

УДК 621.328

В. П. Кожем'яко, д. т. н., проф.; Г. Д. Дорощенко, к. т. н. доц; М. П. Борбич
СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ З
НАБІРНИМ ЕКРАНОМ НА СВІТЛОДІОДАХ

Проаналізовано сучасні світові досягнення в галузі пристроїв виведення відеоінформації як складових оптико-електронної геоінформаційно-енергетичної системи, зокрема кольорових відеоекранів великого розміру зображення. Розглянуто вади поширеної двокоординатної системи адресації, яка забезпечує мінімальність каналів управління індикаторами. Запропоновано структури світлодіодних матричних набірних відеоекранів, в яких відсутні недоліки зазначеної системи адресації.

***Ключові слова:** відеоекран, індикатор, елемент індикації, комірка зображення, повнокольоровий піксел, світлодіод.*

Актуальність

Поєднання світової структури Internet з потужною енергетичною мережею, яка вже існує і в Україні, і в цілому світі, є достатньою базою для орієнтації на глобальні геоінформаційно-енергетичні мережі. Минуле століття дало людству глобальну геоінформаційну мережу, але завжди гостро стоїть проблема ефективної структурної побудови складових останньої та необхідної для цього елементної бази.

Оптико-електронна геоінформаційно-енергетична система (ОЕ ГІЕС) управління інфраструктурою міста або регіону [1] складається з об'єднаних між собою серверів різного призначення, зокрема сервера обробки відеоінформації, з яким з'єднані пристрої введення та виведення відеоінформації. Пристрої виведення відеоінформації містять в своєму складі монітори різного призначення і, крім того, кольоровий відеоекран великого розміру зображення. Отже, системи відображення відеоінформації на основі набірних екранів дуже актуальні як альтернатива проєкційним екранам. Практичної реалізації досягли набірні екрани з електронно-променевих трубок, газорозрядних панелей постійного і змінного струмів (плазмових панелей), рідкокристалічних панелей і світлодіодів.

Сьогодні у життя мешканців великих міст стрімко увійшло таке явище, як відеоекран. Якщо історію відеоекранів відслідковувати за доступними зараз в Інтернеті публікаціями, то може скластися враження, що ці пристрої з'явилися в країнах СНД тільки у 90-ті роки минулого сторіччя. Насправді цей напрямок започаткований в Україні значно раніше.

У Радянському Союзі перший відеоекран вітчизняного виробництва було встановлено 1973 року в Москві на Калінінському проспекті. Це був повнокольоровий "телевізор" на автомобільних лампах розжарювання з червоними, синіми і зеленими світлофільтрами. Називався електронний інформатор "Елін". Розробник і виробник – Центральне конструкторське бюро інформаційної техніки (ЦКБІТ), розташоване в м. Вінниці і підпорядковане Міністерству електронної промисловості СРСР. Спроба виявилася не дуже вдалою, і хоча відеоекран працював досить довго, але його надійність була недостатньою для такого типу пристроїв. Головною причиною цього був дуже жорсткий режим роботи елементів індикації.

У 1979 році на центральній площі міста Вінниці було введено в експлуатацію монохромний експериментальний відеоекран. Розробка пристрою ґрунтувалась на логіко-часовому принципі модуляції яскравості комірок зображення [2]. Елемент індикації – лампа розжарювання на 127 В потужністю 30 Вт, розміри інформаційного поля – 8×6 м, роздільна здатність – 128×96 комірок зображення, кількість градацій яскравості – 16.

Досвід, отриманий під час роботи над цим пристроєм, а також успіхи підприємств електронної промисловості в галузі створення елементної бази дозволили у другій половині

1983 року розпочати роботи зі створення повнокольорового відеоекрану на вакуумно-люмінесцентних індикаторах, призначеного для заміни морально застарілого на той час пристрою на Калінінському проспекті. Проект отримав назву "Елін 2". Головним виконавцем проекту був ЦКБІТ. В основу розробки було впроваджено сумісний винахід працівників цього підприємства та ВНТУ – тоді Вінницького політехнічного інституту [3]. "Елін 2" розпочав працювати влітку 1985 року (до відкриття в Москві Міжнародного фестивалю молоді і студентів). Розміри екрану – 17×13 м, роздільна здатність – 192×144 пікселів, кількість градацій – 16 по кожному з кольорів, шкала формування – нелінійна. Відеоекран складався з 1728 індикаторних модулів – 48 в рядку і 36 по вертикалі.

