

DOI: 10.25140/2411-5363-2021-3(25)-150-159

УДК 004.3+004.02+004.5

Тарас Терлецький¹, Олег Кайдик², Віталій Пташенчук³¹кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електроніки та телекомунікацій
Луцький національний технічний університет (Луцьк, Україна)E-mail: t.terletskyi@lntu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4114-0734>²кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Луцький національний технічний університет (Луцьк, Україна)E-mail: o.kaidyk@lntu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3620-270X>³кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Луцький національний технічний університет (Луцьк, Україна)E-mail: v.ptashenchuk@lntu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1570-7570>

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ШЛЯХОМ УЗГОДЖЕННЯ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОСВІТЛЮВАЧІВ ТА ВІДЕОКАМЕР

У статті приведено результати аналізу шляхів підвищення ефективності систем відеоспостереження за недостатнього освітлення. Встановлено факт неузгодженості світлотехнічних параметрів відеокамер та інфрачервоних освітлювачів, що призводить до зменшення глибини і кута сектору спостереження. Описано аналітично взаємозв'язок їх параметрів та встановлено необхідні умови, за досягнення яких можна покращити ефективність системи. Подано рекомендації стосовно застосування освітлювачів, залежно від довжини їх хвилі випромінювання та поставленої оперативної задачі.

Ключові слова: матриця; відеокамера; спектральна характеристика; дальність підсвічування; кут огляду; еквівалентна освітленість.

Рис.: 3. Бібл.: 9.

Актуальність теми дослідження. Система відеоспостереження (CCTV) – невід'ємна складова сучасних інформаційних систем безпеки, завданням якої є спостереження, фіксація та запобігання потенційним правопорушенням, не обмежуючи свободу переміщення оточуючих.

Ці системи з оперативно-технічного погляду мають забезпечувати цілодобовий контроль усіх потрібних ділянок об'єкта захисту, що в темну пору доби, з метою забезпечення критерію інформативності, потребує застосування спеціалізованого освітлення.

Залежно від характеру відеоспостереження (струмуючий або прихований) це освітлення реалізується з використанням видимого та невидимого для очей людини спектра електромагнітного випромінювання.

У стримуючій зловмисників системі розміщують відеокамери й монітори так, щоб вони були на виду оточуючих. За прихованого відеоспостереження особливу увагу приділяють типу й розмірам телекамери, її маскуванню, прихованості проводки, системі освітлення тощо.

Вирішення певного типу оперативної задачі (моніторинг, розпізнавання, ідентифікація тощо), що ставиться до системи, за недостатнього природного освітлення залежить і від обґрунтованості світлотехнічних характеристик освітлювачів.

Постановка проблеми. За неузгодженості світлотехнічних характеристик відеокамер і освітлювачів спостерігається зменшення глибини бачення і кута огляду камери та утворення «мертвих» зон, що негативно впливає на ефективність інформаційної системи.

Вирішення цієї проблеми потребує відповідної методики, на основі якої можна буде досягнути узгодження світлотехнічних параметрів освітлювачів та відеокамер, що дозволить підвищити інформативність системи відеоспостереження за недостатнього природного освітлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Можливі шляхи підвищення ефективності CCTV за недостатнього освітлення розглядали Ю. М. Гедсберг [1], Влодо Дем'яновські [2], Н. Є. Уваров [3], Н. І. Чура [4; 5], Д. А. Довжиков [6], А. С. Гонга [8] та інші практики-дослідники. Ними було виділено два основні напрями покращення відеоспостереження в темну пору доби:

- підвищення чутливості відеокамери;
- застосування спеціальних освітлювачів.

У першому напрямі розглядали 5 способів підвищення чутливості камер з функцією день/ніч:

- переведення у темну пору доби кольорового сигналу у чорно-білий;
- примусове видалення ІЧ фільтра, встановленого перед матрицею;
- збільшення коефіцієнта підсилення відеотракту перед АЦП і збільшення розрядності тракту обробки сигналу;
- інтегрування заряду за площею матриці;
- інтегрування заряду за часом у матриці.

Перші два способи фактично перетворюють кольорову камеру у чорно-білу, а інші передбачають збільшення чутливості камер.

