

Вінницький національний технічний університет

Інститут автоматики, електроніки та комп'ютерних систем управління

Кафедра лазерної та оптоелектронної техніки

ЛАЗЕРНА СИСТЕМА І МЕТОД ВИСОКОКОНТРАСТНОГО ВІДТВОРЕННЯ КОНТУРНИХ КОЛЬОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ СВІТЛОВОЇ РЕКЛАМИ І ШОУ-ПОКАЗІВ

**Матеріали до дипломної роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем
«магістр» із лазерної та оптоелектронної техніки**

Доповідач студент гр. ЛТО-17м
С. Сowiшен

Науковий керівник:
к.т.н., доц. Маліновський В. І.

Актуальність теми

Актуальність теми. В сучасному динамічному світі активно розвивається галузь відтворення візуальної інформації на великих екранах та значних рекламних площах за допомогою світла. Одне з передових місць у ній, поряд із світлодіодними займають лазерні системи відображення зображень (ЛСВІ). При значному розвитку області відтворення, індикації та засобів освітлення, велике значення надається технічним параметрам яскравості та контрастності, забезпечити які можуть тільки передові світлові технології. Технічні показники створюваного зображення, зокрема: яскравість, контрастність, величина візуального поля та коефіцієнт передачі кольору зображення у лазерних систем є найвищими. Але інколи на особливо великих відстанях є нестатними і постає завдання підвищення контрасту (зменшення розмитості) та зокрема яскравості зображень. Особливо гостро це питання постає при відображенні зображень та іншої графічної інформації на великих екранах, рекламних площах та фасадах будівель, де значна увага робиться на якості і яскравості виведення зображення, екстравагантності при оформленні організаційних заходів.

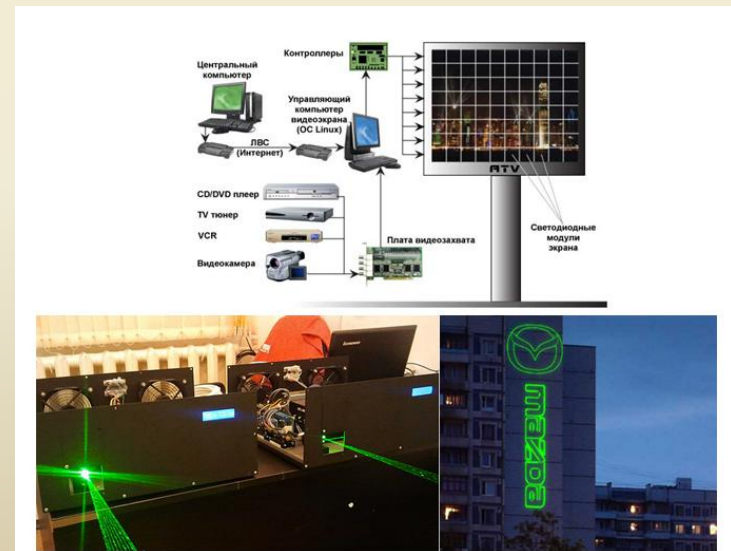
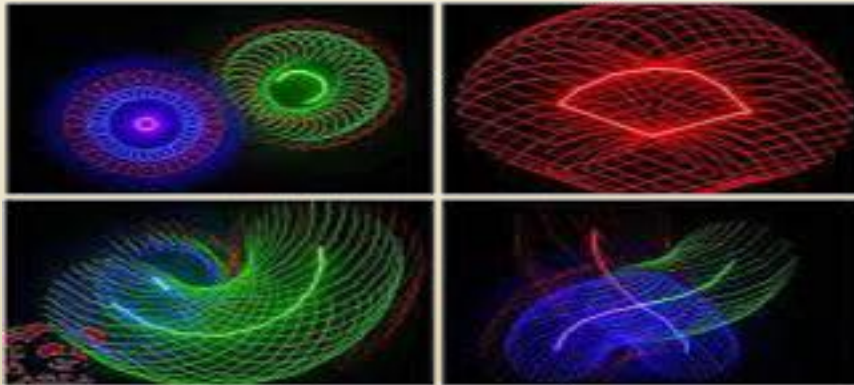


Рисунок 1.1 Можливості використання світлової графіки та світлодіодних рекламних систем [2]: а) традиційні; б) за допомогою лазерного високо контрастного відтворення

Актуальність теми

Лазерні системи відтворення зображень та шоу-покази – популярна і захоплююча частина багатьох місць, площ і інших громадських місць. Лазери додають унікальне і незабутнє видовище до публічних подій будь-якого формату. Виходячи з джерела і проходячи над аудиторією, лазерні променеві ефекти дозволяють робити унікальні "світлові скульптури". Справляється враження об'ємного простору (3-D-ефекти), а також стробоскопічних, хвильових та інших типів ефектів, тому переваги лазерних систем відображення над традиційними є очевидними. При значному розвитку області відтворення інформації та індикації велике значення надається технічним параметрам створюваного зображення: яскравості, контрастності, величини візуального поля та коефіцієнту передачі кольору зображення. Хоча в даній області було освоєно багато технологічних аспектів при розробленні пристроїв такого призначення, але в останні роки все більш розповсюдженим стає використання лазерів, завдяки очевидним перевагам їх випромінювання – яскравості, монохроматичності, малого енергоспоживання, направленості. Крім того при побудові світлових ефектів за допомогою лазерного випромінювання, справляється набагато більший ефект та вищі показники яскравості та контрастності порівняно із застосуванням традиційних проєкторів.



ОСНОВИ І ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження: процес відтворення графічних інформаційних даних на віддаленому екрані за допомогою локальних лазерних систем відображення інформації векторного типу.

Предмет дослідження: лазерна система і метод висококонтрастного відтворення контурних кольорових зображень для світлової реклами і шоу-показів, її статичні та динамічні характеристики.

Методи дослідження. При розв'язанні поставлених задач використовувались методи хвильової теорії нелінійної оптики; основи теорії відтворення графічної інформації, теорії обробки зображень, оптичних транспарантів та засобів векторного сканування простору лазерним променем при розробці принципів функціонування ЛСВІ і вдосконалення методу висококонтрастного відтворення лазерних зображень, а також основ теорії нелінійної волоконної оптики та квантової електроніки при розробці методу і математичної моделі підвищення контрастності і яскравості. а також методів комп'ютерного моделювання в системах прикладних програм для моделювання і розрахунку оптичних і електричних статичних і динамічних характеристик процесу відтворення графічної інформації.

Для вирішення завдань підвищення контрастності і яскравості необхідно проведення більш детального аналізу таких систем, факторів впливу на процес та більш детальну оцінку сучасного етапу області оптичних та лазерних технологій та промислових компонентів ЛСВІ. Це є особливо актуальним для практичних задач розрахунку і проектування оптичних систем відтворення лазерної графіки.

Вирішення проблеми розробки новітніх методів та засобів підвищення контрастності відтворення рекламних зображень до рекламного екрану і табло, здатних забезпечити високі вимоги контрастності при високій швидкодії відтворення даних і надійності передачі рекламної інформації до сучасних рекламних табло із використанням наявних стандартизованих оптичних технологій інтерфейсів, можливо шляхом розробки новітніх методів і систем відтворення із підвищеними технічними показниками.

ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ В МКР

Завдання дослідження є:

- Проаналізувати існуючі ЛСВІ, методи реалізації розгортки та модуляції світлових променів, а також можливості їх застосування на промислових рекламних лазерного системах відображення зображень та обґрунтувати переваги і вибір їх оптимального варіанту по відношенню до існуючих. Провести аналітичний огляд пристроїв керування випромінюванням для відтворення рекламних зображень і лазерних шоу-показів;
- Розробити і вдосконалити математичну модель висококонтрастного відтворенні візуальної інформації на базі ЛСВІ із підвищеними показниками контрастності та яскравості для групи світлових променів на рекламного екрані. Дана математична модель повинна враховувати вплив середовища передавання та паралельність процесу, а також фактори корекції світлового поля із орієнтацією на досягнення покращених показників контрастності та яскравості для різних каналів і оптичних потоків в сучасних ЛСВІ;
- Вдосконалити метод універсального оптичного передавання інформації упросторі від ЛСВІ із врахуванням зовнішніх умов середовища та інших зовнішніх впливів із орієнтацією на підвищені показники контрастності та яскравості для групи світлових променів (світлового поля) на рекламного екрані;
- Розробити структурні схеми та алгоритмічну частину ЛСВІ на базі запропонованого методу та розробленого алгоритму.
- Провести комп'ютерне моделювання, експериментальну перевірку і розрахунок основних оптичних параметрів та їх статичних характеристик, дослідити властивості локальних ЛСВІ на малих рекламних об'єктах при відображенні рекламної інформації.

НАУКОВА НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТІВ

1. Вдосконалено метод висококонтрасного відтворення контурних лазерних векторних зображень для сучасних лазерних систем відображення інформації, який відрізняється від відомих тим, що виконує процес подачі і перетворення світлового поля у трактах ПЧМС із формуванням за заданою функцією параметрів світлового поля, виконує передачу і процес оптичної корекції геометрії лазерного променя, його фільтрацію від негативних складових. Це дозволяє підвищити контрастність і яскравість вихідного лазерного зображення шляхом підтримки сталою форми геометрії лазерного пучка, корекції форми світлового поля і зменшення діаметру плями на проекційному екрані;

2. Вдосконалено математичну модель функціонування ЛСВІ і відтворення контурних векторних графічних зображень, яка відрізняється від відомих тим, що враховує функцію розподілу світлового поля, у якій враховані параметри корекції світлового поля, зовнішню оптичну фільтрацію лазерного променя у просторі і часі та різницю ходу фаз різних променів світлового поля від дефлекторів, а також компенсацію просторового куту розходження, що дозволяє більш точно описувати траєкторію руху променів і вихідних лазерних векторних зображень із їх корекцією. Також дозволяє врахувати компенсацією розходження системи шляхом динамічної конфігурації оптичної системи.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Полягає в тому, що на основі отриманих теоретичних результатів розроблено схему лазерної системи відтворення графічної інформації (ЛСВІ) і векторних зображень було:

- Розроблено структурні схеми системи лазерного сканера на базі електро-механічної розгортки світлових променів, яка на відміну від відомих має блоки додаткових ПЧМС із Х-У розгорткою, зовнішній оптичний керований лінзовий нелінійний елемент із великою фокусною відстанню та електричним керуванням та зовнішній оптичний фільтр аберацій і нелінійних складових, що дозволяє компенсувати вплив явищ і зовнішніх аберацій контурних розходжень пучка після корекції і модуляції ПЧМС та компенсувати дифракційні обмеження і розходження лазерних пучків для забезпечення умов підвищення контрастності і яскравості;
- Розроблено структурну схему інтерфейсу зв'язку ПК із ЛСВІ для відтворення візуальної відтворення графічної інформації, яка включає інтерфейси зв'язку для забезпечення зручної передачі даних і сигналів керування, що дозволяє спростити процес інсталяції і експлуатації ЛСВІ сумісно із керуючим ПК і розширити функціональні можливості, за рахунок функцій зворотнього моніторингу стану від сенсорного блоку структури системи ЛСВІ;
- Отримано вдосконалену блок–схему алгоритму функціонування і контролю роботи системи, що враховує процеси корекції і фільтрації сигналів керування, які подаються на дефлектор і керований лінзовий нелінійний елемент для забезпечення підвищення показників контрастності відтворюваних зображень. Також отримані результати моделювання основних статичних параметрів і характеристик ЛСВІ і процесу відтворення, що дозволить використати їх для попередніх оцінок при інженерному проектуванні таких систем із метод підвищення контрастності та яскравості.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОПТИЧНИХ ЛСВІ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ЛАЗЕРНИХ РЕКЛАМНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Розширення застосування сучасних векторних систем відображення інформації і графічних систем обробки і ефективного яскравого відтворення . в тому числі інформаційно-вимірювальних систем, і систем передачі даних від них до ПК в різних сферах людської діяльності, веде до стрімкого збільшенні інформаційного потоку та підвищення ефективності вже традиційних і всім відомих рекламних технологій(у тому числі технологій реклами і маркетингу в мережі Internet – ADV channels). Це явище вимагає постійного удосконалення уже існуючих засобів апаратно-програмних засобів передачі і відтворення візуальної інформації і розробку новітніх. Не дивлячись на прогрес в області реклами, в тому числі візуальної (за допомогою графічних світлотехнічних методів і засобів), все ще існує проблема – удосконалення технологій «пригортання та акцентування уваги кінцевих потенційних споживачів продукту таких як «Wow-ефект.

Це можливо досягти за рахунок удосконалення, зокрема підвищення таких параметрів систем як: яскравість та контрастність рекламних зображень, інтенсивність світлового потоку їх контурів, швидкодія, енергетичні затрати, собівартість. Останні можливо реалізувати в основному за рахунок лазерних систем.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОПТИЧНИХ ЛСВІ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ЛАЗЕРНИХ РЕКЛАМНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники аналогу системи

Показник	Система, яка розробляється	Аналог
Швидкість відтворення (кpps)	25-40	15-20
Дальність передачі зображення (м)	20-50	15-30
Контрастність передавання даних	1:50	1:35
Собівартість, грн	Орієнтовно 50тис.	Орієнтовно 100тис.

Таблиця 1.2 – Характеристики основних техніко-економічних параметрів

Параметр порівняння	Аналог на основі ЛСВІ	Нова розробка на основі ЛСВІ
Максимальна швидкість передачі даних, інтерфейсу МБіт/с	10	25
Максимальна відстань передачі зображення без корекції, м	15-30	20-50
Час встановлення необхідної апаратури та пристроїв, днів	1-2	0.2-0.5
Робоча частота, ГГц	До 600	До 600
Режим відтворення графічної інформації, що передається	RGB	RGB
Середня ціна систем ЛСВІ із інтерфейсом зв'язку зі швидкістю 1-5 Мбіт/сек	-	-

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОПТИЧНИХ ЛСВІ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ЛАЗЕРНИХ РЕКЛАМНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