Сьогодні серед цього типу екранів найбільше поширення у світі одержали вироби на основі світлодіодів. В останні роки досягнуто великих успіхів по збільшенню їхньої яскравості і довговічності, по розширенню спектрального діапазону. Обмеженням світлодіодів є необхідність розставляти їх на підкладці на певній відстані один від одного для кращого розсіювання теплової енергії. Через це на їхній основі не виготовляються дисплеї типу монітора, але водночас вони є ідеальним зовнішнім засобом відображення.

На світлодіодах виготовляються як порівняно прості за конструкцією вироби, наприклад, годинник, світлофори, індикатори аудіовізуальної техніки, так і складні.

Особливо вражають своїми розмірами і яскравістю гігантські екрани на основі світлодіодних панелей. З останніх досягнень варто згадати екран надвисокої роздільної здатності (2000×2000 елементів) розміром 60 дюймів (150 см) з яскравістю 330 кд/м^2 і схемами керування, що дозволяють одержувати напівтонові кольорові зображення. Фірма Lumitex, Inc., що працює у США й Англії, створила ряд розробок на основі довговічних світлодіодів з часом життя від 5000 до 100000 годин. Яскравість панелей спеціального застосування доходить до 8000 кд/м^2 . Англійською фірмою Picturebox, The Big Screen Co розроблений набірний екран розміром $3,6 \times 4,8$ м, що легко можна перевезти в будь-яке місце у спеціально обладнаному автомобілі. Екран містить 221184 кольорових пікселів, кожен розміром – 25 мм. Яскравість екрана 3000 кд/м^2 , що дозволяє використовувати його для масових заходів у будь-яку годину доби. Для зменшення тепловиділення корпус екрана пофарбований за технологією "Стелс" [4].

Варто зазначити, що у 80-х роках в тому ж ЦКБІТ велися роботи по дослідженню можливості отримання напівтонових зображень на світлодіодних індикаторах (для дослідів використовувалися зразки світлодіодів підприємства "Старт").

Принципи структурної побудови відеоекранів

У дискретній індикаторній техніці найпоширеніша система двокоординатної адресації, яка забезпечує значне зменшення кількості каналів управління та виводів індикатора, число яких складає суму M рядкових і N стовпчикових шин (в однокоординатній системі адресації необхідно $M \times N$ каналів).

Термінологія "двокоординатна адресація", на наш погляд, є найбільш придатною, хоча в літературі застосовуються й інші визначення для такого виду адресації, наприклад, матрична [5] або мультиплексна [6].

Система двокоординатної адресації характеризується тим, що кожний елемент зображення має два виводи (входи) управління, причому один з входів підключений до відповідної рядкової, а другий – до стовпчикової шини матриці. За такої системи адресації можливий лише динамічний режим роботи, який здійснюється таким чином: по одній координаті, наприклад, рядкам, здійснюється розгорнення (сканування) шляхом подання по черзі на кожний рядок імпульсів розгорнення, а по другій координаті, наприклад, до стовпчиків синхронно надходять інформаційні імпульси, причому подача їх можлива на всі стовпчики одночасно. Звичайно збудження елементів зображення виникає при збігові відповідних імпульсів на рядку і стовпчику.

При двокоординатній адресації виникає серйозна проблема, зумовлена перехресним з'єднанням елементів зображення, висуває певні вимоги до електричної характеристики даних елементів. Під час, коли до вибраного елемента квадратної матриці прикладається напруга U , то до інших елементів, з'єднаних з даним рядком або стовпчиком, буде прикладена напруга: $U^* = U(n-1)/(2n-1)$, а до решти елементів – напруга: $U^{**} = U/(2n-1)$, за умовою рівності опорів елементів зображення (матриця $n \times n$ елементів). З даних напруг паразитного зв'язку найбільш суттєвою є напруга U^* тому, що за великих n вона прагне до значення $U/2$, що призводить до так званого крос-ефекту, тобто на матриці з'являється зображення у вигляді двох ліній (хреста), які світяться, з більш яскравою точкою у місці перехрещування. За наявності в елементів зображення порога ввімкнення за умови, що поріг більше максимально можливої напруги на елементі, коли він не вибраний, крос-ефект не спостерігається. Таким чином поріг увімкнення в елементів зображення повинен перевищувати $U/2$.

Другим суттєвим недоліком двокоординатної системи адресації є наявність напруги (сигналу) на елементі відображення тільки під час збігу відповідних імпульсів на рядку і стовпчику матриці, що значно знижує ефективну яскравість елементів зображення.

