

М. В. Паламарюк

ПРОБЛЕМИ ШТУЧНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

Проблеми штучних джерел світла. Розглянута проблема врахування випромінювання Фраунгоферових ліній при створенні штучних джерел світла, оптичних інформаційних джерел. Відсутність знань впливу цього типу випромінювань на людей, як і на природу взагалі, приводить до того, що це випромінювання не приймається до уваги. Автор піднімає питання про необхідність розв'язку цієї проблеми, як першочергової.

Мова йде про штучні джерела світла, які, зокрема, використовуються при сумісній роботі з оком людини. Людина з самого початку свого існування вдосконалювала штучні джерела світла від плазмових джерел світла (вогнища, факели, лучини, свічки. Гасові та газові лампи тощо), світні конденсовані речовини (розжарений вугіль, графіт, вольфрам та ін. речовини), джерела холодного свічення (люмінесцентні), комбіновані джерела світла та квантові генератори, що мають специфічне застосування. До природних джерел світла належить, перш за все, наше природне світило – Сонце. Вторинні джерела світла не є самосвітними, а лише відбивають чи пропускають світло первинних джерел і також нами не розглядаються.

Робота присвячена специфічній стороні процесу застосування заміни природного світла. Однією з відмінностей від природного є відсутність в штучному джерелі Фраунгоферових ліній поглинання. Напевно, наявність Фраунгоферових ліній поглинання чи їхня відсутність в джерелі світла може впливати на біологічні об'єкти. Завдання цієї роботи полягає в приверненні уваги екологів до цього явища. Вважаємо, що людство бездумним впровадження штучного світла навіть там, де без нього можна обійтись, створює проблему здорового свого існування. Ця проблема, на наш погляд, не менш важлива від інших екологічних. Для нас очевидне забруднення довкілля, але є деякі явища, які неочевидні чи на них просто не звертають увагу (зокрема забруднення ефіру електромагнітним випромінюванням, спотворення аж до ізоляції магнітного поля Землі тощо).

Штучні джерела, їх використання настільки звичне, що людство без усяких застережень задовольняє вимоги моди, реклами, інформації, виходячи з міркувань естетичного, технічного чи економічного ефекту тощо. На протязі свого еволюційного становлення людина в тій чи іншій мірі знаходиться в штучному світловому полі: освітлення приміщень, вулиць, освітлення робочих місць, системи інформації тощо. Вдосконалення технічних проблем освітлення створює передумови для збільшення тривалості світлового дня аж до цілодобового. Ми навіть не можемо уявити собі, як можна працювати, проводити час, у тому числі і вільний, без світла хоч би і штучного. Світло є складовою так званого прогресу людства. Проте світло настільки звичне, що воно виступає для нас як другорядний чинник, що про нього інколи просто забувають, і технічний прогрес, і технічний прогрес, в основному, пов'язують з розвитком освіти, технологій чи продуктивних сил, а відповідно акцентують увагу на засоби існування, самооборону тощо. На жаль, що при цьому екологічна проблема світла остається осторонь.

Здавалось би, що усвідомлення значимості зору, зорової інформації вимагає приділення великої уваги зорові. Але складається так, що практика вважає за доцільність нехтувати деякими проблемами екології зору, віддаючи «відходи виробництва» на поталу лікарів, зокрема офтальмологів.

Безумовно, що офтальмологи досягли великого успіху в галузі діагностики, лікування зору завдяки новим досягненням науки і техніки (зокрема за допомогою лазера). У праці О. П. Панкова акцентується увага на можливостях лікування зору за допомогою різного спектрального складу світла, різними джерелами світла [1]. Він традиційно розділяє біле світло на сім кольорів. Але, коли уважно придивитись до функції залежності порогу розрізнення кольорів за кольоровим тоном від спектральної координати (довжини хвилі, частоти тощо), то можна спостерігати шість екстремальних точок, а відповідно перша похідна цієї функції має вісім ділянок з однаковим знаком [4]. То ж виглядає так, що око може, в першому наближенні, розрізняти вісім кольорів (веселки). Отже, розбивка границь кольорів все ж вимагає уточнення. То можливо не кольори (певного спектрального діапазону світло), а монохроматичне світло здатне лікувати? Здавалось би, що при цьому ось-ось повстане питання про постановку оберненої (фундаментальної) задачі: необхідність

знаходження оптимальних джерел світла, спектрального складу джерел світла, методів освітлення аж до його взаємозв'язку з інтер'єром, які забезпечують не тільки оптимальні умови для навчання, виконання певних робіт, відпочинку, а й піднімають тонус як окремих людей, так і їх асоціацій, суспільства, оптимізм, відтворення здорових поколінь. Але офтальмологія, як прикладна наука, прямо не порушує і, напевне, не повинна порушувати цієї проблеми. Очевидно, що така постановка питання не входить у її коло завдань. А яка ж наука повинна розв'язувати такі питання?