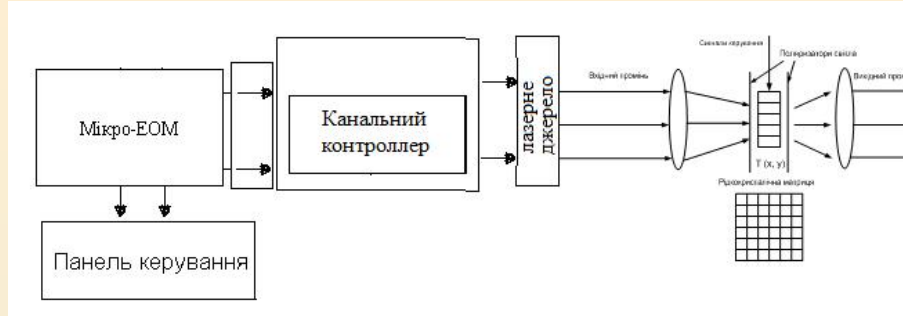
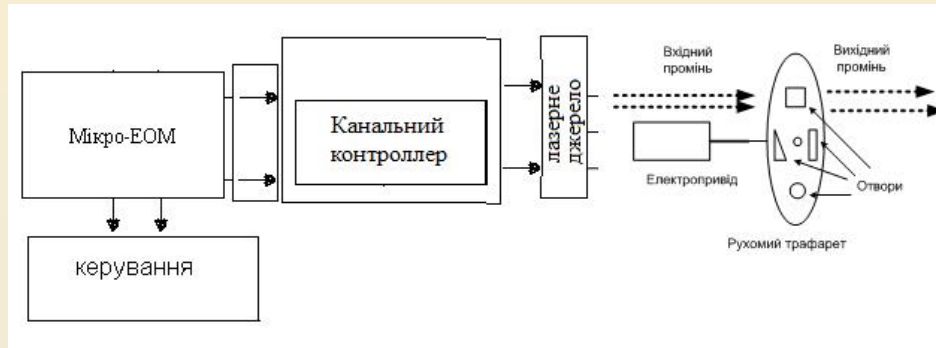
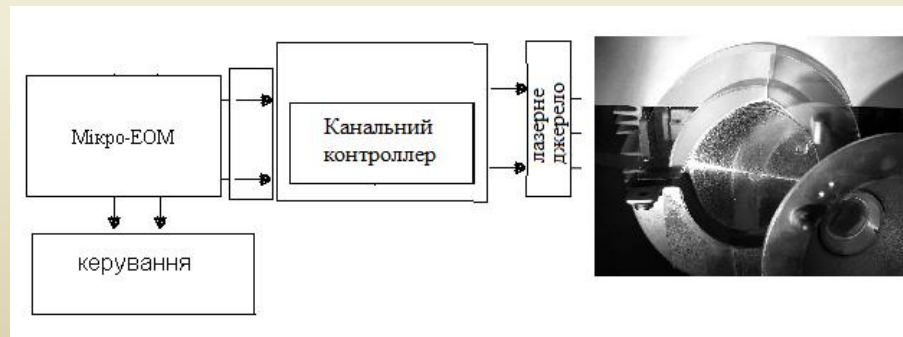


Схема ПЧМС в складі структури ЛСВІ на на основі просторово-оптичних транспарантів



Структура формування зображення за допомогою рухомого трафарету



Структура і технологія ЛСВІ на базі матриць DMD -дефлекторів для формування RGB-проектор

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОПТИЧНИХ ЛСВІ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ЛАЗЕРНИХ РЕКЛАМНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика різних типів ПЧМС

Тип ПЧМС	Технічні показники	Області використання
Електро-механічні	Низька ціна Широкий кут розгортки Великий коефіцієнт пропускання Низька напруга живлення	Низька точність Низька швидкість роботи Наявність рухомих частин
Акустичні	Висока швидкість роботи Висока точність Низька напруга живлення	Висока ціна Низькі кути відхилення Низька ефективність
оптико-електричні	Висока швидкість роботи Висока точність Низька ціна	Малі кути відхилення Низька ефективність Велика напруга живлення
РК ПЧМС	Низька ціна Доступність Високий коефіцієнт пропускання	Інерційність Низька швидкодія Малі кути відхилення
DLP (DMD)-дефлектори	Високий коефіцієнт пропускання Висока швидкодія Великі кути відхилення	Висока ціна Низька ефективність

Більш детальний опис і аналіз характеристик методів, переваг і недоліків а також практичних розробок ЛСВІ на базі RGB-проектора наведений в пояснювальній записці.

ІСНУЮЧІ ОПТИЧНИХ ЛСВІ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ЛАЗЕРНИХ РЕКЛАМНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

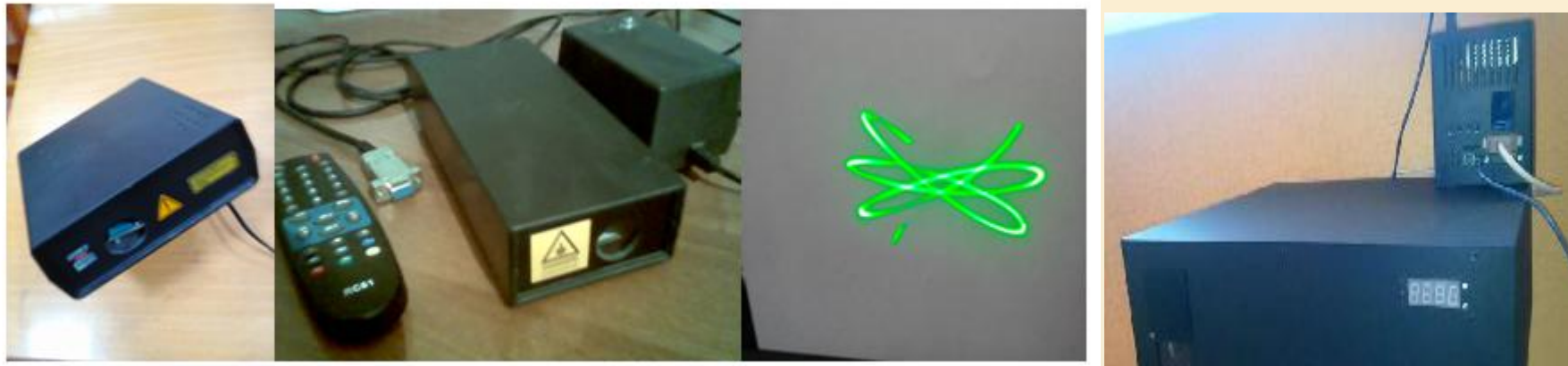
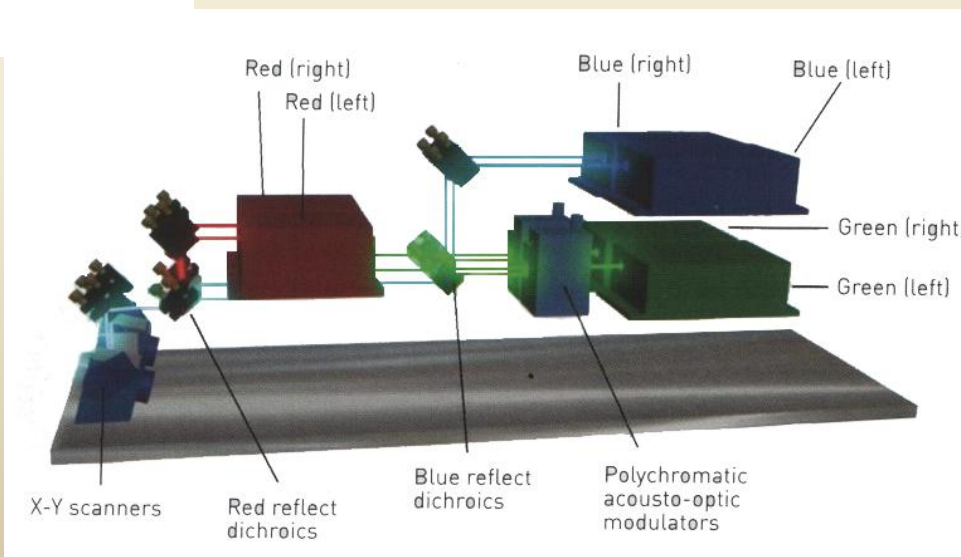
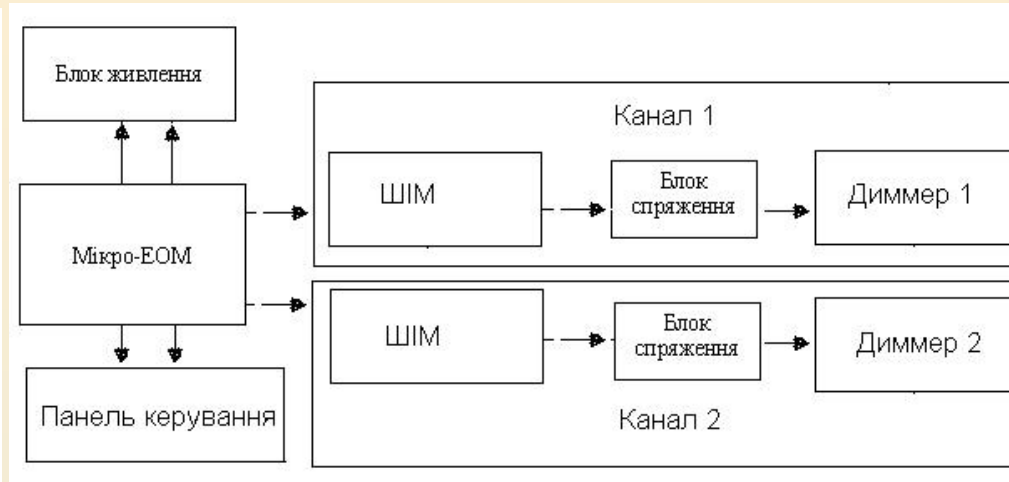
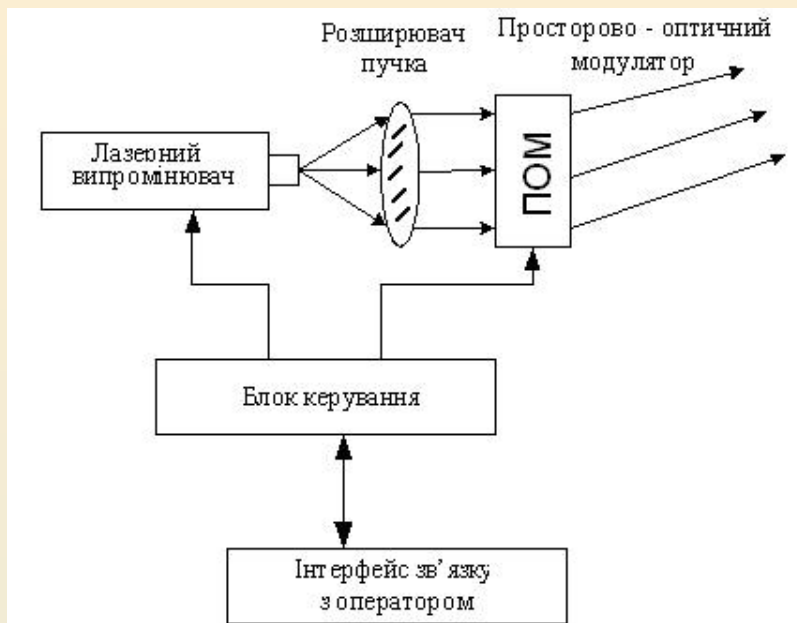