Одним з основних параметрів світлодіода є довжина хвилі випромінюваного ІЧ світла. У матрицях відеокамер спостерігають [2; 4; 8] спад чутливості зі збільшенням довжини хвилі до області ІЧ діапазону. З огляду на це зазвичай вибирають світлодіоди, основна випромінювальна здатність яких припадає на довжину хвилі 850 нм. У цих світлодіодів можна помітити червонувате світіння в темряві, тому що їх спектральна характеристика частково потрапляє в область видимого спектра. Повністю невидиме випромінювання мають світлодіоди з максимумом спектральної характеристики, що припадає на 930-950 нм. Якщо при організації CCTV немає необхідності в організації прихованого ІЧ підсвічування, то не варто встановлювати подібні освітлювачі, оскільки чутливість матриць відеокамери в цій області нижча, ніж у діапазоні 830-850 нм.

Осьова сила світла визначає дальність освітлення, яку можна збільшити як шляхом застосування більш потужних світлодіодів, так і завдяки збільшенню їх кількості. Проте збільшення кількості світлодіодів, як і збільшення струму, що проходить через кожен світлодіод ІЧ освітлювача, призведе до збільшення дальності виявлення тільки до певного моменту – досягнення так званої області насичення [4; 5].

Дальність підсвічування можна оцінювати як відстань від випромінювача до вертикальної площини, що визначається з умови мінімальної освітленості, яка відповідає 2 лк (точки перетину площини об'єкта спостереження і осі випромінювача) [7].

Розподіл світлового потоку ІЧ освітлювача у просторі представляють у вигляді діаграми просторового розподілу сили світла (діаграма спрямованості), яка показує частку випромінюваної енергії в обраному напрямку від загальної інтенсивності й характеризує ефективність випромінювача з погляду концентрації світлової енергії в потрібному напрямку. Кут випромінювання джерела освітлення визначається за діаграмою спрямованості як кут, який утворений променями, що виходять із точкового джерела і проходять через точки перетину діаграми спрямованості та лінії, яка визначає рівень половини відносної осьової сили світла.

Юрій Гедзберг зазначав: «...за однакової потужності випромінювання ІЧ освітлювачі можуть мати різні кути сектора освітлення (як правило, чим вужчий цей сектор, тим більше радіус дії). Слід мати на увазі, що чим вища довжина хвилі випромінювання, тим радіус дії ІЧ освітлювача менший...» [1].

Радіус дії ІЧ освітлювачів має досить умовне поняття. Це пояснюється тим, що переважно в технічній документації освітлювачів не вказується, з якими відеокамерами цей радіус дії забезпечується. Важливе не тільки значення мінімальної освітленості на об'єкті, необхідної для нормальної роботи камери, але і її спектральна чутливість.

При виборі ІЧ освітлювачів практики рекомендують [1; 2; 7] враховувати їх відмінність за дальністю можливого випромінювання і кутами освітлення. За першим параметром прилади ІЧ освітлювання поділяють на 3 групи: ближньої, середньої та дальньої дії.

Освітлювачі ближньої дії здатні забезпечувати освітлення на відстань від 1,5 до 10 метрів. Ці прилади зазвичай використовують для забезпечення нічного освітлення в банках, офісах, лікарнях, касах і багатьох інших місцях, де нічне відеоспостереження необхідне без застосування звичайних джерел світла.

Освітлювачі середньої дії зазвичай використовують для забезпечення нічного відеоспостереження на великих відкритих територіях, коли необхідно освітити весь простір ділянки. Подібні прилади здатні забезпечувати освітлення території з дальністю до 60 м, і широким кутом освітлення 120-160°.

Далекобійні ІЧ освітлювачі, як правило, забезпечують вузькоспрямований світловий потік, здатний концентруватися на віддаленому об'єкті до 300 м. Кут освітлення у них відповідний – від 20 до 60°. Їх використовують там, де застосування звичайних джерел світла для забезпечення умов відеоспостереження було б неприйнятним. Так, наприклад, ІЧ освітлювачі великої дальності використовуються на автошляхах для відеофіксації ситуації, які не засліплюють при цьому водіїв, і не створюють аварійних ситуацій.

За кутами освітлення ці прилади умовно ділять на ширококутні, що мають, як правило, невелику дальність; прилади з середніми кутами освітлення, а також освітлювачі гостронаправлені з великою дальністю, малі кути освітлення яких обумовлені незначною потужністю випромінювання світлодіодів, що не перевищує 5-10 Вт.