На теперішній час колориметрія також, як прикладна наука, забезпечує теоретичний та експериментальний апарат для визначення кольорових характеристик випромінювань, середовищ (поверхонь, предметів тощо). Розширення кола її завдань приводить відповідно до оцінки кольорів, застосування їх в побуті тощо.

Фотометрія дещо перегукується в цьому аспекті з колориметрією. Вона порушує, зокрема, питання знаходження джерела світла відповідного приймачеві випромінювання і відповідно окові людини. При цьому фігурує поняття чутливості приймача, а також ока людини (крива видності, чи ефективності стандартного фотометричного спостерігача). Пошуки вирішення проблеми шукають у знаходженні спектральної залежності фотометричних величин (яскравості, світимості тощо) від спектральних координат (довжин хвиль, частоти та ін.). Але й тут не знаходимо відповіді на фундаментальну проблему, згадану вище

В пошуках розв'язків проблеми відповідності джерел світла приймачам перш за все звертають увагу на те, що селективні приймачі (людське око) чутливі в деякому діапазоні спектру випромінювання, а також, що крива чутливості володіє максимумом. Та існує думка, що відповідно окові людини (аналогічно селективним приймачам) повинно бути штучне джерело, яке випромінює тільки у видимому оком діапазоні спектру; максимум спектральної густини випромінювання штучного джерела світла повинен зосереджуватись у максимумі чутливості ока. Але тут виникає проблема, яка полягає в тому, що в залежності від спектральних координат форма кривої спектральної густини випромінювання деформується і при цьому виникають певні проблеми. Зокрема С.І. Вавілов дотримувався вищезгаданої точки зору [2]. Р. О. Сапожников приділяв цьому питанню багато уваги, стоячи на аналогічних позиціях [3]. Проте око людини не працює в режимі простої індикації. Завдяки багатомірності (тріади) приймачів і складної системи аналізу випромінювання око розрізняє спектральні координати випромінювання в кольорі.

Відповідно абсолютно іншим підходом до вирішення цієї проблеми є знаходження джерела світла відповідно окові людини з використання порогу розрізнення кольорів за кольоровим тоном [4]. При цьому виключається проблема деформації спектральної густини випромінювання в залежності від шкали представлення спектру. Але при цьому виникає сумнів у повноті крайових умов для вирішення задачі.

Очевидно, виникає необхідність формування чи створення фундаментальної науки, присвяченої виключно зорові людини, законності сприйняття світла, обробку зоровою системою світлової інформації, відповідних причин її спотворення, екології зору. Цю науку умовно назовемо світлологією. Світлологія не тільки повинна ввібрати всі відомості, розкидані в інших галузях наук, але й систематизувати, підсумувати, обробити їх, дати поштовх для подальшого вивчення. Вона повинна стати основою для розвитку багатьох інших прикладних наук. Зокрема, ця ж наука повинна відповісти на питання формування під впливом світла тварин і рослин, в тому числі зору людини, в умовах їх еволюційного розвитку. Світлологія повинна врахувати вплив на все живе і на зір спектрального складу випромінювання, зокрема ролі в цьому процесі Фраунгоферових ліній.

Ще в 1814—15 рр. Й. Фраунгофер, незалежно від У. Волластона, вперше спостерігав і першим досліджував та дав пояснення темним лініям у сонячному спектрі [5]. Тобто звичайне сонячне світло має спектральні розриви у вигляді темних ліній (лінії вбирання). Вони спостерігаються при розгляді спектру сонячного світла, що дають спектральні прилади. Ці лінії названі в честь Фраунгофера. Сонце в першому наближенні можна розглядати як розжарене тіло. Взагалі Сонце – це розжарена плазма. Його газові пари не тільки випромінюють світло, але й поглинають його, як і поглинають його гази атмосфери Землі. Спектр сонячного світла описується не монотонною, а «кострубатою» функцією з характерними лініями поглинання – Фраунгоферовими лініями. В ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній ділянках спектру їх понад 20 тисяч. Ототожнюють їх з спектральними лініями водню, кисню, вуглекислого газу, паром води та ін. Напевне варіації їх характеристик залежать від пори року, висоти Сонця над горизонтом тощо. Вивчення цих ліній дає змогу з'ясувати склад сонячної атмосфери, фізичних умов на Сонці тощо. Але ці лінії в тій чи іншій мірі наявні в сонячному світлі і ми не можемо так просто від них відмежуватись, бо під со-

нячим світлом формувалась земна природа і цивілізація. Чи можемо нехтувати цим фактом, обходити стороною це явище?