Якщо в елемент (комірку) зображення ввести певну схему управління, то можна отримати гібридну систему адресації, яка зберігає переваги двокоординатної системи адресації та набуває корисних властивостей однокоординатної системи адресації, зокрема функції "пам'ять".

Існує багато телевізійних відеоінформаційних систем, в яких функція "пам'ять" є в елементах зображення за рахунок паралельних [7] або зсувних регістрів [8, 9]. Недолік таких відеоекранів – велика кількість вертикальних шин ($k \times N$) або виводів формування напівтонів (k), що суттєво ускладнює виконання матричного відеоекрану в набірно-інтегральному варіанті. Цей недолік усунуто в розробленій відеосистемі, в основу роботи якої покладено метод KVP-перетворень [10]. Згідно цього методу кожному дискретному значенню рівня відеосигналу відповідає адекватна тривалість збудження комірки зображення в діапазоні від нуля до тривалості періоду кадру.

Структурно система для відтворення напівтонових кольорових зображень (рис. 1) складається з матричного екрану (МЕ), виконаного на базі над'яскравих світлодіодів та пристроїв розгортки, синхронізації й обробки інформації. Синхронізацію процесів та обробку вхідної аналогової або цифрової відеоінформації виконує відеопроцесорний пристрій (ВП). Паралельно-послідовні регістри, з об'ємом пам'яті рядку відеоінформації МЕ, є основою пристрою оперативної пам'яті (ОП). Пристрій розгортки (ПР) виконує сканування МЕ за рядками [11].

Основою набірної матричного екрану є матриця (модуль) з комірок зображення. Матриця має горизонтальні та вертикальні шини управління, тактові шини запису та формування напівтонів. Перший варіант комірки матриці (рис. 2) містить зсувний регістр RG, три двійкові лічильники на віднімання (від'ємники) CT2 та три світловипромінювальні елементи (світлодіоди) HL_R, HL_G, HL_B, що утворюють повнокольоровий піксел зображення за рахунок червоного, зеленого та синього кольорів випромінювання [9].

Другий варіант комірки матриці містить зсувний регістр RG, один двійковий лічильник на віднімання (від'ємник) CT2 та один світлодіод HL [12]. Утворення повнокольорового пікселу зображення відбувається за рахунок чотирьох комірок матриці даного варіанту зі світлодіодами червоного, зеленого та синього кольорів випромінювання, причому світлодіодів одного з кольорів випромінювання має бути подвійна кількість. Розташування світлодіодів у пікселі першого (а) та другого (б) варіантів наведено на рис. 3.