Деякі виробники вказують «відстань розпізнавання людини» за допомогою їх ІЧ освітлювача, проте подібна оцінка є суб'єктивною без проведення відповідних розрахунків із визначення кількості пікселів, що припадає на одиницю розміру об'єкта спостереження віддаленого від камери на визначену відстань. Крім цього «радіус дії» ІЧ освітлювача залежить ще і від коефіцієнта відбиття від об'єкта спостереження.

Нормування виробниками дальності дії своїх виробів розглядав Ніколай Чура [9] і встановив розбіжність заявлених параметрів ІЧ освітлювачів розрахунковим. Він зазначав: «... кращим для оцінки «радіусу дії» ІЧ освітлювача було б рішення, коли в темряві на визначеній відстані від відеокамери встановлювали б тест-об'єкти чітко обумовлених форм, розмірів і кольору, і за осцилографом оцінювався б відгук від цієї мішені в сигналі з відеокамери».

На даний час подібний підхід до атестації, як і сама метрологічна оцінка для ІЧ освітлювачів відсутні.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Аналіз наявних тестів відеокамер і освітлювачів, взятий у різних інформаційних ресурсів, дозволив встановити, що в процесі експлуатації зовнішніх відеокамер з ІЧ підсвічуванням, яке встановлене в загальному корпусі з камерою, виникають негативні моменти в їхній роботі – збільшення шумів матриці, надлишковість тепла, засвічення картинки сцени внаслідок забрудненості захисного скла тощо.

Особливу зацікавленість викликала інформація про невідповідність кутів огляду камери з кутами освітлення (у нічну пору реальний кут огляду зменшується внаслідок невідповідності кута освітлення) і глибини бачення камери з дальністю освітлення (глибина бачення суттєво зменшується), яка є актуальною для підвищення інформативності системи відеоспостереження за недостатнього природного освітлення.

Мета дослідження. Створення інженерної методики узгодження світлотехнічних параметрів освітлювачів та відеокамер потребувало аналітичного їх опису та отримання відповідних залежностей, а також рекомендацій із використання освітлювачів залежно від характеру системи та типу оперативної задачі.

Використання отриманої методики й розроблених рекомендацій під час проектування системи відеоспостереження дозволить визначити необхідні параметри освітлювальних приладів та обґрунтовано підійти до їх обирання, що суттєво підвищить ефективність даної системи.

Виклад основного матеріалу. Застосовуючи ІЧ освітлювачі, досить складно визначити необхідну потужність підсвічування для створення потрібної освітленості на об'єкті спостереження. Виробники, як правило, нормують потужність споживання, дальність підсвічування і діаграму спрямованості ІЧ освітлювача. При цьому кут розкриття діаграми спрямованості нормується найчастіше на рівні $1/2$ від максимуму потужності. Наведена дальність підсвічування передбачає одночасне вказання чутливості відеокамери, роздільної здатності та відношення сигнал/шум зображення, яке отримується при цьому. Критерієм мінімальної якості зображення є чітке розрізнення нерухомої межі чорного і білого полів на рівні шуму. Труднощі нормування ІЧ підсвічування, недостатність зазначених характеристик, а також часті випадки невідповідності реальних характеристик заявленим приводять до поширення експериментального методу підбору ІЧ освітлювачів у реальних умовах безпосередньо на об'єкті контролю, що вимагає багато часу.

Діаграма спрямованості світлодіодних ІЧ освітлювачів, за рідкісним винятком, формується самими світлодіодами і має форму конуса. Величину кута розкриття прийнято нормувати за рівнем $1/2$ відносно максимуму, розташованого за віссю світлового пучка. Приклади типових характеристик спрямованості [9] з кутами 40° і 80° наведені на рис. 1. У межах рівня $1/2$ випромінюється від 65 до 80 % всієї потужності, залежно від конструкції, фокуса світлового діода, наявності додаткового відбивача і кута розкриття.