Рисунок 1.10 – Розробки лазерних ЛСВі на кафедрі ЛОТ ВНТУ



Рисунок 1.12 – ЛСВІ *RTG Green 200 Pro T* для побудови лазерних зображень
реклами

УЗАГАЛЬНЕНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ЛСВІ ДЛЯ ВИСОКОКОНТРАСТНОГО ВІДТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ



ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ОПТИЧНИХ ЛСВІ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ЛАЗЕРНИ ХРЕКЛАМНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Лазерні системи відображення інформації, які мають суттєво кращі світлотехнічні параметри створюваного зображення, серед них :

- яскравість;
- контрастність;
- величину візуального поля;
- коефіцієнт передачі кольору зображення;
- широкі межі зміни кута проєціювання;
- високі енергетичні характеристики променя.

Середнє число векторів визначається як :

$$n = \frac{2 \cdot 0,75 df (1 - C0)}{f_k R_c};$$

де df – ширина смуги частот ΔW або верхня частота модулятора ЛСВІ; $C0$ – відношення часу ходу до повного часу розгортки; f_k – частота зміни кадрів, с; R_c – роздільна здатність по рядках, ліній/кадр; $0,75$ – коефіцієнт, що враховує розмір кадрів і дорівнює 4:3 або 16:9.

Сам рух лазерної і площа лазерної плями сприймається як суцільну лінію, форма якої визначається рухом по заданій траєкторії у форматі $16:9$. При скануванні простору лазерним променем ділянки простору довжиною S , із швидкістю V більшою за величину 24fps, та кількістю точок n по загальновідомому закону візуалізації :

$$S_i = V_i \cdot t \cdot n. \quad (2.2)$$

Сам рух лазерної і площа лазерної плями сприймається як суцільну лінію, форма якої визначається рухом по заданій траєкторії у форматі кадру $16:9$. У формулі (2.2) не враховано те, що довжина одиничного вектора L_v визначається максимально-можливою сумою накладання кінцевих геометричних точок із розміром Δd , тобто $\sum \Delta d_i \rightarrow L_v$. Тоді залежність (2.2) перепишеться із врахуванням цієї особливості для більш точного визначення як (вдосконалена формула):

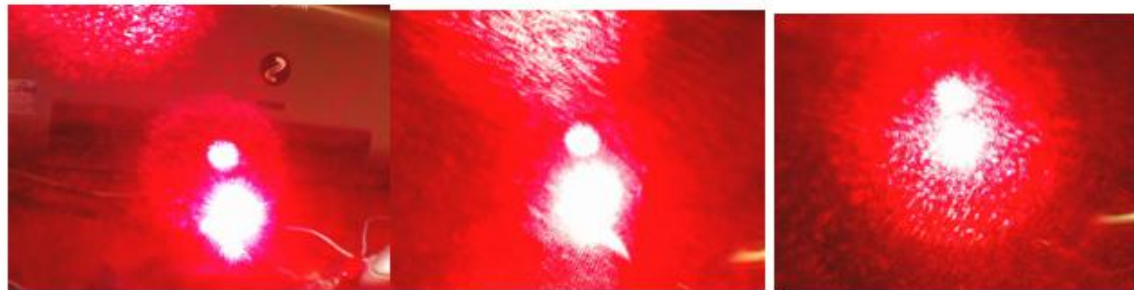
$$S_i = V_i \cdot t \cdot n \cdot L_v = V_i \cdot t \cdot n \cdot \sum \Delta d_i \quad (2.3)$$

ПРОБЛЕМАТИКА ПІДВИЩЕННЯ КОНТРАСТНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ У ОПТИЧНИХ ЛСВІ

Виникає 2 проблеми:

- перша, пов'язана із обмеженими кутами відхилення і малим розмірами плями;
- друга із низьким рівнем яскравості і контрастності кінцевої плями при потрібних невисоких кутах.

Якщо робочий кут не малий і відхилення не значне наприклад, в межах $0 \dots 1^\circ$, то для прийнятної ширини екрану відповідає велика відстань між екраном і проектором ЛСВІ. Наприклад, при відхиленні на 1° ця відстань має дорівнювати 120 см при ширині екрану 210 см. В тому ж випадку, при великому куті відхилення (20°) необхідна відстань між екраном і проектором зменшується до більш реального значення 6м, але постають проблеми, пов'язані з розміром плями і відхиленням. Ширина променя умовно постійна в будь-якому даного лазерного джерела на незначних відстанях. Але із ростом основної відстані до екрану збільшується в силу дисфракційних обмежень, а також можливих впливів середовища



а)

б)

в)

Процес уширення лазерної плями, по мірі віддалення лазерного джерела експериментального ЛСВІ від екрану: а) найменша відстань (1-2м); б)

в) більші відстані 5-10 і 10-12м відповідно

ПРОБЛЕМАТИКА ПІДВИЩЕННЯ КОНТРАСТНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ У ОПТИЧНИХ ЛСВІ

Це, вимагає підвищення швидкості сканування (розгортки), або застосування нових методів компенсації розширення пучка лазерного променя, щоб запобігати погіршенню якості і зменшення контрасту відтворюваного зображення.