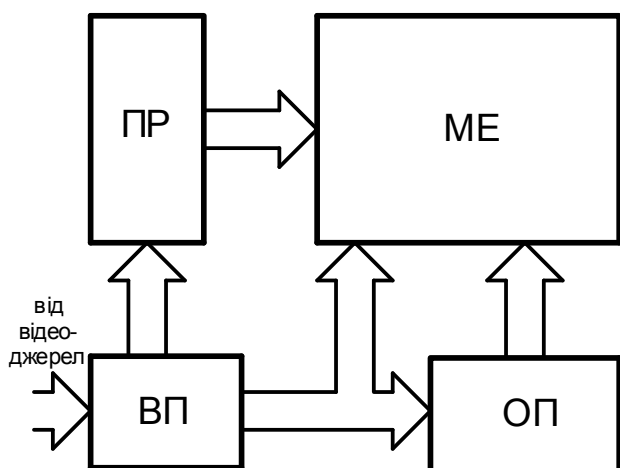


Рис. 1. Структура матричного світлодіодного відеоекрану

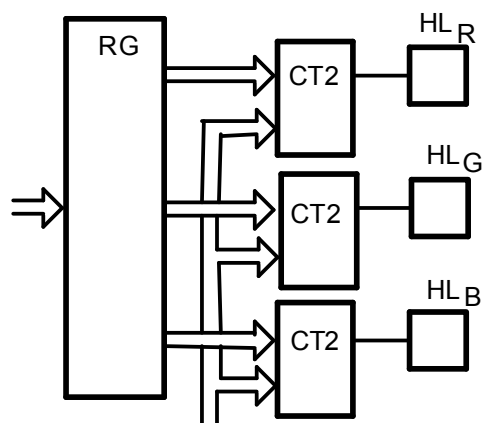


Рис. 2. Структурна схема пікселя

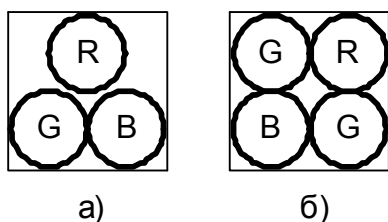


Рис. 3. Варіанти розташування комірок

моменту перезапису інформації зі зсувного регістру RG до моменту встановлення нульового коду. Таким чином тривалість сигналу на виході від'ємника CT2 залежить від початкового двійкового коду, причому найбільша тривалість вихідного сигналу буде отримана за кодом 11...1, який відповідає найбільшій градації яскравості світлодіоду HL. Проміжні градації яскравості будуть отримані при інших початкових кодах. Сигнали з виходів від'ємників CT2 надходять до світлодіодів HL через елементи комутації (на схемі не позначені).

Науково-виробничою фірмою "Планета-М" (м. Вінниця) впроваджено в розробку та виготовлено відеосистему з набірним екраном на світлодіодах (рис. 4, рис. 5). Основою відеоекрану є індикаторна панель (рис. 6), виконана на друкованій платі, що містить з одного боку 16×8 повнокольорових пікселів. Кожен піксель утворюють чотири світлодіоди – два червоного та по одному зеленого та синього кольорів випромінювання. З протилежного боку на платі розташовані схеми керування світлодіодами та з'єднувачі. Друкована плата розміщена в металевому корпусі та залита компаундом. 12 індикаторних панелей складають

Інформація надходить у ВП з аналогових або цифрових відеоджерел. У випадку вхідного аналогового сигналу ВП перетворює останній у цифровий відеосигнал – паралельний двійковий код з визначеною кількістю розрядів. Необхідні сигнали синхронізації також виробляє ВП. Кожні k розрядів несуть інформацію яскравості елементів певного кольору, перші, наприклад, червоного, другі k розрядів – зеленого і останні k розрядів – синього.

З інформаційних виходів ВП цифровий відеосигнал надходить до ОП, який складається з зсувних регістрів. Інформація яскравості комірок зображення за тактовими сигналами запису накопичується в зазначених регістрах за рахунок зсуву двійкового коду від першого регістру до останнього, після чого зчитується у зсувні регістри RG обраного рядка МЕ за сигналами ПР. Після запису інформації у зсувні регістри RG матриці за кадровим синхросигналом пройде перезапис останньої в кожний від'ємник CT2.

Процес відтворення зображення відбувається таким чином. Як тільки у будь-якому від'ємнику CT2 буде встановлений код відмінний від нульового, на вході дозволу віднімання цього від'ємника з'являється сигнал, який дозволяє йому зменшувати свій стан на одиницю за кожним тактовим імпульсом, що надходить на його тактовий вхід з тактової шини формування напівтонів. Нижчезгаданий сигнал дозволу віднімання буде на виході кожного від'ємника CT2 від

індикаторний модуль із загальним блоком управління.

До складу індикаторного модуля також входить блок живлення. Індикаторний модуль містить 96×64 пікселів. 10×10 індикаторних модулів утворюють набірний відеоекран, інформаційне поле якого містить 960×640 пікселів розміром $1,92 \times 1,28$ м. Яскравість відеоекрану 7600 кд/м², що дозволяє використовувати його при сонячному освітленні у будь-яку годину дня.

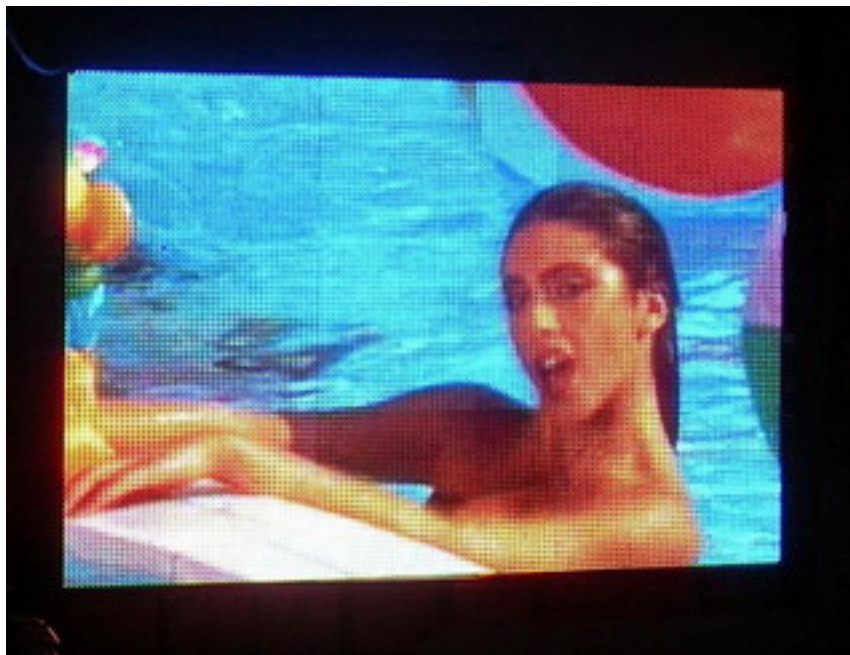


Рис. 4. Набірний відеоекран фірми “Планета-М”