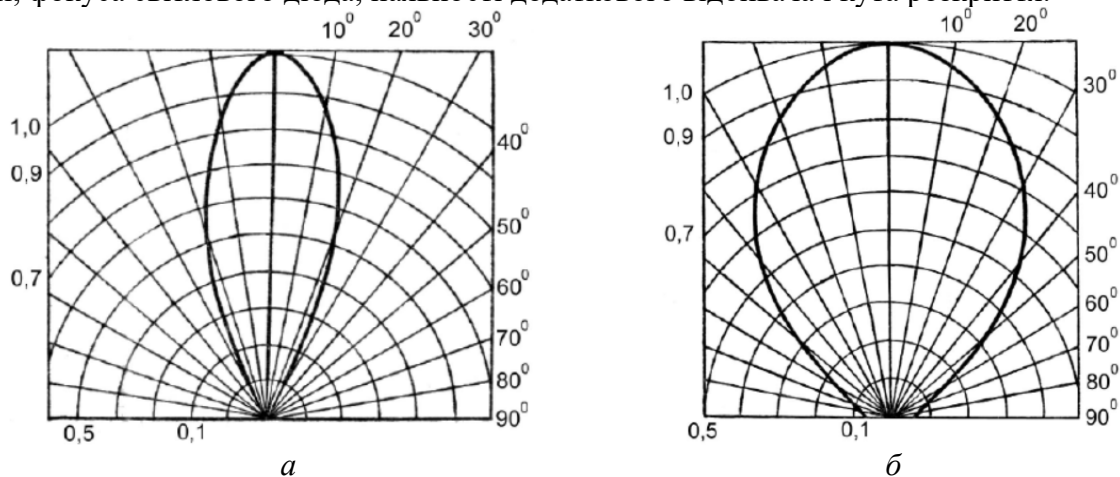


Рис. 1. Діаграми спрямованості світлових потоків ІЧ освітлювачів: з кутом випромінювання а – 40° ; б – 80°

Чутливість відеокамер нормується освітленістю (лк) або світловим потоком (лм) – величинами, які характеризують вплив світла на чутливий елемент (око, матриця). Світловий потік характеризує потужність світлового випромінювання. У загальному випадку світловий потік джерела випромінювання з рівномірною спектральною щільністю в діапазоні від λ_1 до λ_2 можна визначити як:

$$\Phi = k \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P(\lambda) y(\lambda) d\lambda, \quad (1)$$

де $k = 683$ – коефіцієнт максимальної спектральної світлової ефективності (фотометричний еквівалент); $P(\lambda)$ – потужність випромінювання на довжині хвилі λ ; $y(\lambda)$ – функція бачення ока.

Максимальна спектральна світлова ефективність припадає на довжину хвилі $\lambda = 555$ нм і відповідає зеленому світлу.

Освітленість поверхні E характеризується відношенням світлового потоку Φ , який падає на неї, до її площі S . Стосовно віддаленого джерела світлової хвилі можна вважати плоскою. У цьому випадку при падінні світла на поверхню під кутом φ вираз для освітленості у площині об'єкта спостереження матиме вигляд:

$$E_{об} = \frac{\Phi}{S} \cos \varphi. \quad (2)$$

Для монохроматичного випромінювання за максимальної чутливості, з урахуванням вище викладеного і потужності світлового випромінювання, вираз освітленості набуде вигляду:

$$E_{об} = \frac{683P_{onm}}{S} \cos \varphi. \quad (3)$$

При використанні ІЧ підсвічування у відеоспостереженні його джерело можна розглядати як вузькосмугове і монохромне. Таким чином, можна вважати всю потужність випромінювача зосереджену в максимумі його спектральної характеристики.

За аналогією з інтерпретацією взаємодії монохромного і білого світла з оком людини можна оцінити створення еквівалентної освітленості ІЧ підсвічуванням стосовно матриці відеокамери з урахуванням її чутливості в спектральній області підсвічування. Усереднена типова спектральна характеристика чутливості матриці (I) приведена на рис. 2 [4].