Наприклад, якщо розмір плями в системі складає приблизно 1-2см на відстані 10м і дозволяє отримати 4000 ліній при швидкості 20krpps, а використовується тільки 500 рядків розгортки, то зображення вийде розділеним на площині і розмитим. Розходження променя типового лазера дорівнює 10 кутовим секундам, при ширині пучка до 1см що забезпечує роздільну здатність 6.2k елементів при куті відхилення 20° (кутових хвилин).

Для компенсації цього явища і запобіганню розходження пучків, в силу дифракційних обмежень та впливу повітряного середовища із внесеними втратами (аерозолі, тумани, інші частинки) може бути застосованій і розроблені ряд заходів компенсації, в складі методу зокрема:

- використання зовнішнього нелінійного або лінзового елемента із керованою фокусною відстанню, яка умовно прямує в нескінченність ($f_k \rightarrow \infty$), що дозволить втримати пучок від розходження;

- використання зовнішньої фільтрації нелінійних (негеометричних) складових, які виходять за нормальний ліміт (обмеження) форми гаусового пучка;

- використання нелінійних ефектів самофокусування пучків променів (зокрема Ефекту Кера та відємного нелінійного розсіювання, коли показник заломлення стає функцією залежності від потужності і ділянка і середовище променя виконує роль тонкої лінзи) та ін.

Ці перспективні підходи можуть бути використані для розробки і формування методу компенсації розходження та підвищення яскравості і контрастності зображень лазерної графіки у оптичних ЛСВІ.

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ОПТИЧНИХ ЛСВІ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ЛАЗЕРНИ РЕКЛАМНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Контраст відтворюваного зображення характеризується відношенням максимальної інтенсивності:

$$K = \frac{IP_{\max}}{IP_{\min}} [1k : 100k].$$

де $S_{EF\min\text{скр}}$ – мінімальна ефективна площа плями зображення на екрані; r_{\min}, r_{\max} – мінімальний і максимальний ефективні радіуси площі плями зображення на екрані.

$$IP_{\max} = \frac{P_{\max}}{S_{EF\max\text{скр}}} = \frac{P_{\max}}{\pi r_{\max}^2};$$

$$IP_{\min} = \frac{P_{\max}}{S_{EF\min\text{скр}}} = \frac{P_{\max}}{\pi r_{\min}^2};$$

Параметр яскравість екрану B визначається в нітах [нт обчислений за допомогою виразу [12]:

$$IP_{\max} = \frac{P_{\max}}{\pi r_{\min}^2},$$

$$B = \frac{P \cdot K \cdot G \cdot k}{S} = \frac{1 \cdot 0.2 \cdot 0.8 \cdot 0.4 \cdot 10^3}{20} = 0,031 \cdot 10^3 = 300 \text{нт}$$

$$K = \frac{IP_{\max}}{IP_{\min}} = \frac{\frac{P_{\max}}{\pi r_{\min}^2}}{\frac{P_{\min}}{\pi r_{\max}^2}} = \frac{P_{\max} \cdot r_{\min}^2}{P_{\min} \cdot r_{\max}^2} [1k : 100k]$$

При $K_3=0.001$, тоді параметр пікової скравості яскравість екрану B складе:
 $B = 1,531 \cdot 10^3 = 1500 \text{нт}$.

умова і підходи до мінімізації радіусу плями на екрані проєкції

$r_{\max} \rightarrow r_{\min}$

$$K_{\max} = \lim_{r_{\max} \rightarrow r_{\min}} \frac{IP_{\max}}{IP_{\min}} = \lim_{r_{\max} \rightarrow r_{\min}} \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \approx nK : 1$$

Тому потрібні заходи по втримання розходження пучку від розходження – зокрема використання зовнішнього нелінійного лінзового елемента із керованою фокусною відстанню на основі ефекту Кера, у поєднанні із зовнішнім фільтром аберацій і нелінійних негеометричних складових, які виходять за нормальне обмеження форми гаусового пучка, що дозволить втримати його геометрію (радіус) на екрані.

МЕТОД І ВДОСОНАЛЕНА МОДУЛЬ РОБОТИ ОПТИЧНИХ ЛСВІ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ЛАЗЕРНИ РЕКЛАМНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Тому попередній вдосконалений метод буде передбачати:

- 1.Формування сигналів керування та їх обробка на МК – контролері ЛСВІ;
- 2.Переформотування цих сигналів керування і нормалізація на аналогових трактах перетворення ;
3. Подача і перетворення на оптичні тракти із ПЧМС і випромінювачем із формуванням керованих променів заданною функцією параметрів пучка із функцією світлового поля; $F(t, wt, P_{max}, r,)$;

4. Виведення оптичного поля пучка із функцією $F(t, wt, P_{max}, r,)$ із ПЧМС на зовнішній оптичний керований нелінійний елемент, який корегує і контролює радіус пучка. Причому в якості керованого зовнішнього нелінійного лінзового елемента із керованою фокусною відстанню використовується нелінійна тонка лінза із електричним керуванням, в якій фокусна відстань умовно прямує в нескінченність ($f_k \rightarrow \infty$) або ж наближається до пропорційного значення відстані до екрану проєціюванн і дозволяє втримати лазерний світловий промінь від дисперсійного розходження

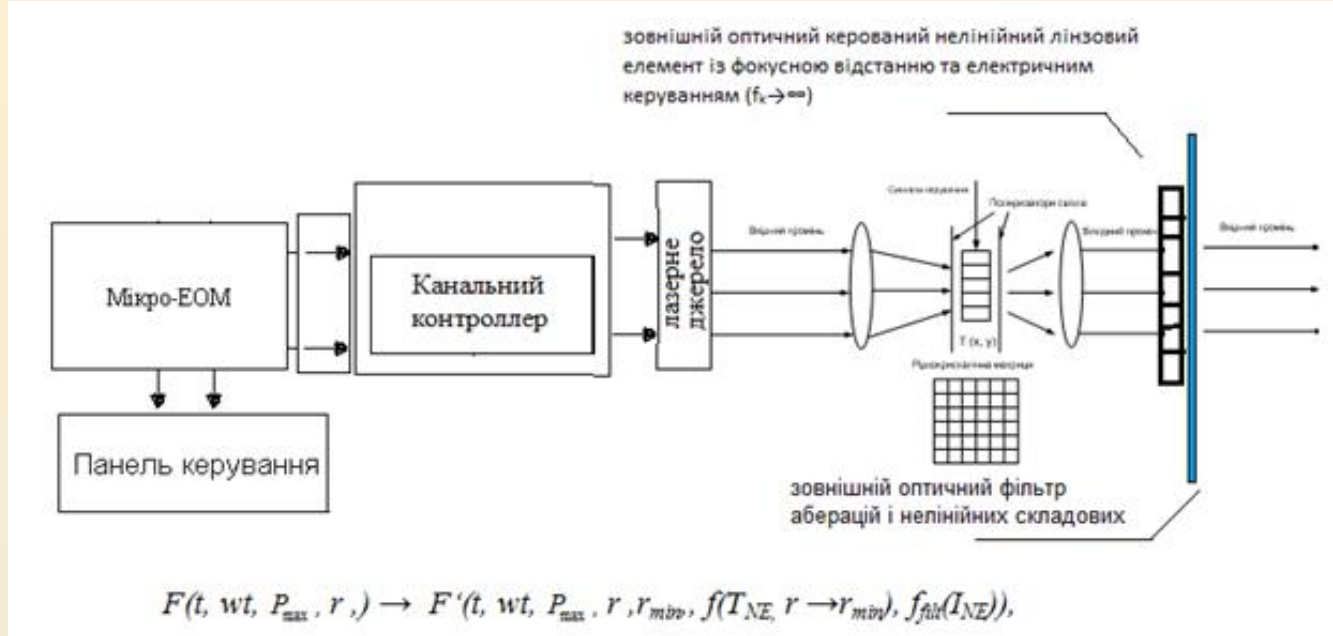
5.Подача оптично-скоректованого світлового поля пучка після проходження нелінійного елемента в якості лінзи на зовнішній оптичний фільтр абераций і нелінійних складових, які компенсують впливи та небажані кутові додаткові випромінювання. що виходять за нормальні обмеження форми гаусового пучка;

