, 2001, № 21 (2) (стр. 201).

[22] Kyuchukov T. A methodology for assessing and managing light pollution in light design. Ecologica, Beograd, 2015, № 78, Godina XXII (p.p. 315-320), (ISSN 0354-3285)

[23] Kyuchukov T. Light pollution and light design, Ecologica, Beograd, 2015, № 79, Godina XXII, p.p. 356-350, ISSN 0354-3285

[24] Kyuchukov R., T. Kyuchukov, The Light Environment in Bulgaria (Invited paper). BalkanLight 2012, Proceedings, Publisher: Academic mind, Belgrade, 2012, p.p. 165-171, ISBN 978-86-7466-438-4

[25] Kyuchukov T. Light pollution and its price. The Seventh Balkan Conference on Lighting, Balkan Light 2018., 20-22 september 2018, Varna, Bulgaria, Proceedings, ISSN 2603-414-X, p.p. 33-41

[26] Malakoff D. (2001). Faulty towers. Audubon, 2001, № 103 (5) (стр. 78–83).

[27] Pijnenburg, M. Camps and G. Jongmans-Liedekerken, Looking closer at assimilation lighting, Venlo, GGD, Noord-Limburg, 1991

[28] Plitnick B. , M.G. Figueiro, B. Wood, M.S. Rea. The effects of long-wavelength red and short-wavelength blue lights on alertness and mood at night. Lighting Research and Technology , 2010, № 42 (4) (p.p. 449–458)

[29] Rea, M., J. D. Bullough, J. P. Freyssinier, A. Bierman. A proposed Unified System of Photometry. Lighting Research and Technology, 2004, № 36(2) (p.p. 85-111)

[30] Rea, M., Z. Yuan, A. Bierman. The unified system of photometry applied to remote airfield lighting". Lighting Research and Technology, 2009, № 41 (p.p.51).].

[31] Rodriguez, Airam, Beneharo Rodriguez.. Attraction of petrels to artificial lights in the Canary Islands: effects of the moon phase and age class". Ibis, 2009, № 151 (2) (p.p. 299).

[32] Giacomelli A. C. Nardi, F. Giussani, L. Massetti. NINE YEARS OF PARTICIPATORY MONITORING OF LIGHT POLLUTION FROM ITALY: THE BUIOMETRIA PARTECIPATIVA CASE. Proceedings, XVI Conference on lighting with international participation BulLight-2017 & Second Balkan Youth Conference BalkanLight Junior-2017. Sozopol, Bulgaria, 25-27 May 2017 (ISSN 1314 – 0787), p.p. 30-35