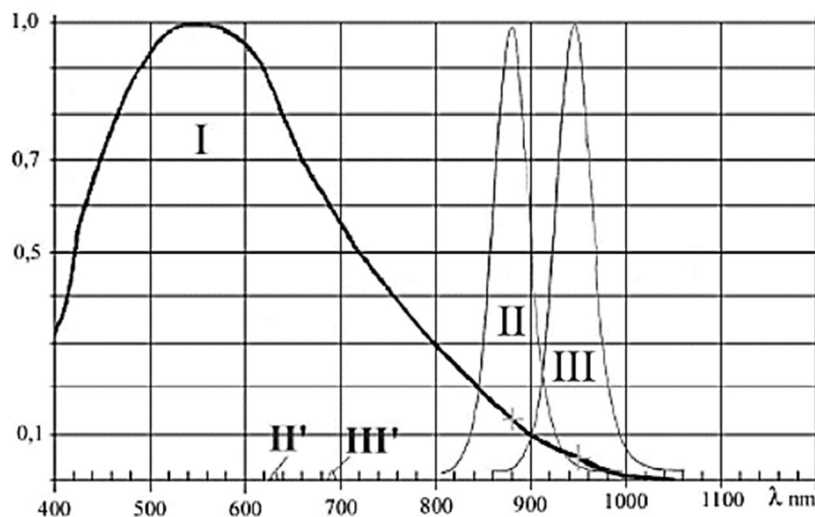


Рис. 2. Характеристики спектральної чутливості типових матриць

З графіка видно, що найефективніше використовувати випромінювачі з мінімальною довжиною хвилі. У цьому випадку зниження світлочутливості матриці камери мінімальне і це дозволяє збільшити дальність підсвічування. Крім цього, ефект розфокусування зображення внаслідок зміни коефіцієнта заломлення оптики, а також і зміщення фокальної площини об'єктива, теж мінімальний. Але чітке бачення джерел випромінювання людським оком призводить до унеможливлення прихованого спостереження.

У свою чергу зміщення випромінювання ІЧ освітлювача в область 940–950 нм призводить до зниження інтенсивності видимого світіння і невидимості цього випромінювання людським оком.

З графіка видно, що чутливість камер для ліній генерації поширених світлодіодних ІЧ випромінювачів з довжиною хвилі 880 нм (II) і 950 нм (III) становить близько 14 і 5 % від максимальної відповідно.

Площу світлової плями, що освітлює об'єкт спостереження, спрощено можна визначити як площу основи конуса, в нашому випадку світлового, з урахуванням дальності підсвічування L_n і повного плоского кута підсвічування (діаграми спрямованості) θ . Отже:

$$S = \pi \left(L_n \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right)^2. \quad (4)$$

Звідси діаметр світлової плями, яка відповідає лінійному значенню освітленого поля зору камери, можна визначити як:

$$D_{с.п.} = L_{п.з.} = 2L_n \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}. \quad (5)$$

З урахування викладеного, освітленість у площині об'єкта набуде такого вигляду:

$$E_{об} = \frac{683P_{онм}}{\pi \left(L_n \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right)^2} \cos \varphi. \quad (6)$$

Перетворивши останній вираз отримаємо рівняння, яке дозволить визначити дальність підсвічування ІЧ освітлювачем (відстань до об'єкта спостереження, за якою освітлювач забезпечить рівень освітленості об'єкта спостереження $E_{об}$):

$$L_n = \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\theta}{2}} \sqrt{\frac{683P_{онм}}{\pi \frac{E_{об}}{\cos \varphi}}}. \quad (7)$$

У темну пору доби навколишнє природне освітлення різниться і залежить від погодних умов (див. табл. 1) [2].

Таблиця 1

Значення освітленості стосовно типових випадків

Умови відеоспостереження	Рівень освітленості, лк
Вночі за ясного неба без місячного освітлення	0,003÷0,1
Вночі за місячного освітлення:	
- повний місяць:	0,1÷0,3
- ¼ частини місяця:	0,05
Повні сутінки без вуличного освітлення	1
У сутінках з вуличним освітленням	2

Стикаючись з об'єктом спостереження і освітлюючи його світловий потік втрачає частину свого значення внаслідок часткового його поглинання поверхнею об'єкта.

Поглинання світлового потоку об'єктом є протилежною величиною коефіцієнта відбиття ρ , яка залежить від матеріалу та кольору його поверхні й характеризується коефіцієнтом поглинання. Найбільше поглинання мають темні кольори, а світлі – найменше.

Втрата частини світлового потоку на об'єкті призводить до зменшення величини освітленості, і як наслідок – відеокамера сприйматиме меншу освітленість, яку називають еквівалентною.

Еквівалентну освітленість, що потрапляє на матрицю відеокамери, можна визначити як:

$$E_{екв} = E_{об} K_{\lambda} K_{\alpha} \rho, \quad (8)$$

де K_{λ} – спектральна чутливість відеокамери; K_{α} – коефіцієнт пропускання світлового потоку об'єктива камери; ρ – коефіцієнт відбиття світлового потоку поверхнею об'єкта спостереження.

Для звичайних камер спостереження освітленість об'єкта $E_{об}$ можна призначати в діапазоні 2-5 лк, достатньому для отримання прийняттого зображення; а стосовно чутливих камер – 0,4-0,6 лк.