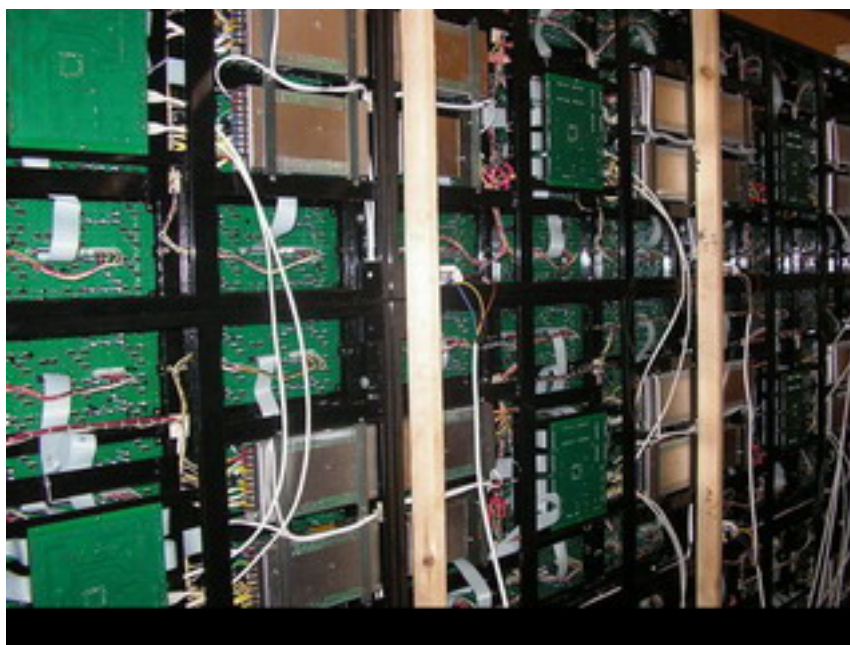


Рис. 5. Набірний відеоекран (вид з боку монтажу)

Крім вище зазначених відеоекран має такі технічні характеристики:

- крок пікселу 20 мм;
- кількість градацій яскравості 256;
- кількість кольорових відтінків 16,7 млн.;
- кадрова частота не менше 150 Гц;

- споживана потужність відеоекрану 930 Вт/м²;
- максимальний струм світлодіодів 20 мА;
- шкала формування градацій яскравості нелінійна, адаптована під особливості зору;
- струм через світлодіоди стабілізований;
- яскравість відеоекрану автоматично регулюється в залежності від зовнішнього освітлення.

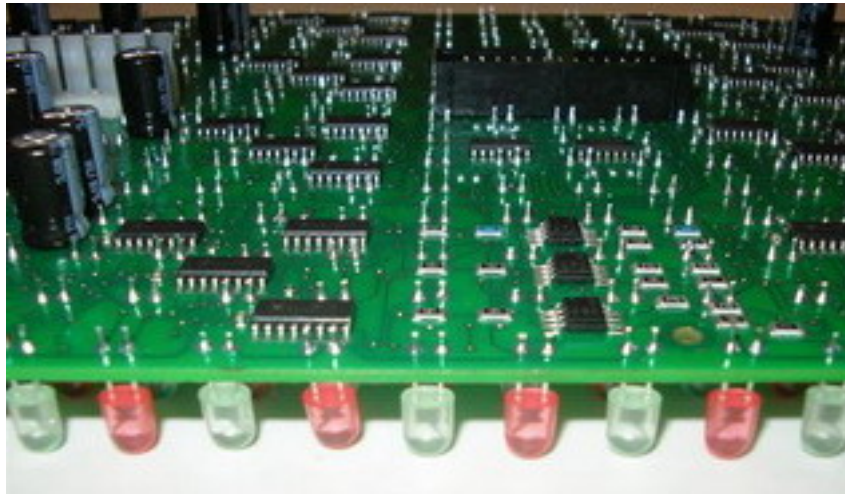


Рис. 6. Індикаторна панель

Джерелом відеоінформації для відеоекрану є комп'ютер, з DVI-виходу якого відеосигнал надходить до адаптерного пристрою, де відбувається розділ відеосигналу на R, G, B-складові і попередня їх обробка. З адаптеру через LVDS-інтерфейс інформаційні сигнали надходять на індикаторні модулі. Відтворення зображень кожним індикаторним модулем не залежить один від одного.