6. Проектування пучка після проходження ділянки на зовнішній екран. Таким чином реалізується можливість компенсації розширення і потенційного збільшення радіусу та абераций.Коректування світлового поля згідно запропонованого методу променів і відповідно його функції: та компенсувати впливи розсіювання на аерозолях;

$$F(t, wt, P_{max}, r,) \rightarrow F'(t, wt, P_{max}, r, r_{min}, f(T_{NE}, r \rightarrow r_{min}), f_{filt}(I_{NE})),$$

де $f(T_{NE}, r \rightarrow r_{min})$ – функція корекції радіуса зовнішнім керованим нелінійним елементом у вигляді тонкої лінзи; $f_{filt}(I_{NE})$ – функція фільтрації абераций і додаткових складових зовнішнім оптичним фільтром.

МЕТОД, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ І СТРУКТУРА РОБОТИ ОПТИЧНИХ ЛСВІ



Матиматична модель подача оптично-скоректованого із підвищенням показників контрасту залежність (2.13) із врахуванням (2.20) переписеться

Враховуючи вдоскоалений метод перетворення із підвищенням показників контрасту залежність (2.13) із врахуванням (2.20) переписеться:

$$F(t, wt, P_{max}, r, \varphi, S(a, b)) \rightarrow F'(t, wt, P_{max}, r, \varphi + \Delta\varphi, S(a, b) f(T_{NE}, r \rightarrow r_{min}), f_{filt}(I_{NE})), \quad (2.21)$$

де $f(T_{NE}, r \rightarrow r_{min})$ – функція корекції радіуса зовнішнім керуванням нелінійним елементом у вигляді тонкої лінзи; $f_{filt}(I_{NE})$ – функція фільтрації аберацій і додаткових складових зовнішнім оптичним фільтром; φ – кути розгортки; $\Delta\varphi$ – компенсація кутів в результаті проходження додаткових нелінійних лінзових елементів та фільтрації; $S(a, b)$ – лінійна усереднена геометрія поля проєкційованого зображення.

Мінімальний радіус складе 1.2см. тоді інтенсивність оптичного випромінювання складе:

$$IP_{max} = 1 \times 10^3 \text{ мВт} / 3.14 \times 1.32 = 1/4.1448 = 0.2413 \times 10^3 \text{ мВт/см}^2 \text{ (або } 241.3 \text{ Вт/см}^2)$$

Нелінійні ефекти звуження променя наближено оцінені по порогової величинні потужності $P_{пор} = 1000 \text{ мВт}$, починаючи з якої виникає даний ефект є залежність :

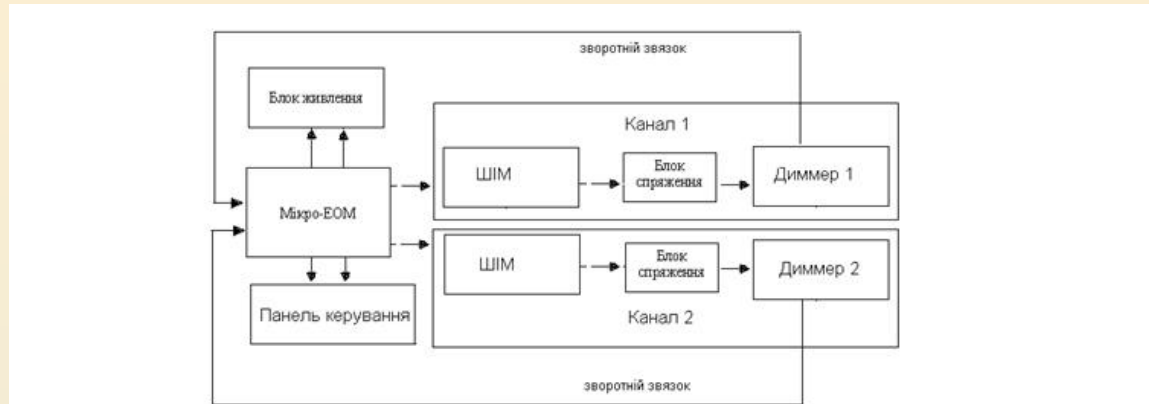
$$Pnl = [21 \times 1 \times 10^3 \times 3.14 \times (1.2 \times 10^{-2})^2] / 5 \times 10^{11} \times 20 = 65.94 \times 1.44 \times 10^{-4} / 100 \times 10^{-11} = 0.9495 \times 10^{-2} \quad (3.9)$$

де $S = 3.14 \times (1.2 \times 10^{-2})^2$ – площа оптичної ділянки перерізу пучка в оптичному середовищі матеріалу плями лазерного зображення біля екрану; L – довжина (товщина) ділянки матеріалу ПЧМС, на якій спостерігається ефект; g – коефіцієнт, що характеризує матеріал волокна, для кварцового скла $g \approx 5 \cdot 10^{-8} \text{ м/Вт}$.

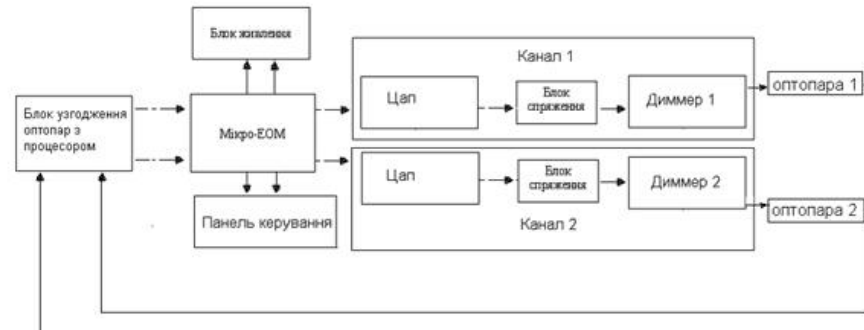
Розраховане максимального відношення коефіцієнту контрасту K складе:

$$\Delta K/K = [1 : IP_{max}] / [1 : 8IP_{min}] = [1 : 241.3] / [1 : 81 \text{ max}] = 2.98 \text{ разів}$$

СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ЛВСІ НА БАЗІ МЕТОДУ ВИСОКОКОНТРАСТНОГО ВІДТВОРЕННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ І РЕКЛАМНОЇ ІНФОМРАЦІЇ

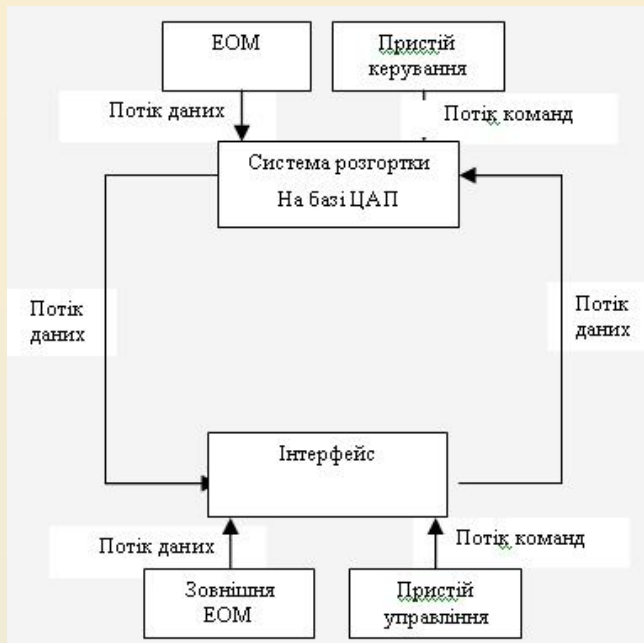


Структура аналогу 1 ЛВСІ для формування зображень і ХУ розгортки променів у просторі