У свою чергу, відеокамера на відкритому просторі формує зображення зони спостереження, яка просторово обмежена кутами огляду у вертикальній і горизонтальній площинах (рис. 3). Щоб зона відображення об'єкта спостереження в лінійному полі зору камер у темну пору доби не звужувалася необхідно щоб ці кути перекривав, або був більшим за них, повний плоский кут підсвічування θ ІЧ освітлювача.

Територію, що потрапляє в зону огляду, називають сектором огляду, а її відображення – сценою.

З наведеної схеми (рис. 3) видно, що на величину кута огляду впливає фокусна відстань об'єктива і розмір матриці.

Вертикальний і горизонтальний кути огляду камери різні, оскільки ширина і висота її матриці відмінні.

Вертикальний кут визначається як:

$$\alpha_v = 2 \arctg \frac{v}{2f}, \quad (9)$$

де v – висота матриці (мм); f – фокусна відстань об'єктива (мм).

Аналогічно, горизонтальний кут можна визначити як:

$$\alpha_z = 2 \arctg \frac{h}{2f}, \quad (10)$$

де h – ширина матриці (мм).

Переважно, крім «коридорного» формату матриці, горизонтальний кут огляду камери є більшим за вертикальний. З огляду на це з метою виконання поставлено завдання необхідне забезпечення такої умови:

$$\theta \geq 2 \arctd \frac{h}{2f}. \quad (11)$$

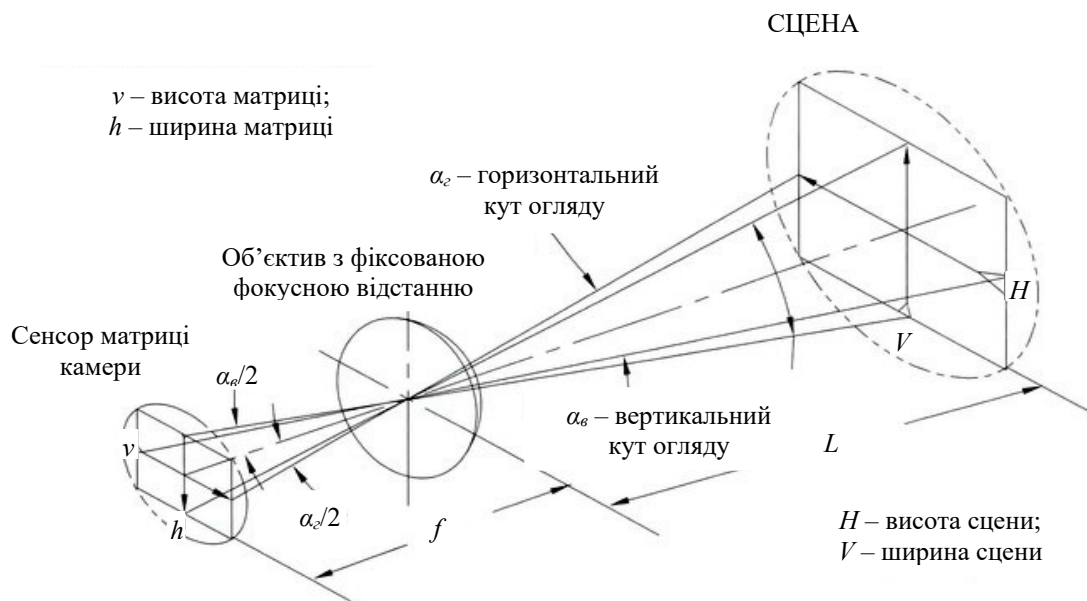


Рис. 3. Оптична схема отримання зображення на матриці відеокамери:
 f – фокусна відстань, L – відстань до об'єкта спостереження, α – кут огляду

Для того, щоб відображення зони об'єкта спостереження повністю потрапляло на поверхню матриці за шириною, повинна виконуватись рівність:

$$\frac{f}{h} = \frac{L}{H}. \quad (12)$$

Звідси:

$$f = h \frac{L}{H}. \quad (13)$$

У свою чергу, лінійне поле зору стосовно відеокамери з фокусною відстанню f і шириною матриці h , віддаленої від об'єкта спостереження на відстань L , можна визначити як:

$$H = L \frac{f}{h}. \quad (14)$$

Висновки. Використовуючи вище наведені залежності можна встановити узгодженість параметрів відеокамер і освітлювачів, що дозволить підвищити ефективність CCTV за недостатнього освітлення зони спостереження.

Щоб обрати необхідний ІЧ освітлювач, відповідно до конкретної оперативної задачі, потрібно встановити відстань на якій потрібно її вирішувати і за залежністю (7) визначити потужність P_{opt} освітлювача та забезпечити виконання умови (11) освітлення зони спостереження.