Висновки

1. У результаті проведених досліджень сформовано вимоги до гібридних систем адресації повнокольорових набірних відеоекранів, призначених для відтворення напівтонових кольорових зображень.
2. Доведено ефективність побудови над'яскравих світлодіодних відеоекранів на базі методу KVP-перетворень, згідно якого кожному дискретному значенню рівня відеосигналу відповідає адекватна тривалість збудження комірки зображення в діапазоні від нуля до тривалості періоду кадру.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Універсальна геоінформаційно-енергетична система: Патент № 18683. Україна, МПК(2006) H04N 7/00 / В. П. Кожем'яко, В. І. Осінський, В. Г. Салюта та інші. - № u200605670; Заявлено 23.05.06; Опубл. 15.11.06, Бюл. № 11. - 4 с.
2. Кожем'яко В. П., Дорощенко Г. Д. Универсальная система отображения информации с мозаичным экраном массового пользования // Приборостроение. - 1984. - №3. - С. 42 - 46.
3. Устройство для воспроизведения изображения: А.с. № 1085014. Российская Федерация. Кл. H04N 5/66 / И. В. Кузьмин, Г. Д. Дорощенко, В. Е. Качуровский, В. П. Кожем'яко и А. В. Чередниченко - № 3222354/18-09; Заявлено 16.12.80; Опубл. 07.04.84, Бюл. № 13. - 7 с.
4. Беляев В. Современные электронные дисплеи // Электронные компоненты. - 2002. - №1. - С. 24 - 27.
5. Борисюк А. А. Матричные системы отображения информации. - К.: Техніка, 1980. - 223 с.
6. Быстров Ю. А., Литвак И. И., Персианов Г. М. Электронные приборы для отображения информации. - М.: Радио и связь, 1985. - 240 с.
7. Устройство для воспроизведения цветного изображения: А.с. 1589429. Российская Федерация. Кл. H04N 3/90 / М. П. Борбич, Г. Д. Дорощенко, В. Е. Качуровский и др. - № 4429217/24-09; Заявлено 12.04.88; Опубл. 30.08.90, Бюл. № 32. - 4 с.
8. Устройство для воспроизведения изображения: А.с. 1662016. Российская Федерация. Кл. H04N 5/66 / В.

Ф. Горбунов, Г. Д. Дорощенко, А. А. Поплавский и др. – № 4652501/09; Заявлено 16.02.89; Опубл. 07.07.91, Бюл. № 25. – 7 с.

9. Кожем'яко В. П., Васюра А. ., Дорощенко Г. Д. Сучасні методи та засоби відображення інформації. Ч.1. Дискретні системи відображення інформації. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 106 с.

10. Способ глаз-процессорной обработки изображений и оптико-электрическое устройство для его реализации: Патент № 2178915. Российская Федерация. Кл. G06K 9/66, G06F 15/18 / В.П. Кожемьяко, С.В. Павлов и др. – № 98113270/09; Заявлено 03.07.98; Опубл. 27.01.02, Бюл. – № 3. – 12 с.

11. Пристрій для відтворення кольорових зображень: Патент № 27674 Україна, МПК(2006) H04N 5/66 / В. П. Кожем'яко, Л. О. Волонтир, Г. Д. Дорощенко. – № u200707304; Заявлено 02.07.07; Опубл.12.11.07, Бюл. № 18. – 4 с.

12. Матричний екран для відтворення напівтонових зображень: Патент № 26529 Україна, МПК(2006) H04N 5/66 / В. П. Кожем'яко, Г. Д. Дорощенко та інші. – № u200705514; Заявлено 21.05.07; Опубл. 25.09.07, Бюл. № 15. – 3 с.

Кожем'яко Володимир Прокопович — завідувач кафедри лазерної та оптоелектронної техніки;

Дорощенко Геннадій Дмитрович — доцент кафедри лазерної та оптоелектронної техніки;

Вінницький національний технічний університет

Борбич Михайло Павлович — директор науково-виробничої фірми “Планета-М”.