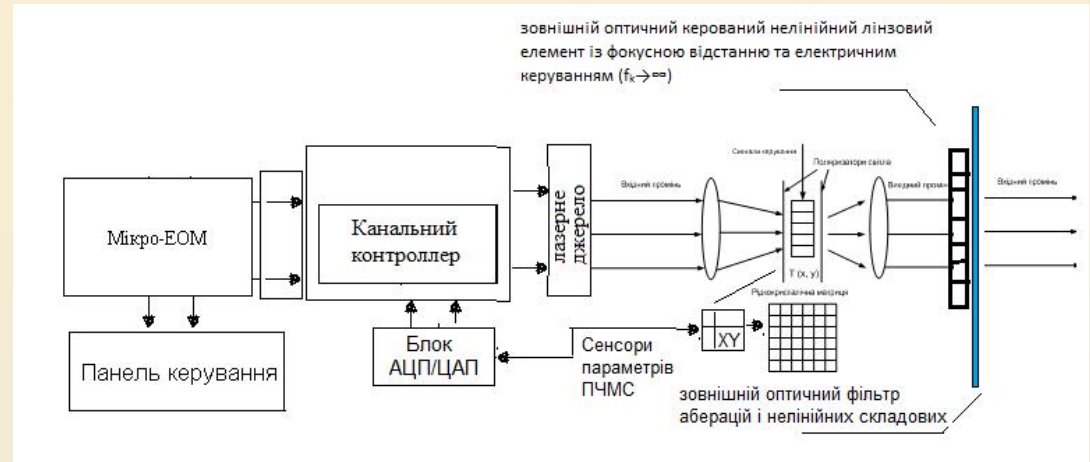


Структура аналогу 2 ЛВСІ для формування зображень і ХУ розгортки променів у просторі [20]

СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ЛВСІ НА БАЗІ МЕТОДУ ВИСОКОКОНТРАСТНОГО ВІДТВОРЕННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ І РЕКЛАМНОЇ ІНФОМРАЦІЇ

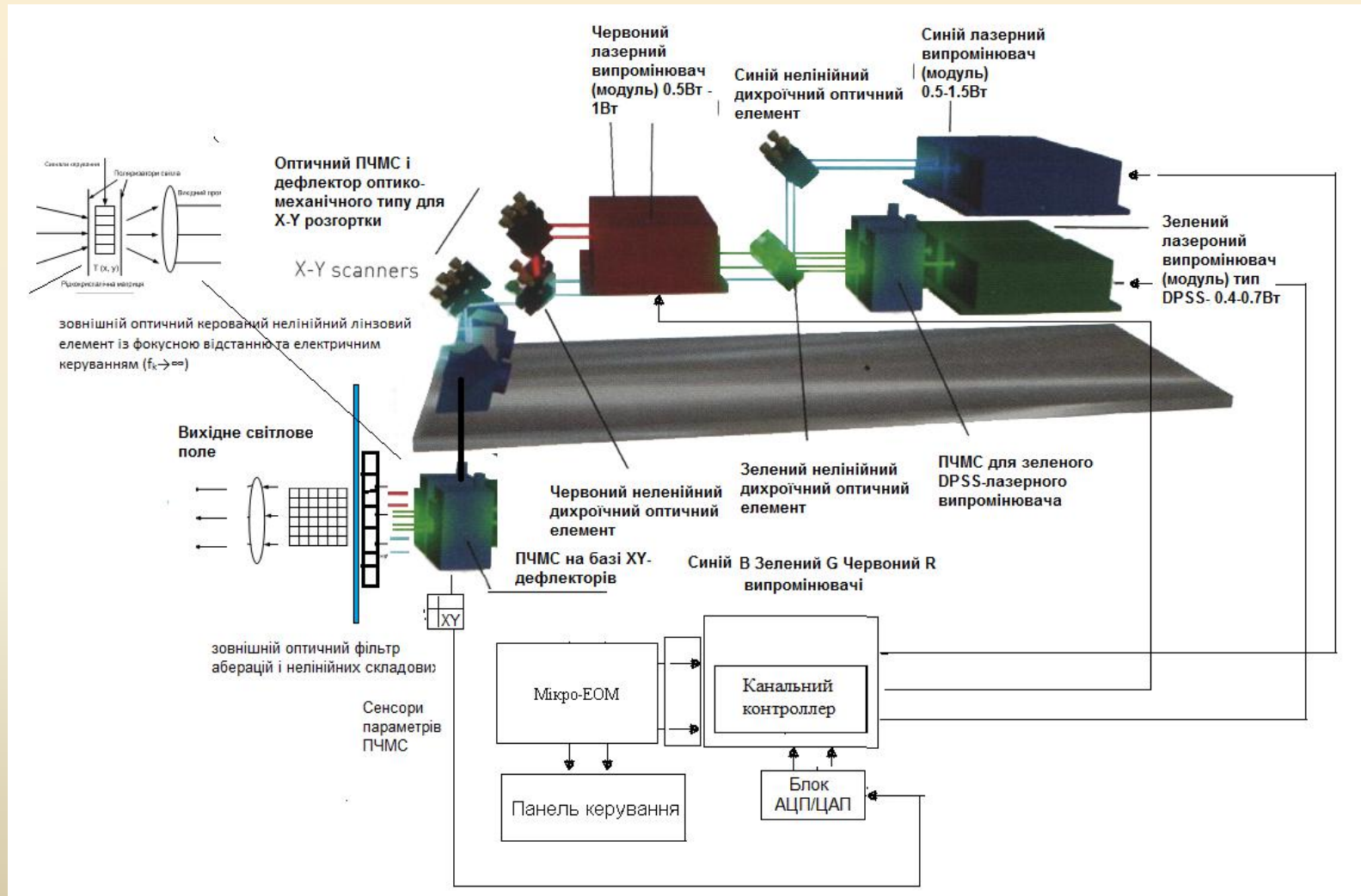


Спрощена структурна схема лазерної проєкційної системи відтворення кольорових зображень зображень

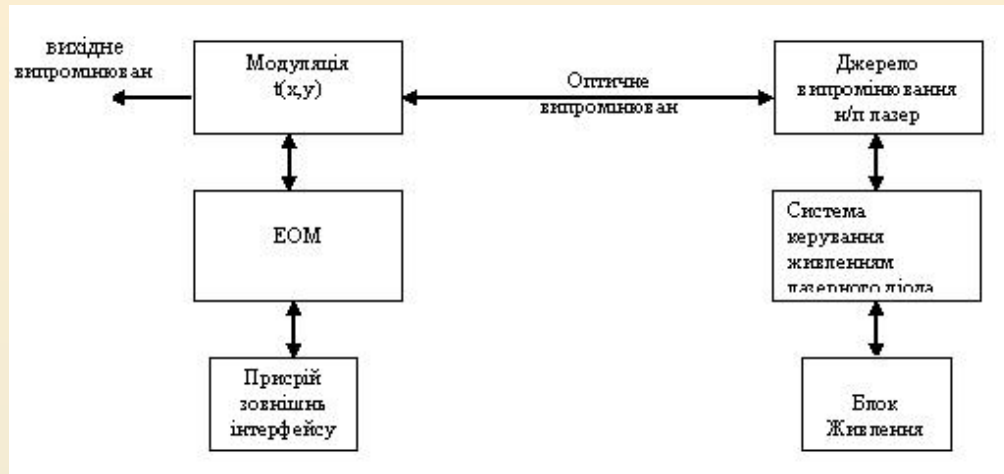


Структурна схема лазерної системи відображення інформації згідно запропонованого методу високо контрастного відтворення