За результатами проведеної роботи сформовано наступні рекомендації із застосування ІЧ освітлювачів:

1. Застосування освітлювача з довжиною хвилі 940 нм доцільне у випадках прихованого відеоспостереження на відносно коротких дистанціях. Ці освітлювачі мають приблизно вдвічі меншу потужність випромінювання від звичайних ІЧ освітлювачів внаслідок низького ККД;

2. На середніх і далеких дистанціях відеоспостереження потрібно використовувати ІЧ освітлювачі з довжиною хвилі 850 нм;

3. Застосування ІЧ освітлювачів з довжиною хвилі 880 нм є доцільним на середніх і малих дистанціях.

Бажано уникати використання відеокамер з вбудованим потужним ІЧ освітлювачем. У таких камер тепло від функціонуючої світлодіодної матриці буде відведене у внутрішній простір корпусу і додати теплового шуму матриці.

Відеокамера з вбудованим ІЧ освітлювачем, яка оснащена варіофокальним об'єктивом, матиме ефективність роботи підсвічування тільки при куті огляду об'єктива, який відповідає куту випромінювання світлодіодів. В усіх інших випадках нівелюється дальність спостереження. Рішенням такої проблеми є використання виносних ІЧ освітлювачів у вигляді прожекторів, що віддалені від відеокамери і мають відповідні характеристики, які відповідають узгодженості виставленого кута огляду об'єктива і необхідних умов освітленості сцени.

На основі вище викладеного можна констатувати, що камери з вбудованим ІЧ освітленням з інженерної точки зору несе більше негативу ніж позитиву і оптимальним варіантом забезпечення необхідного рівня освітлення – використання ІЧ освітлювачів у вигляді прожекторів.

Список використаних джерел

1. Гедзберг Ю. М. Охранное телевидение / Ю. М. Гедзберг. М. : Горячая линия - Телеком, 2005. – 312 с.
2. Влодо Демьяновски. Библия видеонаблюдения / Влодо Демьяновски ; пер. с англ. А. А. Коломыйцев. – 3-е изд. – М. : Секьюрити Фокус, 2020. – 470 с.
3. Уваров Н. Е. Секреты высокой чувствительности ТВ камер / Н. Е. Уваров // Алгоритм безопасности. – 2002. – № 6. – С. 14–18.
4. Чура Н. И. Инфракрасная подсветка при теленаблюдении [Электронный ресурс] / Н. И. Чура // Специальная техника. – 2000. – № 1. – Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20070206103428/http://st.ess.ru/publications/articles/chura/chura.htm>.
5. Чура Н. И. Мифы и реальность ночного видеонаблюдения [Электронный ресурс] / Н. И. Чура // Специальная техника. – 2005. – № 3. – Режим доступа: https://web.archive.org/web/20070206102705/http://st.ess.ru/publications/5_2003/chura/chura.htm.
6. Довжиков Д. А. Телевизионные камеры день/ночь. Почему они разные? Тест драйв [Электронный ресурс] / Д. А. Довжиков, А. Н. Куликов // Системы безопасности и связи. – Режим доступа: <https://www.yashka.su/articles/37/>.

7. Кухаренко М. Современные тенденции развития и применения инфракрасной подсветки в камерах видеонаблюдения / М. Кухаренко // Технологии защиты. – 2010. – № 5. – Режим доступа: <http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=516&uid2=633&uid3=646>.

8. Гонта А. С. Практическое пособие по видеонаблюдению / А. С. Гонта. – М. : Издательская группа АСТ, 2017. – 188 с.

9. Чура Н. И. Российские ИК-осветители: Анализ заявленных характеристик / Н. И. Чура // Каталог “ССТV”-2009. – М. : Агентство Монитор, 2009. – С. 37–39.

References

1. Gedzberg, Yu.M. (2005). *Okhrannoe tevidenie [Security television]*. Goryachaia liniia - Telekom.
 2. Vlado Demianovski. (2020). *Bibliia videonabliudeniia [CCTV Bible]*. (3 ed.). Sekyuriti Fokus.
 3. Uvarov, N.E. (2002). Sekrety vysokoy chuvstvitelnosti TV kamer [Secrets of high sensitivity of TV cameras]. *Algoritm bezopasnosti – Security algorithm*, (6), 14–18.