Звернемось до рослинного світу.

На теперішній час вивчена роль фітохрому в рослинах та в насінні. Обробка насіння «ближнім червоним» світлом з довжиною хвилі 660 нм активізує фітохром, який відіграє регуляторну роль у життєдіяльності насіння, запускає біохімічні реакції, в тому числі синтез гормонів; то ж освітлення насіння ближнім червоним світлом переводить фітохром в активну форму. Навпаки, освітлення насіння «далеким червоним» світлом з довжиною хвилі 730 нм повертає фітохром у вихідний (початковий) стан.

Дослідження «нелінійних ефектів» у листках рослин показали, що в процесі адаптації листків до зміни опроміненості (спектрального складу, кількісної чи якісної структури) змінюються їх оптичні коефіцієнти (відбивання, пропускання) протягом певного часу з певними особливостями динаміки. Якщо ж додатково здійснюється підсвітка «ближнім» чи «далеким» червоним світлом викликає якісні та кількісні зміни в цьому процесі адаптації [6].

Нами здійснена спроба пов'язати ці явища з впливом ліній, що відносяться до Фраунгоферових. Лінія 660 нм ідентифікується С, На атому водню (H) з довжиною хвилі 656,2808 нм. Далеке червоне випромінювання довжини хвилі 730 нм приходить ідентифікувати з кисневою лінією «а» з довжиною хвилі 719 нм через обмежене число основних ліній в довідковій літературі [7,8]. Та може бути так, що чистота експерименту дає таку невизначеність. Отже маємо протилежну дію Фраунгоферового випромінювання. В штучних джерелах світла присутні вони в різних пропорціях. А як діють інші спектральні лінії на рослини та тварини, зокрема око людини?

А що ж нам пропонує практика штучних джерел?

У плазмових штучних джерелах спостерігається спектр, який в принципі дещо нагадує сонячний. Але в цьому типі випромінювання, як і в усіх інших, відсутні лінії поглинання, які притаманні Фраунгоферовим. Крім того, в деяких штучних джерелах світла присутнє випромінювання, яке дуже відрізняється від сонячного. Наприклад, у люмінесцентних джерелах світла використовуються для збудження люмінофорів ртутні лінії, які належать до Фраунгоферових ліній. При цьому ці ртутні лінії частково пробиваються через люмінофор, утворюючи надлишкові їх випромінювання порівняно зі спектральною густиною випромінювання люмінофору. Застосування люмінесцентних лам дає значний економічний ефект. Але, зокрема при цьому, через відсутність чітких знань про вплив випромінювання Фраунгоферових ліній на людину викликає невизначеність вирішення проблеми штучного світла (зокрема кіно, телебачення тощо).

Конструктивно важко добитись розривів спектральних залежностей фотометричних величин у штучних джерелах світла. Крім того, можливо випромінювання в невидимих ділянках спектру все ж викликає якийсь ефект у житті живої природи? Зважаючи на це, важко задавати якісь крайові умови конструкторам штучних джерел світла. Та й при цьому необхідно зважати на економічну сторону справи. Автоматично виникає питання, яке поки що не має відповіді: якими лініями Фраунгофера можемо поступитися?

Тому вивчення дії світла на зорову систему людей, на людину взагалі, як і на живу природу, випромінювання Фраунгоферових ліній конче потрібне для розвитку штучного освітлення, пошуку нових джерел світла. Результати таких досліджень повинні лягти в основу регламентацій вимог до штучних джерел світла.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Панков О. П. Очки – убийцы. – М.: Метафора, 2005. – 240 с.
2. Вавилов С. И. Глаз и Солнце. О свете, Солнце и зрении. – М. — Л.: Гостехиздат. 1927. – 79 с.
3. Сапожников Р. А. Теоретическая фотометрия. – М.: Энергия, 1977. – 264 с.
4. Паламарюк М. В. Фотометричні основи колориметрії. – Чернівці.: Рута, 2005. – 480 с.
5. Храмов Ю. А. Физики. Биографический справочник. – М.: Наука, 1983. – 400 с.
6. Паламарюк В. Е. Закономерности релаксации оптических коэффициентов листьев растений в процессе их адаптации к свету. – Черновцы.: Черновицкий гос. ун-т, 1983. – 16 с. (Рукопись.. деп.. в Укр.. НИИТИ 8. У.1983 гю № 709 4к-Д 83).
7. Аллен К. У. Астрофизические величины, пер. с англ. – М.: Изд-во иностранной литературы. 1960. – 304 с.
8. Бачинський О. Й., Путілов В. В., Суворов М. П. Довідник з фізики. – К.: Радянська школа, 1953. – 340 с.