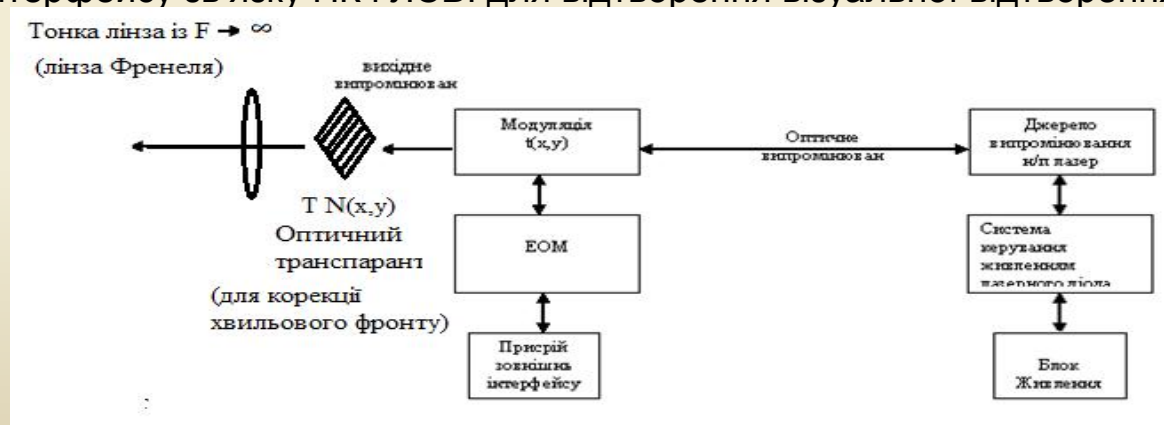
СТРУКТУРА ЛВСІ НА БАЗІ МЕТОДУ ВИСОКОКОНТРАСТНОГО ВІДТВОРЕННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ І РЕКЛАМНОЇ ІНФОРМАЦІЇ



СТРУКТУРА ЛВСІ НА БАЗІ МЕТОДУ ВИСОКОКОНТРАСТНОГО ВІДТВОРЕННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ І РЕКЛАМНОЇ ІНФОРМАЦІЇ



Структурна схема інтерфейсу зв'язку ПК і ЛВСІ для відтворення візуальної відтворення графічної інформації



Варіант структурної схеми ЛВСІ на базі методу високо контрастного відхилення і інтерфейсу зв'язку ПК для відображення візуальної графічної інформації

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі представлено розробку методу і системи лазерної система відтворення інформації (ЛСВІ) та методу висококонтрастного відтворення контурних RGB (кольорових) зображень для світлової реклами і шоу-показів. Дана система і метод призначені для побудови зображення лазерної світлової реклами для відтворення графічної інформації. У процесі роботи виконаний аналітичний огляд відомих технологій розгортки лазерних променів та технологій самих систем Також були розраховані основні параметри системи і аналітичні оцінки методу, які розроблені. В процесі роботи було:

1. Проаналізовані сучасні існуючі ЛСВІ, методи реалізації розгортки та модуляції світлових променів та можливості їх застосування на рекламних лазерного системах відображення зображень і лазерних шоу-показів;

2. Вдосконалено математичну модель і метод висококонтрастного відтворенні візуальної інформації на базі ЛСВІ із підвищеними показниками контрастності та яскравості для групи світлових променів на рекламного екрані.

3. Вдосконалений новий метод, який відрізняється від відомих тим, що виконує процес подачі і перетворення світлового поля у трактах ПЧМС із формуванням за заданою функцією параметрів світлового поля, виконує передачу і процес оптичної корекції геометрії лазерного променя, його фільтрацію від негативних складових. Це дозволяє підвищити контрастність і яскравість вихідного лазерного зображення шляхом пітримки сталою форми геометрії лазерного пучка, корекції форми світлового поля і зменшення діаметру плями на проекційному екрані;

ВИСНОВКИ

4. Модифікована математичну модель функціонування ЛСВІ і відтворення контурних векторних графічних зображень, яка відрізняється від відомих тим, що враховує функцію розподілу світлового поля, у якій враховані параметри корекції світлового поля, зовнішню оптичну фільтрацію лазерного променя у просторі і часі та різницю ходу фаз різних променів світлового поля від дефлекторів, а також компенсацію просторового куту розходження, що дозволяє більш точно описувати траєкторію руху променів і вихідних лазерних векторних зображень із їх корекцією. Також дозволяє врахувати компенсацією розходження шляхом динамічної конфігурації оптичної системи.

5. Розроблено структурні схеми системи лазерного сканера на базі електро-механічної розгортки світлових променів, яка на відміну від відомих має блоки додаткових ПЧМС із Х-У розгорткою, зовнішній оптичний керований лінзовий нелінійний елемент із великою фокусною відстанню та електричним керуванням та зовнішній оптичний фільтр аберацій і нелінійних складових, що дозволяє компенсувати вплив явищ і зовнішніх аберацій контурних розходжень пучка після корекції і модуляції ПЧМС та компенсувати дифракційні обмеження і розходження лазерних пучків для забезпечення умов підвищення контрастності і яскравості.

6. Розроблено структурну схему інтерфейсу зв'язку ПК із ЛСВІ для відтворення візуальної відтворення графічної інформації, яка включає інтерфейси зв'язку для забезпечення зручної передачі даних і сигналів керування, що дозволяє спростити процес інсталяції і експлуатації ЛСВІ сумісно із керуючим ПК і розширити функціональні можливості, за рахунок функцій зворотнього моніторингу стану від сенсорного блоку структури системи ЛСВІ.

7. Отримано вдосконалену блок–схему алгоритму функціонування і контролю роботи системи, що враховує процеси корекції і фільтрації сигналів керування, які подаються на дефлектор і керований лінзовий нелінійний елемент для забезпечення підвищення показників контрастності відтворюваних зображень. Також отримані результати моделювання основних статичних параметрів і характеристик ЛСВІ і процесу відтворення, що дозволить використати їх для попередніх оцінок при інженерному проектуванні таких систем із метод підвищення контрастності та яскравості.

8. Проведено комп'ютерне моделювання та оцінка основних оптичних статичних характеристик, досліджено властивості і практичні особливості локальних ЛСВІ на рекламних об'єктах при відображенні рекламної інформації.

Дякую за увагу!

ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Завданнями дослідження є:

- Проаналізувати існуючі ЛСВІ та можливості їх застосування на промислових рекламних об'єктах та обґрунтувати переваги і вибір їх оптимального варіанту по відношенню до існуючих;
- Розробити математичну модель і метод висококонтрасного відтворенні візуальної інформації на базі
- ЛСВІ із підвищеними показниками контрастності та яскравості для групи світлових променів на рекламного екрані.
- Вдосконалити метод універсального оптичного передавання інформації упросторі від ЛСВІ із врахуванням зовнішніх умов середовища та інших зовнішніх впливів;
- Вдосконалити математичну модель відтворення оптичного зображення від ЛСВІ із врахуванням середовища передавання та паралельності процесу із орієнтацією на досягнення покращених показників контрастності та яскравості для різних каналів і оптичних потоків та зовнішніх впливів.
- Розробити структурні схеми та алгоритмічну частину ЛСВІ на базі запропонованого методу та алгоритму.
- Провести аналітичний огляд сучасної елементної бази для створення локальних ЛСВІ для відтворення рекламних зображень і лазерних шоу-показів.
- Провести комп'ютерне моделювання та експериментальну перевірку математичних моделей та їх статичних та динамічних характеристик, дослідити властивості локальних ЛСВІ на промислових рекламних об'єктах при відображенні рекламної інформації.