4. Chura, N.I. (2000). Infrakrasnaya podsvetka pri telenablyudenii [Infrared illumination for TV surveillance]. *Spetsialnaya tekhnika – Special equipment*, (1). <https://web.archive.org/web/20070206103428/http://st.ess.ru/publications/articles/chura/chura.htm>.

5. Chura, N.I. (2005). Mify i realnost nochnogo videonabliudeniia [Myths and reality of night video surveillance]. *Spetsialnaia tekhnika – Special equipment*, (3). https://web.archive.org/web/20070206102705/http://st.ess.ru/publications/5_2003/chura/chura.htm.

6. Dovzhikov, D.A., & Kulikov, A.N. (n.d.). Televizionnye kamery den/noch. Pochemu oni raznye? Test draiv [Television cameras day / night. Why are they different? Test drive]. *Sistemy bezopasnosti i svyazi – Security and communication systems*. <https://www.yashka.su/articles/37>.

7. Kukharenko, M. (2010). Sovremennye tendentsii razvitiia i primeneniia infrakrasnoi podsvetki v kamerakh videonabliudeniia [Modern trends in the development and use of infrared illumination in CCTV cameras]. *Tekhnologii zashchity – Protection technologies*, (5). <http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=516&uid2=633&uid3=646>.

8. Gonta, A.S. (2017). *Prakticheskoe posobiye po videonabliudeniuu [Practical guide to video surveillance]*. Izdatelskaia gruppa AST.

9. Chura, N.I. (2009). Rossiiskie IK-osvetiteli: Analiz zaiavlennykh kharakteristik [Russian IR illuminators: Analysis of the declared characteristics]. *Katalog “CCTV” – Catalog “CCTV”* (pp. 37–39). Agentstvo Monitor.

Отримано 05.07.2021

UDC 004.3+004.02+004.5

Taras Terletskyi¹, Oleh Kaidyk², Vitalii Ptashenchuk³

¹PhD in Technical science, Associate Professor, Associate Professor of Electronics and Telecommunications Department
Lutsk National Technical University (Lutsk, Ukraine)

E-mail: t.terletskyi@lntu.edu.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4114-0734>

²PhD in Technical Science, Associate Professor,
Associate Professor of Automation and Computer Integrated Technologies Department
Lutsk National Technical University (Lutsk, Ukraine)

E-mail: o.kaidyk@lntu.edu.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3620-270X>

³PhD in Technical Science, Associate Professor,
Associate Professor of Automation and Computer Integrated Technologies Department
Lutsk National Technical University (Lutsk, Ukraine)

E-mail: v.ptashenchuk@lntu.edu.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1570-7570>

IMPROVING THE EFFICIENCY OF VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM BY HARMONIZING LIGHTING PARAMETERS OF LIGHTERS AND VIDEO CAMERAS

The video surveillance system (CCTV) should provide round-the-clock control of all necessary areas of the object of protection, and in the dark of the day requires the use of specialized lighting. The solution of a certain type of operational problem related to the system, in case of insufficient natural light, also depends on the validity of the lighting characteristics of the luminaires.

Due to the inconsistency of the lighting characteristics of video cameras and illuminators, there is a decrease in the depth of vision and the angle of view of the camera and the appearance of "dead" zones. This negatively affects the efficiency of the system. The solution to this problem requires appropriate engineering techniques. On its basis, it will be possible to achieve harmonization of lighting parameters of illuminators and video cameras, which will increase the informativeness of the video surveillance system in case of insufficient natural light.

Analysis of research and publications on improving the efficiency of CCTV in the dark showed that the choice of special lighting has received little attention.

The analysis of the available tests of video cameras and illuminators indicated a discrepancy between the viewing angles of the camera and the angles of illumination and the depth of vision of the camera with the lighting range, which is relevant to increase the informativeness of video surveillance in low natural light.

The purpose of this article is to analyze the lighting parameters of video cameras and illuminators. This is necessary for a reasonable choice of the latter when designing a video surveillance system.

Based on the functional analysis of the system, the method of determining the necessary lighting parameters of the illuminator depending on the parameters of the video camera is presented in the work. Recommendations for their use depending on the nature of the system and the type of operational task are formulated.

In the work for the first time the engineering technique of definition of lighting parameters of illuminators depending on characteristics of video cameras is offered.

Keywords: matrix; video camera; spectral characteristic; backlight range; viewing angle; equivalent illumination.

Fig.: 3. References: 9.